

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



**СИЛАБУС**  
**НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**«Застосування вібрацій у виробничих процесах»**

ОП «Галузеве машинобудування  
спеціальність  
133 «Галузеве машинобудування»  
ОС «Магістр»

**ВИКЛАДАЧ**



**Коруняк Петро Степанович**

Електронна пошта: *petrokoruniak@gmail.com*

Телефон: +380676885090

Доцент кафедри машинобудування Львівського національного аграрного університету, кандидат технічних наук, доцент. Викладач з 44-річним досвідом, автор та співавтор понад 90 наукових статей, 4 посібників, 35 патентів, 60 навчально-методичних розробок. Читає курси: Теорія механізмів і машин, Інженерна механіка (розділ Деталі машин), Теорія обробки металів різанням, Підйомно-транспортні машини і складське обладнання, Автоматизація технологічних процесів, Теорія розрахунку і проектування ПТБДММО, Застосування вібрації у виробництві. Сфера наукових інтересів: розробка і дослідження роботи засобів транспортування та технологічного обладнання в машинобудуванні; використання вібрації в техніці та технологіях.

ЛЬВІВ 2022

## АНОТАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

У межах зазначеної дисципліни курсу здобувачі вищої освіти формують загальні та спеціальні (фахові) компетентності. Предметом вивчення навчальної дисципліни є теоретичні основи розрахунку, конструювання і надійної експлуатації вузлів і деталей загального призначення.

Програма навчальної дисципліни складається з таких розділів:

1. Короткі відомості про коливання і вібрацію.
2. Основи проектування вібраційної техніки .
3. Вібраційне переміщення.
4. Конструювання та розрахунок вібраційних конвеєрів.
5. Використання вібрації у технологічних процесах.

**Обсяг курсу:** 3 кредити (90 годин): 48 години аудиторної роботи, 42 годин самостійної роботи.

**Пререквізити курсу:** Фізика, Математика, Теоретична механіка, Теорія обробки металів різанням, Деталі машин, Підйомно-транспортні машини і складське обладнання, Автоматизація виробничих процесів.

**Постреквізити курсу:** Експлуатація та обслуговування обладнання машинобудівних підприємств, Теорія розрахунку та проектування ПТБДММО, Моделювання та оптимізація процесів ПТБДММО.

### МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Метою** викладання навчальної дисципліни «Використання вібрацій у виробничих процесах» є ознайомлення з явищами пов'язаних з вібрацією, основами розрахунку і проектування вібраційних пристроїв та машин, визначення їх режимів роботи у конкретних умовах.

**Основним завданням** вивчення дисципліни є набуття студентом наступних компетентностей:

*загальні:*

- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми;
- здатність працювати автономно.

*спеціальні:*

- здатність вирішувати самостійне розв'язування виробничих проблем раціонального використання технічних засобів
- здатність створення їх та удосконалення існуючих відповідно до конкретних умов роботи

Програмні результати навчання:

- знати природу появи механічних коливань (вібрації), особливості проектування і функціонування віброструн, методика їх розрахунку, роль і місце в автоматизованому виробництві;

- вміти оцінювати технічне завдання, складати коливальні схеми пристроїв та розрахункові схеми їх деталей, визначати навантаження та забезпечити умову динамічної рівноваги системи, вибирати матеріал деталей, визначати головний критерій роботи здатності, виконувати проектний і перевірочний розрахунок, розробляти складальні і робочі креслення.

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

### **Тема 1. Короткі відомості про коливання і вібрацію**

Коливання і вібрація та їх роль у коливальних і вібраційних процесах і техніці. Основні поняття та терміни, що застосовуються під час вивчення механічних коливань. Ефекти, що виникають у механічних системах під дією вібрації.

### **Тема 2. Основи проектування вібраційної техніки**

Предмет і задачі вібраційної техніки та особливості проектування вібраційних машин. Пружні елементи вібраційних машин. Вибір коливальної схеми і способу збурення коливань. Вібраційні машини та їх класифікація. Приводи вібраційних машин

### **Тема 3. Вібраційне переміщення**

Основи теорії коливальних систем вібраційних машин та основні положення вібраційного переміщення. Способи вібротранспортування. Теорія вібротранспортування. Режими вібротранспортування. Вібраційне пересування по шорсткій поверхні. Умови динамічної рівноваги коливальних систем

### **Тема 4. Конструювання та розрахунок вібраційних конвеєрів**

Галузі застосування вібраційних конвеєрів. Основні групи та класифікація вібраційних транспортувальних машин. Розрахунок коливальної системи вібраційного конвеєра з направленими і незалежними коливаннями. Розрахунок електромагнітного вібратора.

