

Міністерство освіти і науки України  
Львівський національний університет природокористування  
Факультет механіки, енергетики та інформаційних технологій  
Кафедра фізики та інженерної механіки



**СИЛАБУС**  
**НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**«Надійність елементів конструкцій»**

Загальноуніверситетського переліку В4-13  
РВО перший «Бакалавр»

**ВИКЛАДАЧ**

**Пономаренко Олександр Миколайович**

Електронна пошта:

*alexanderponomaren-  
ko54@gmail.com*

Телефон

+380662026554

Доцент кафедри фізики та інженерної механіки Львівського національного університету природокористування, кандидат фізико-математичних наук. Викладач з 41-річним досвідом, автор та співавтор понад 150 наукових статей і навчально-методичних розробок.

Читає курси: Фізика з основами біофізики, Основи агрометеорології та кліматології, Інженерна механіка (Теоретична механіка та опір матеріалів), Фізика, Сучасні методи аналізу міцності матеріалів і конструкцій.

ЛЬВІВ 2023

## АНОТАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

У межах зазначеної дисципліни курсу здобувачі вищої освіти формують загальні та спеціальні (фахові) компетентності. Якісне виготовлення та ремонт елементів конструкцій та аграрної техніки мають велике значення для функціонування агропромислового комплексу України. Надійність - одна з основних проблем сучасної техніки, яка вирішується на етапах проектування, виробництва, дослідження, експлуатації й ремонту елементів конструкцій, машин та технологічного обладнання. Підвищення надійності елементів конструкцій та аграрної техніки має велике економічне значення. Теорія надійності належить до інженерних дисциплін, незважаючи на те, що її основними методами є теорія ймовірностей та математична статистика. Оволодіння основами надійності елементів конструкцій та аграрної техніки сприяє досягненню високої ефективності використання машин, обладнання, палива, енергії, економії робочого часу та коштів.

**Обсяг курсу:** 3 кредити (90 годин): 14 годин лекцій, 28 годин практ., 48 годин самостійної роботи, залік.

### МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1.1. **Метою вивчення дисципліни** є навчити майбутніх фахівців агропромислового комплексу забезпечувати експлуатаційні показники елементів конструкцій та аграрної техніки протягом заданого часу при оптимальних затратах матеріальних і трудових ресурсів на проектування, виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та ремонт.

1.2. **Основним завданням** навчальної дисципліни «Надійність елементів конструкцій» є навчити студентів оволодіти поняттями та термінами, інженерно-фізичними та математичними основами надійності, методиками оцінки та прийняття оптимальних рішень щодо її підвищення. Вивчення дисципліни допоможе майбутнім фахівцям кваліфіковано виявляти та аналізувати причини відмов; провадити випробування та визначати кількісні показники надійності елементів конструкцій і машин, розробляти і впроваджувати у виробництво заходи щодо забезпечення і підвищення надійності елементів конструкцій і машин за рахунок удосконалення їх методики від проектування, виготовлення, експлуатації до технічного обслуговування і ремонту.

У результаті вивчення курсу «Надійність елементів конструкцій» бакалавр повинен набути такі **загальні та фахові компетентності**:

<b>Загальні компетентності (ЗК)</b>	<b>ЗК 1.</b> Систематичні знання сучасних методів досліджень у галузі інженерії, сільськогосподарського машинобудування, експлуатації та технічного сервісу машин, а також у суміжних галузях. <b>ЗК 2.</b> Здатність до критичного аналізу, оцінки і синтезу нових ідей. <b>ЗК3.</b> Здатність оцінювати та забезпечувати високу якість виконаних робіт. <b>ЗК 4.</b> Уміння ефективно спілкуватися з широкою науковою спільнотою та громадськістю з актуальних питань сільськогосподарського машинобудування, експлуатації машин та їх технічного сервісу як на національному, так і на міжнародному рівні.
-------------------------------------	--

