

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Кафедра механіки

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету конструювання та дизайну

З.В. Ружилю

" 21 " 05 2020 р.

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО

на засіданні кафедри механіки
протокол № 12 від 18 травня 2020 р.

завідувач кафедри **М.Г.Березовий**

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ПРОЕКТУВАННЯ МАШИН І ОБЛАДНАННЯ (ВІБРАЦІЙНОЇ ДІЇ)

Спеціальність (спеціалізація) 133 – Галузеве машинобудування (Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва)
(шифр і назва спеціальності)

інститут, факультет, відділення Факультет конструювання та дизайну
(назва інституту, факультету, відділення)

розробник Черниш О.М., доцент кафедри механіки, к.т.н, доцент.
(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2020 р.

Опис навчальної дисципліни

ПРОЕКТУВАННЯ МАШИН І ОБЛАДНАННЯ (ВІБРАЦІЙНОЇ ДІЇ)

Спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Спеціальність (спеціалізація)	133 – Галузеве машинобудування (Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва)	
ОС	Магістр	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Нормативна	
Загальна кількість годин	90	
Кількість кредитів ECTS	3	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота)	-	
Форма контролю	Іспит	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки	1	1
Семестр	2	1-2
Лекційні заняття	15 год.	8 год.
Практичні, семінарські заняття	-	-
Лабораторні заняття	15 год	6 год
Самостійна робота	60 год.	76год.
Індивідуальні завдання		
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	2 год.	

Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою дисципліни є формування системи спеціальних знань та практичних навичок у галузі дослідження машин і механізмів вібраційної дії, їх проектування за заданими критеріями і властивостями згідно із технологією вібраційного робочого процесу у сільськогосподарському виробництві.

Завдання дисципліни: полягають в ознайомленні з методикою проектування машин вібраційної дії у сільськогосподарському виробництві та теоретичного обґрунтування конструкційних і кінематичних параметрів вібраційних робочих органів сільськогосподарських машин у тому обсязі, який дає можливість успішно засвоїти інші спеціальні дисципліни, набутти твердих практичних навичок у розв'язуванні технічних задач, що стосуються сільськогосподарської техніки, розвинути культуру інженерного мислення, навичок аналізу і розрахунку технологічних параметрів, кінематичних і динамічних схем вібраційних машин агропромислового виробництва.

В результаті вивчення курсу навчальної дисципліни студент повинен *знати:*

- основні принципи проектування машин вібраційної дії;
- основні види машин і механізмів вібраційної дії і їх класифікацію;
- методики теоретичних досліджень і розробки машин вібраційної дії та обґрунтування конструкційних і кінематичних параметрів вібраційних робочих органів сільськогосподарських машин і механізмів;

уміти:

- проектувати вібраційні робочі органи сільськогосподарських машин із заданими конструкційними та кінематичними параметрами, які забезпечують якісне виконання технологічного процесу;
- правильно вибирати і розробляти алгоритми аналізу структурних і кінематичних схем механізмів і машин вібраційної дії із визначенням параметрів руху;
- проектувати і конструювати типові схеми вібраційних машин;
- вибирати критерії якості роботи, формулювати задачі синтезу з урахуванням бажаних умов роботи.

Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Основи теорії коливань і аналітичної механіки

Тема 1.1. Вступ до курсу. Основи теорії коливань і вібрацій. Коливання матеріальної точки

Основні відомості про вібрації і коливання. Основні види коливань матеріальної точки. Кінематика гармонійних коливань. Динаміка коливань. Вільні або власні коливання матеріальної точки. Згасальні коливання матеріальної точки. Змушені коливання матеріальної точки без опору. Явище механічного резонансу. Змушені коливання точки з опором типу в'язкого тертя.

Тема 1.2. Аналітичні принципи Лагранжа

Основні визначення і поняття аналітичної механіки. В'язі та їх класифікація. Узагальнені координати та кінематичні рівняння руху. Можливі або віртуальні переміщення. Число ступенів вільності системи. Віртуальні швидкості при нестационарних в'язях. Принцип можливих або віртуальних переміщень. Узагальнені сили.