### **Тема 5. Конструювання та розрахунок вібраційних бункерних живильників і підйомників**

Загальні відомості, класифікація вібраційних бункерних завантажувальних пристроїв, їх конструктивні особливості. Проектування і розрахунок вібраційних бункерних живильників на триелементній пружній підвісці. Особливості розрахунку пружних систем віброживильників з незалежними коливаннями.

### **Тема 6. Використання вібрації у технологічних процесах**

Вібраційні тепло – і масообмінні процеси. Вібраційне сепарування, дозування та живлення. Вібраційне оброблення деталей. Вібраційне подрібнення твердих матеріалів.

### **Тема 7. Використання вібрації у виробничих процесах**

Використання вібрації в бункерному обладнанні. Вібраційна техніка у будівельній промисловості. Вібраційні процеси у рідинному середовищі. Вібраційна техніка у сільськогосподарському виробництві.

### **Тема 8. Використання вібраційного обладнання у автоматизованих виробничих процесах.**

Автоматизація складальних процесів. Вібраційне маніпулювання виробами. Вібраційні маніпулятори.

## **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 практичних 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 проекти.

#### **Завдання для самостійного вивчення навчальної дисципліни**

№ з/п	Назва теми
1	Коливання і вібрація, їх роль у вібраційних процесах та техніці.
2	Ефекти, що виникають у механічних системах під дією вібрації.
3	Особливості проектування вібраційних машин. Пружні елементи вібраційних машин.
4	Способи збурення коливань.
5	Приводи вібраційних машин.
6	Основи теорії коливальних систем вібраційних машин
7	Вібраційне пересування по шорсткій поверхні.
8	Динамічна рівновага коливальних систем
9	Галузі застосування вібраційних конвеєрів.
10	Розрахунок коливальної системи вібраційного конвеєра з незалежними коливаннями.
11	Вібраційні пристрої для перемішування матеріалів. Типи теплообмінних апаратів.
12	Вібраційне розділення та методи дозування.
13	Вібраційні машини для подрібнення матеріалів та оброблення деталей
14	Загальні відомості з автоматизації завантаження технологічного обладнання. Типи бункерних завантажувальних пристроїв.
15	Особливості розрахунку пружних систем віброживильників з незалежними коливаннями.
16	Вібраційні двомасні пристрої для маніпулювання виробами.
17	Вібраційні труби для вертикального переміщення виробів
18	Використання вібрації у пристроях базування під час складання виробів.
19	Вібраційні процеси у рідинному середовищі. Вібраційне центрифугування.
20	Використання вібрації у садівництві під час збирання урожаю.

## План лекційних занять з дисципліни

	Тема, питання, що вивчаються	К-сть аудит. годин	К-сть годин сам. робота
1	<p><b>Тема 1. Короткі відомості про коливання і вібрацію</b></p> <p>Коливання і вібрація та їх роль у коливальних і вібраційних процесах і техніці. Основні поняття та терміни, що застосовуються під час вивчення механічних коливань. Ефекти, що виникають у механічних системах під дією вібрації.</p>	6	4
2	<p><b>Тема 2. Основи проектування вібраційної техніки</b></p> <p>Предмет і задачі вібраційної техніки та особливості проектування вібраційних машин. Пружні елементи вібраційних машин. Вибір коливальної схеми і способу збурення коливань. Вібраційні машини та їх класифікація. Приводи вібраційних машин</p>	6	6
3	<p><b>Тема 3. Вібраційне переміщення</b></p> <p>Основи теорії коливальних систем вібраційних машин та основні положення вібраційного переміщення. Способи вібротранспортування. Теорія вібротранспортування. Режими вібротранспортування. Вібраційне пересування по шорсткій поверхні. Умови динамічної рівноваги коливальних систем</p>	6	6
4	<p><b>Тема 4. Конструювання та розрахунок вібраційних конвеєрів</b></p> <p>Галузі застосування вібраційних конвеєрів. Основні групи та класифікація вібраційних транспортувальних машин. Розрахунок коливальної системи вібраційного конвеєра з направленими і незалежними коливаннями. Розрахунок електромагнітного вібратора.</p>	6	6
5	<p><b>Тема 5. Конструювання та розрахунок вібраційних бункерних живильників і підйомників</b></p> <p>Загальні відомості, класифікація вібраційних бункерних завантажувальних пристроїв, їх конструктивні особливості. Проектування і розрахунок вібраційних бункерних живильників на триелементній пружній підвісці. Особливості розрахунку пружних систем віброживильників з незалежними коливаннями.</p>	6	5
6	<p><b>Тема 6. Використання вібрації у технологічних процесах</b></p> <p>Вібраційні тепло – і масообмінні процеси. Вібраційне сепарування, дозування та живлення. Вібраційне</p>	6	4