	<p><b>ЗК 5.</b> Здатність самостійно розвиватися і самовдосконалюватися протягом життя, відповідальність за навчання інших.</p> <p><b>ЗК 6.</b> Здатність оцінювати соціальну значимість результатів своєї діяльності, нести соціальну відповідальність за результати прийняття стратегічних рішень.</p> <p><b>ЗК 7.</b> Лідерство та здатність як до автономної, так і до командної роботи під час реалізації проектів</p>
<p><b>Фахові компетентності спеціальності (ФК)</b></p>	<p><b>ФК 1.</b> Наявність глибоких обґрунтованих інженерних знань, детальне розуміння явищ і процесів, що відбуваються в системах виробництва, експлуатації і технічного сервісу машин та обладнання агропромислового виробництва загалом і на рівні окремих елементів цих систем зокрема.</p> <p><b>ФК 2.</b> Знання сучасного стану, засад і принципів інженерної діяльності в галузі сільськогосподарського машинобудування, експлуатації та технічного сервісу машин.</p> <p><b>ФК 3.</b> Здатність проводити дослідження (кінематики та динаміки, міцності й надійності) машин та обладнання для аграрного виробництва, а також робочих процесів цих машин та обладнання, виробничих і технологічних процесів їх виготовлення, експлуатації в агроінженерних системах і технічного сервісу.</p> <p><b>ФК 4.</b> Здатність виявляти та розв'язувати комплексні проблеми в галузі сільськогосподарського машинобудування, експлуатації машин, а також їх технічного сервісу.</p> <p><b>ФК 5.</b> Здатність аргументувати вибір методу розв'язання спеціалізованої задачі, представити результати дослідження, критично оцінювати отримані результати та захищати прийняті рішення.</p> <p><b>ФК 7.</b> Здатність до організації власної науково-дослідницької діяльності, до ініціювання інноваційних комплексних проектів та забезпечення їх реалізації.</p> <p><b>ФК 8.</b> Соціальна відповідальність за результати прийняття стратегічних рішень, пов'язаних з інженерною діяльністю.</p> <p><b>ФК 9.</b> Здатність інтегрувати знання з інших дисциплін, застосовувати системний підхід і враховувати економічні та екологічні аспекти виготовлення машин й обладнання та експлуатації в агроінженерних системах, а також їх технічного сервісу.</p> <p><b>ФК 10.</b> Уміння та навички педагогічної діяльності щодо організації та здійснення освітнього процесу, навчання, виховання, розвитку і підготовки студентів до професійно-орієнтованої діяльності</p>

1.3 Вивчення дисципліни «Надійність елементів конструкцій» дозволить отримати такі **програмні результати навчання:**

	<p><b>ПРН 1.</b> Наявність системних знань сучасних методів проведення досліджень у галузі сільськогосподарського машинобудування, експлуатації та технічного сервісу машин, а також здатність адаптувати їх для розв'язання конкретних наукових завдань, зокрема, завдань дисертаційного дослідження.</p> <p><b>ПРН 2.</b> Знання генезису розвитку наукової думки з питань інженерії в галузі сільськогосподарського машинобудування. Здатність продемонструвати поглиблені знання в галузі інженерії і бути здатним застосувати їх у професійній діяльності.</p>
--	---

**ПРН 3.** Здатність продемонструвати розуміння впливу інженерних рішень у суспільному, соціальному, природоохоронному та економічному контексті.

**ПРН 5.** Знання та навички відслідковувати найновіші досягнення в галузі механічної інженерії загалом і сільськогосподарського машинобудування зокрема, а також знаходити джерела інформації, які мають відношення до сфери наукових інтересів.

**ПРН 8.** Здійснювати пошук, аналізувати і критично оцінювати інформацію з різних джерел. Використовувати сучасні інформаційні системи та інформаційні джерела національного та міжнародного рівнів.

**ПРН 9.** Формувати перелік факторів, які необхідно враховувати під час прийняття стратегічних рішень у галузі сільськогосподарського машинобудування, експлуатації та технічного сервісу машин, ранжувати їх за пріоритетністю.

**ПРН 10.** Аналізувати та оцінювати існуючі технічні і технологічні проблеми в агроінженерних системах, пов'язані з експлуатацією і технічним сервісом машин та обладнання.

**ПРН 12.** Застосовувати системний підхід, інтегруючи знання з інших дисциплін і враховуючи неінженерні аспекти, у теоретичних дослідженнях і під час розв'язання прикладних наукових задач в агроінженерії, у галузі сільськогосподарського машинобудування, а також експлуатації та технічного сервісу машин.

**ПРН 16.** Вміти доступно, на високому науковому рівні доносити сучасні наукові знання та результати досліджень до професійної та непрофесійної спільноти.

**ПРН 18.** Координувати роботу дослідницької групи, вміти організовувати колективну роботу та керувати людьми.

**ПРН 19.** Здатність відповідально ставитись до виконуваної роботи та досягати поставленої мети з дотриманням вимог професійної етики, зокрема, враховувати авторське право та норми академічної доброчесності під час проведення наукових досліджень, презентації їх результатів.