Тема 1.3. Рівняння рівноваги та руху у формі Лагранжа. Канонічні рівняння динаміки

Рівняння рівноваги в узагальнених координатах. Поняття стійкості стану рівноваги. Загальне рівняння динаміки. Рівняння Лагранжа другого роду в узагальнених координатах. Рівняння Лагранжа другого роду у випадку дії потенціальних сил. Рівняння Гамільтона для консервативних систем. Властивості функцій Гамільтона. Канонічні рівняння для неконсервативних систем. Циклічні

координати. Перші інтеграли канонічних рівнянь. Дужки Пуассона. Теорема Пуассона-Якобі

Тема 1.4. Основи теорії стійкості руху та рівноваги

Умови стійкості положення рівноваги по Ляпунову. Малі коливання механічної системи відносно положення стійкої рівноваги. Поняття стійкості руху механічної системи. Визначення стійкості руху. Диференціальні рівняння збуреного руху. Канонічні рівняння збуреного руху. Стійкість руху по Ляпунову. Методи розв'язання задач стійкості руху. Перший метод Ляпунова. Другий метод Ляпунова.

Змістовий модуль 2. Принципи проектування і розрахунку машин вібраційної дії

Тема 2.1. Загальні питання проектування вібраційних машин

Етапи створення вібраційної машини. Характеристики якості та надійності. Вибір характеру і параметрів коливань робочого органу вібраційних машин. Вибір загальної динамічної схеми вібраційної машини і засобу генерування змушених коливань. Особливості проектування вібраційних машин.

Тема 2.2. Розрахунок безударних вібраційних машин

Розрахунок параметрів безударних вібраційних машин. Забезпечення потрібного розмаху вібрації. Вибір варіанта встановлення вібропривода на одному з інерційних елементів машини. Потужність, яка потрібна для підтримки вібрації. Еквівалентні значення параметрів механічної системи.

Тема 2.3. Розрахунок ударних вібраційних машин

Розрахунок ударних вібраційних машин. Розрахунок систем абсолютно твердих тіл. Модель твердого тіла із місцевими деформаціями. Модель багатомасової системи. Модель із розподіленими масами і заданою формою деформованого стану. Модель із розподіленими параметрами. Алгоритми розрахунку ударно-вібраційних машин.

Тема 2.4. Приводи вібраційних машин

Класифікація приводів вібраційних машин. Механічні вібраційні приводи. Гідравлічні і пневматичні вібраційні приводи. Електрогідравлічні вібраційні приводи. Автоматичне налаштування вібраційних приводів на оптимальний режим.

Тема 2.5. Вібраційна техніка для обробки ґрунту

Принцип роботи і основні вузли вібраційної техніки для обробки ґрунту. Вібрування кротово-дренажного плуга. Вібрування причіпного канавокопача.

Вібрування струга. Вібрування розрихлювача для важких кам'янистих ґрунтів. Вібрування культиватора. Автоколивальна культиваторна лапа. Вібрування плугів загального призначення. Вібрування підкопуючих робочих органів коренеклубнезбиральних машин.

Тема 2.6. Вібраційна техніка для посіву, збирання та післязбиральних процесів

Вібрування висівних машин. Вібрування машин для внесення добрив. Вібрування при обмолоті. Вібрування при очищенні. Вібрування при транспортуванні. Вібрування сепаруючих робочих органів коренеклубнезбиральних машин. Вібрування сушильних пристроїв.

Тема 2.7. Вібраційна техніка для ремонту та обробки деталей

Забезпечення вібраційного процесу мийки деталей машин. Відновлення оливних фільтрів. Зварювання деталей. Притирання клапанів. Шліфування циліндрів. Відновлення розмірів деталей при дії вібраційного навантаження.

Графік навчання

Розподіл навчального часу за темами по видам занять

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	Денна форма							Заочна форма					
	тижні	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
2-й семестр													
Змістовий модуль 1. Основи теорії коливань і аналітичної механіки													
Тема 1.1. Вступ до курсу. Основи теорії коливань і вібрацій. Коливання матеріальної точки.	1, 2	11	2		2		7	11	1		1		9
Тема 1.2. Аналітичні принципи Лагранжа.	3, 4	11	2		2		7	11	1		1		9
Тема 1.3. Рівняння рівноваги та руху у формі Лагранжа. Канонічні рівняння динаміки.	5, 6	11	2		2		7	11	1		1		9
Тема 1.4. Основи теорії стійкості руху та рівноваги	7, 8	12	2		2		8	12	1				11
Разом за змістовим модулем 1	45		8		8		29	45	4		3		38