	оброблення деталей. Вібраційне подрібнення твердих матеріалів.		
7	Тема. 7. <b>Використання вібрації у виробничих процесах</b> Використання вібрації в бункерному обладнанні. Вібраційна техніка у будівельній промисловості. Вібраційні процеси у рідинному середовищі. Вібраційна техніка у сільськогосподарському виробництві.	6	5
8	Тема 8. <b>Використання вібраційного обладнання у автоматизованих виробничих процесах.</b> Автоматизація складальних процесів. Вібраційне маніпулювання виробами. Вібраційні маніпулятори.	6	6
<b>Разом за семестр</b>		<b>48</b>	<b>42</b>

### План практичних занять з дисципліни

№ з/п	Назва теми	К-сть годин	К-сть балів
1	Вступне заняття. Цілі та задачі лабораторно-практичних занять. Ознайомлення з лабораторією. Інструктаж з техніки безпеки при виконанні лабораторних робіт. Основні поняття і визначення Виконання практичної роботи №1. Аналіз конструкцій деталей машинобудування. Способи та стадії автоматичного орієнтування.	2	7
2	Виконання практичної роботи № 2. Визначення конструктивних параметрів лотка-скліза для деталей форми тіл обертання.	2	7
3	Виконання практичної роботи № 3. Вивчення конструкції та основ розрахунку вібраційного конвеєра	4	11
4	Виконання практичної роботи № 4. Визначення конструктивних параметрів ВБЖ.	4	11
5	Виконання практичної роботи № 5 Розрахунок електромагнітного віброприводу	2	7
6	Виконання лабораторної роботи № 1 Дослідження впливу режиму роботи вібраційного бункерного живильника на його продуктивність.	2	7
7	Виконання лабораторної роботи № 2 Налаштування вібраційного транспортера для переміщення вантажів.	2	7
8	Виконання лабораторної роботи № 3 Визначення геометрично-інерційних параметрів вібраційних живильників.	2	6
9	Виконання лабораторної роботи № 4 Експериментальне визначення залежності граничного кута нахилу	2	7

	вібраційного транспортеру від параметрів режиму роботи.		
10	Виконання лабораторної роботи № 5 Коливальні конвеєри систем Маркуса та Крейса.	2	6
11	Виконання лабораторної роботи № 6 Вібраційне занурення паль.	2	6
12	Виконання лабораторної роботи № 7 Вібраційне сепарування	2	6
13	Виконання лабораторної роботи № 8 Вібраційне дозування.	2	6
14	Виконання лабораторної роботи № 9 Налаштування і дослідження режиму роботи вібраційного пересувного пристрою з внутрішнім ступенем вільності.	2	6
	<b>УСЬОГО</b>	32	100

### Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота (разом 100 балів)														Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	100
7	7	11	11	7	7	7	6	7	6	6	6	6	6	

### ВІДПРАЦЮВАННЯ ПРОПУЩЕНИХ ЗАНЯТЬ

Відпрацювання пропущених занять із дисципліни «Інженерна механіка» здійснюється згідно «Положення про порядок відпрацювання студентами Львівського національного аграрного університету 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 – екзамен.

### КРИТЕРІЇ ПОТОЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ

Оцінювання студента здійснюється згідно «Положення про критерії оцінювання знань та вмінь студентів Львівського національного аграрного університету». Поточне оцінювання здійснюється за кожним завданням в межах розділів. 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

для самопідготовки з дисципліни

«Застосування вібрацій у виробничих процесах»

1. Роль коливальних і вібраційних процесів у техніці
2. Коливання і вібрація
3. Основні поняття та терміни, що застосовуються під час
4. вивчення механічних коливань
5. Механічна коливальна система
6. Предмет і задачі вібраційної техніки
7. У чому полягає створення вібраційної машини
8. Етапи проектування та характеристики ефективності роботи вібраційних машин
9. Особливості проектування вібраційних машин
10. Вибір коливальної схеми і способу збурення коливань
11. Вібраційні машини, їх класифікація та напрямки розвитку
12. Пружні елементи вібраційних машин
13. Інерційні вібратори
14. Ексцентрикові вібратори