### **Інформаційний обсяг навчальної дисципліни (зміст)**

Тема 1. Основні поняття і показники надійності елементів конструкцій та машин в машинобудуванні.

Тема 2. Випадкові величини і їх характеристики при розрахунках на надійність в машинобудуванні.

Тема 3. Загальні залежності при оцінці імовірності безвідмовної роботи елементів конструкцій і систем в машинобудуванні.

Тема 4. Розрахунки надійності елементів конструкції і систем в машинобудуванні в період нормальної експлуатації.

Тема 5. Надійність елементів конструкції і систем в період постійних відмов.

Тема 6. Спільна дія раптових і постійних відмов елементів конструкцій. Особливості надійності відновлюваних виробів.

Тема 7. Надійність послідовних, паралельних і комбінованих систем

### **ОРГАНІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ**

### Формат навчальної дисципліни

Основними видами навчальних аудиторних занять, під час яких здобувачі вищої освіти отримують необхідні знання, є лекції, практичні заняття та консультації.

При викладанні лекційного матеріалу передбачено поєднання таких форм і методів навчання, як лекції-бесіди та лекції-візуалізації. Лекція-бесіда забезпечує безпосередній контакт викладача з аудиторією та дає змогу привернути увагу здобувачів вищої освіти до найбільш важливих питань теми лекції, детермінувати у процесі діалогу особливості сприйняття навчального матеріалу здобувачами вищої освіти.

Лекція-візуалізація – візуальна форма подачі лекційного матеріалу з розгорнутим або коротким коментуванням візуальних матеріалів, що переглядають технічними засобами навчання або аудіо-відеотехніки. При проведенні лабораторних занять передбачено поєднання таких форм і методів навчання, як робота у малих групах.

Здобувачі вищої освіти працюють з друкованим інформативним матеріалом або з матеріалом мережі Інтернет, виконують усні та письмові завдання (контрольні питання або тести), виконують індивідуальні завдання на комп'ютерах у спеціалізованих програмних комплексах, виступають з доповідями і презентаціями, підготовленими як індивідуальні проєкти.

#### Завдання для самостійного вивчення навчальної дисципліни

№ з/п	Назва теми
1.	Визначення основних кількісних характеристик надійності елементів конструкцій і систем в машинобудуванні. Визначення імовірності безвідмовної роботи та імовірності відмови.
2.	Визначення основних кількісних характеристик надійності елементів конструкцій і систем в машинобудуванні. Визначення імовірності безвідмовної роботи та імовірності відмови.
3.	Розрахунок надійності з'єднань з натягом
4.	Розрахунок надійності зварних з'єднань
5.	Розрахунок надійності різьбових з'єднань
6.	Розрахунок надійності зубчастих передач
7.	Розрахунок надійності багатопоточних передач
8.	Розрахунок надійності валів
9.	Розрахунок надійності підшипників кочення
10.	Розрахунок надійності підшипників ковзання
11.	Розрахунок надійності роликів обгінних муфт
12.	Розрахунок надійності запобіжної муфти з елементами, що руйнуються

13.	Розрахунок надійності запобіжної фрикційної муфти
14.	Розрахунок надійності пружинно-кулькової запобіжної муфти

### План лекційних занять з дисципліни

№ з/п	Тема, питання, що вивчаються	К-сть аудит. годин	К-сть годин сам. робота
1.	Тема 1. Основні поняття і показники надійності елементів конструкцій та машин в машинобудуванні.	2	7
2.	Тема 2. Випадкові величини і їх характеристики при розрахунках на надійність в машинобудуванні.	2	7
3.	Тема 3. Загальні залежності при оцінці імовірності безвідмовної роботи елементів конструкцій і систем в машинобудуванні.	2	7
4.	Тема 4. Розрахунки надійності елементів конструкції і систем в машинобудуванні в період нормальної експлуатації.	2	7
5.	Тема 5. Надійність елементів конструкції і систем в період постійних відмов.	2	7
6.	Тема 6. Спільна дія раптових і постійних відмов елементів конструкцій. Особливості надійності відновлюваних виробів.	2	7
7.	Тема 7. Надійність послідовних, паралельних і комбінованих систем	2	6
	<b>УСЬОГО</b>	14	48

### План практичних занять з дисципліни

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	Кількість балів
1.	Визначення основних кількісних характеристик надійності елементів конструкцій і систем в машинобудуванні. Визначення імовірності безвідмовної роботи та імовірності відмови.	2	7
2.	Визначення основних кількісних характеристик надійності елементів конструкцій і систем в машинобудуванні. Визначення імовірності безвідмовної роботи та імовірності відмови.	2	7
3.	Розрахунок надійності з'єднань з натягом	2	7
4.	Розрахунок надійності зварних з'єднань	2	7
5.	Розрахунок надійності різьбових з'єднань	2	7
6.	Розрахунок надійності зубчастих передач	2	7
7.	Розрахунок надійності багатопоточних передач	2	7
8.	Розрахунок надійності валів	2	7
9.	Розрахунок надійності підшипників кочення	2	7
10.	Розрахунок надійності підшипників ковзання	2	7

11	Розрахунок надійності роликкових обгінних муфт	2	7
12	Розрахунок надійності запобіжної муфти з елементами, що руйнуються	2	7
13	Розрахунок надійності запобіжної фрикційної муфти	2	8
14	Розрахунок надійності пружинно-кулькової запобіжної муфти	2	8
	Всього	28	100

### Розподіл балів які отримують студенти

<b>Поточне тестування та самостійна робота (разом 100балів)</b>								Сума
								100
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
7	7	7	7	7	7	7	7	
T9	T10	T11	T12	T13	T14			
7	7	7	7	8	8			

T1, T2 ... T14 – теми.

### ВІДПРАЦЮВАННЯ ПРОПУЩЕНИХ ЗАНЯТЬ

Відпрацювання пропущених занять із дисципліни «Надійність елементів конструкцій» здійснюється згідно «Положення про порядок відпрацювання студентами Львівського національного університету природокористування пропущених лекційних, практичних, лабораторних та семінарських занять». Студент представляє конспект з пропущеної теми лекційного курсу та опрацьований лабораторний матеріал (захист роботи або контрольна робота чи тестові завдання) з відповідної тематики. Самостійне вивчення навчальної

дисципліни за вищевказаними темами передбачає також підготовку рефератів, доповідей, презентацій (максимальна кількість балів – 5 за одну тему, але не більше 10 балів за весь курс дисципліни).

Форма підсумкового контролю успішності навчання – *залік*.

### **КРИТЕРІЇ ПОТОЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ**

Оцінювання студента здійснюється згідно «Положення про критерії оцінювання знань та вмінь студентів Львівського національного університету природокористування». Поточне оцінювання здійснюється за кожним завданням. Оцінюються і завдання, виконувані в аудиторії, і завдання, виконувані під час самостійної роботи. Протягом вивчення дисципліни здійснюється самоконтроль. Загальні критерії оцінок: «відмінно» – здобувач вищої освіти виявив всебічні, систематичні та глибокі знання навчального матеріалу дисципліни, передбаченого програмою; опрацював основну та додаткову літературу, рекомендовану програмою; проявив творчі здібності у розумінні, логічному, стислому та ясному трактуванні навчального матеріалу; засвоїв взаємозв'язок основних понять дисципліни, їх значення для подальшої професійної діяльності. «добре» – здобувач вищої освіти виявив систематичні та глибокі знання вище середнього рівня навчального матеріалу дисципліни; продемонстрував уміння легко виконувати завдання, передбачені програмою; опрацював літературу, рекомендовану програмою; засвоїв взаємозв'язок основних понять дисципліни, їх значення для подальшої професійної діяльності. «задовільно» – здобувач вищої освіти виявив знання навчального матеріалу дисципліни в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої професійної діяльності; виконав завдання, передбачені програмою; ознайомився з основною літературою, що зазначена у програмі. «незадовільно» – здобувач вищої освіти не має знань зі значної частини навчального матеріалу; припускає принципові помилки при виконанні більшості передбачених програмою завдань.

### **МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТА ОЦІНЮВАННЯ**

**1. Усне опитування** (індивідуальне, детальний аналіз відповідей студентів).

**2. Письмова аудиторна та поза аудиторна перевірка** (розв'язування задач і прикладів, виконання схем, підготовка різних відповідей, рефератів, контрольні роботи (з конкретних питань тощо)).

**3. Практична перевірка** (виконання практичної роботи, аналіз виробничої інформації, розв'язання професійних завдань і т. д.).