15. Поршневі вібратори
16. Електромагнітні вібратори
17. Рекомендації щодо вибору типу вібропривода
18. Основні положення побудови механічної системи вібраційних машин
19. Вимушені коливання одномасових систем вібраційних машин
20. Вимушені коливання двомасових систем вібраційних машин
21. Тримасові коливальні системи вібраційних машин
22. Вібраційне переміщення. Основні положення
23. Способи вібротранспортування
24. Теорія вібротранспортування із застосуванням прямолінійних гармонійних коливань
25. Супутні явища під час вібротранспортування у відривному режимі
26. Вібротранспортування виробів у безвідривних режимах
27. Визначення оптимальних режимів вібротранспортування
28. Способи надання робочим органам конвеєрів оптимальних траєкторій коливань
29. Вібраційне пересування по шорсткій поверхні
30. Вібраційні перетворювачі руху. Вібродвигуни
31. Двомасові вібраційні конвеєри з прямолінійними коливаннями
32. Динаміка двомасового вібраційного транспортера з непаралельно встановленими плоскими пружинами
33. Самостабілізація нормальних коливань робочого органа вібраційних конвеєрів
34. Вплив маси виробу і конструктивних параметрів на швидкість вібротранспортування по довжині вібраційних транспортних модулів (ВТМ)
35. Галузі застосування вібраційних конвеєрів
36. Основні групи та класифікація вібраційних транспортувальних машин
37. Рекомендації щодо проектування вібраційного конвеєра
38. Розрахунок коливальної системи вібраційного конвеєра
39. Розрахунок пружної системи двомасового вібраційного конвеєра з паралельними плоскими пружинами
40. Розрахунок пружної системи двомасового вібраційного конвеєра з непаралельними плоскими пружинами
41. Методика вибору конструктивних схем вібраційних конвеєрів
42. Вібраційні конвеєри із суміщеними центрами мас
43. Особливості конструювання трубчастих віброконвеєрів
44. Приклади розрахунку вібраційних конвеєрів
45. Інерційні коливальні конвеєри
46. Основні положення і задачі вібраційного маніпулювання виробами. Вимоги до ВТМ та особливості ґратчастих пружних систем
47. Вібраційний транспортний модуль гнучких виробничих систем
48. Вібраційні транспортно-маніпулювальні модулі
49. Розрахунок пружних систем ВТМ
50. Вібраційні пересувні пристрої
51. Динаміка вібраційного пересувного пристрою під час переміщення по шорсткій поверхні

52. Динаміка прямолінійного руху ВПП з внутрішнім ступенем вільності
53. Динаміка довільного руху ВПП з внутрішнім ступенем вільності
54. Загальні відомості. Класифікація вібраційних бункерних завантажувальних пристроїв (ВБЗП)
55. Конструктивні особливості ВБЗП. Проектування і розрахунок вібраційних бункерних живильників на триелементній пружній підвісці
56. Будова ВБЖ на триелементній пружній підвісці
57. Визначення основних конструктивних параметрів віброживильника. Конструкція і розміри чаші ВБЖ. Кут нахилу пружних стрижнів ВБЖ
58. Визначення розмірів пружних елементів ВБЖ.
59. Розрахунок електромагнітного вібратора ВБЖ
60. Розрахунок пружних систем віброживильників з незалежними коливаннями
61. Загальна характеристика, типи і задачі вібропідійомників
62. Способи генерування коливань робочого органа вібропідійомника. Вібраційні підійомники з електромагнітним приводом

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Базова

1. Коруняк П.С. Керницький І.С. Вібраційні машини у виробничих процесах та технологіях: навч. посібник / П.С. Коруняк, І.С. Керницький. – Львів: Сполум, 2019. – 346 с.
2. Коруняк П.С., Ніщенко І.І., Керницький І.С. Транспортувальні машини. Основи конструювання та розрахунку вібраційних транспортувальних машин. Навчальний посібник – Львів: Сполум, 2017 – 244с.
3. Коруняк П.С. Автоматизоване вібраційне маніпулювання виробами та віброманіпулятори: монографія / П.С. Коруняк, І.С. Керницький, І.І. Ніщенко; за ред. В.В. Снітинського. – Львів: СПОЛОМ, 2021. – 256 с.
4. Повидайло В.О. Вібраційні процеси та обладнання / В.О. Повидайло. Львів. Вид. Національного університету “Львівська політехніка”, 2004. – 248 с.

### Допоміжна

5. Коруняк П.С., Керницький І.С., Ковалишин С.Й., Кода Е.Х., Коруняк Х.П., Баранович С.М., Стукалець І.Г., Шеремета Р.Б. Технологічні процеси та виробничі машини. Підручник. – Львів: 2022. – 452 с.
6. Кодра Ю.В. Завантажувальні пристрої технологічних машин. Розрахунок і конструювання / Ю.В. Кодра, З.А. Стоцько, О.В. Гаврильченко.: Навч. посібник / За ред. З.А. Стоцька. – Львів: Видавництво «Бескид Біт», 2008. – 356 с.
7. Сілін Р.І. Автоматизація виробничих процесів в машинобудуванні / Р.І. Сілін.: Навч. посібник. – Хмельницький: ХНУ, 2004. – 270 с.

## ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Бібліотечно-інформаційні ресурси, книжковий фонд, періодика та фонди на електронних носіях бібліотеки ЛНУП, наукових, науково-технічних та інших бібліотек України.

2. Електронні інформаційні ресурси мережі Інтернет з переліком сайтів:

[http:// http://rza.org.ua/](http://rza.org.ua/)

<http://aprox.by/literatura/knigi-po-relejnoj-zashhite-i-avtomatike.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.