**4. Стандартизований контроль:** письмовий екзамен (можливе проведення у дистанційній формі).

**Види контролю:** поточний контроль, проміжна та семестрова атестація.

### **Питання з дисципліни «Надійність елементів конструкцій», які виносяться на залік**

1. Поняття надійності
2. Показники безвідмовності



3. Показники довговічності
4. Показники ремонтпридатності та збережуваності
5. Що називається функцією розподілу?
6. Що називається густиною розподілу?
7. Яка величина називається математичним очікуванням?
8. Яка величина називається дисперсією випадкової величини?
9. Дати означення квантилі, медіани та моди
10. Як оцінюється імовірність безвідмовної роботи?
11. Як визначається інтенсивність відмов?
12. Як визначається імовірність безвідмовної роботи в залежності від інтенсивності відмов?
13. Сформулювати теорему множення імовірностей?
14. Надійність системи з послідовно з'єднаних елементів
15. Надійність елементів конструкцій і систем в період нормальної експлуатації
16. Надійність елементів конструкцій в період постійних відмов
17. Нормальний розподіл часу безвідмовної роботи
18. Логарифмічний розподіл часу безвідмовної роботи
19. Розподіл Вейбулла для оцінки надійності деталей і вузлів машин
20. Спільна дія раптових і постійних відмов
21. Особливості надійності відновлюваних виробів
22. Визначення основних кількісних характеристик надійності елементів конструкцій і систем в машинобудуванні
23. Визначення імовірності безвідмовної роботи та імовірності відмови
24. Визначення середнього часу безвідмовної роботи та інших характеристик надійності
25. Розрахунок надійності з'єднань з натягом
26. Розрахунок надійності зварних з'єднань
27. Розрахунок надійності різьбових з'єднань
28. Розрахунок надійності зубчастих передач
29. Розрахунок надійності багатопоточних передач
30. Розрахунок надійності валів
31. Розрахунок надійності підшипників кочення
32. Розрахунок надійності підшипників ковзання
33. Розрахунок надійності роликових обгінних муфт
34. Розрахунок надійності запобіжної муфти з елементами що руйнуються
35. Розрахунок надійності запобіжної фрикційної муфти
36. Розрахунок надійності пружинно-кулькової запобіжної муфти

## **11. Рекомендована література**

### **Основна**

1. Семенов А.А. Мелкумян В.Г. Основи теорії надійності. Навчальний посібник. - К.: КМУЦА, 1998. - 84с.
2. Дмитриченко М.Ф., Мнацаканов Р.Г., Мікосянчик О.О. Триботехніка та основи надійності машин. Навчальний посібник. Національний транспортний університет, 2006. - 215с.

3. Заміховський Л.М., Зікратий С.В., Штаєр Л.О., Основи теорії надійності і технічної діагностики систем: Практикум. - Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2014 . - 192с.

### **Допоміжна**

1. Васілевський О.М. Нормування показників надійності технічних засобів: навчальний посібник/ О.М. Васілевський, В.О. Поджаренко. - Вінниця: ВНТУ, 2010. - 129с.
2. Гранкін С.Г., Малахов В.С., Черновол М.І., Черкун В.Ю. Надійність сільськогосподарської техніки. - К.: Урожай, 1998. - 208с.

### **Інформаційні ресурси**

1. Бібліотечно-інформаційні ресурси, книжковий фонд, періодика та фонди на електронних носіях бібліотеки ЛНАУ, наукових, науково-технічних та інших бібліотек України.
2. Електронні інформаційні ресурси мережі Інтернет з переліком сайтів:  
<http://lnau.edu.ua/lnau/index.php/uk/f-s/mex/navplanmeh261015/4386-navplanmash2017.html>

## **ПОЛІТИКА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ («ПРАВИЛА ГРИ») В АУДИТОРНИЙ ЧАС**

Навчальна дисципліна передбачає колективну роботу. Студенти під час лекційних занять ведуть конспект із відповідної теми. Під час заняття або ж в кінці лектор ставить питання, веде діалог з аудиторією для кращого засвоєння теоретичного матеріалу. Середовище в аудиторії є дружнім, творчим, відкритим до конструктивної критики. Усі завдання, передбачені програмою, мають бути виконані у встановлений термін. Якщо здобувач вищої освіти відсутній з поважної причини, він/вона презентує виконані завдання під час самостійної підготовки та консультації викладача. Під час роботи над індивідуальними науково-дослідними завданнями та проектами не допустимо порушення академічної доброчесності.