Змістовий модуль 2. Принципи проектування і розрахунку машин вібраційної дії													
Тема 2.1. Загальні питання проектування вібраційних машин.	9	6	1		1		4	6	1				5
Тема 2.2. Розрахунок безударних вібраційних машин.	10	7	1		1		5	7	1		1		5
Тема 2.3. Розрахунок ударних вібраційних машин.	11	7	1		1		5	7	1		1		5
Тема 2.4. Приводи вібраційних машин.	12	7	1		1		5	7	1		1		5
Тема 2.5. Вібраційна техніка для обробки ґрунту.	13	6	1		1		4	6					6
Тема 2.6. Вібраційна техніка для посіву, збирання та післязбиральних процесів.	14	6	1		1		4	6					6
Тема 2.7. Вібраційна техніка для ремонту та обробки деталей	15	6	1		1		4	6					6
Разом за змістовим модулем 2	45		7		7		31	45	4		3		38
Усього годин	90		15		15		60	90	8		6		70

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження процесу вільних коливань	2
2	Дослідження процесу вільних згасальних коливань у в'язкому середовищі	2
3	Дослідження процесу змушених коливань із різними видами збурення	
4	Визначення зведених моментів інерції мас і моментів сил	2
5	Визначення власних частот коливальної системи і способи запобігання резонансу	2
6	Оцінка методів перевірки лінійних систем на стійкість руху. Критерії стійкості і нестійкості руху	2
7	Дослідження можливостей вібраційної техніки для удосконалення традиційних технологічних процесів	2
8	Визначення розмаху вібрацій робочого органу машини	2
9	Вибір варіанта встановлення вібропривода на машині	2
10	Визначення потужності вібраційного привода машини	2

11	Розрахунок параметрів безударних вібраційних машин	2
12	Розрахунок параметрів вібраційних машин ударної дії	2
13	Вивчення джерел збурення і засобів генерування механічних коливань у вібраційних машинах	2
14	Вивчення технологічного процесу, принципу дії і кінематичних схем вібраційних машин для обробки ґрунту	2
15	Вивчення технологічного процесу принципу дії і кінематичних схем вібраційних машин для посіву, збирання та післязбиральних процесів	2

Теми самостійних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження процесу вільних коливань	2
2	Дослідження процесу вільних згасальних коливань у в'язкому середовищі	2
3	Дослідження процесу змушених коливань із різними видами збурення	
4	Визначення зведених моментів інерції мас і моментів сил	2
5	Визначення власних частот коливальної системи і способи запобігання резонансу	2
6	Оцінка методів перевірки лінійних систем на стійкість руху. Критерії стійкості і нестійкості руху	2
7	Дослідження можливостей вібраційної техніки для удосконалення традиційних технологічних процесів	2
8	Визначення розмаху вібрацій робочого органу машини	2
9	Вибір варіанта встановлення вібропривода на машині	2
10	Визначення потужності вібраційного привода машини	2
11	Розрахунок параметрів безударних вібраційних машин	2
12	Розрахунок параметрів вібраційних машин ударної дії	2
13	Вивчення джерел збурення і засобів генерування механічних коливань у вібраційних машинах	2
14	Вивчення технологічного процесу, принципу дії і кінематичних схем вібраційних машин для обробки ґрунту	2
15	Вивчення технологічного процесу принципу дії і кінематичних схем вібраційних машин для посіву, збирання та післязбиральних процесів	2

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

Контрольні питання

1. Назвіть етапи створення нової вібраційної машини
2. Які характеристики якості і надійності вібраційної машини ви знаєте?
3. Дайте характеристику аперіодичних коливань. Наведіть їх приклади
4. Визначити період вільних коливань вантажу вагою $P=1$ кг, який підвішений до двох послідовно з'єднаних пружин жорсткостей $c_1 = 4$ Н/см, $c_2 = 5$ Н/см.
5. Що таке фаза, колова частота та період вібраційних коливань?
6. Чим відрізняються диференціальні рівняння вільних коливань і змушених коливань без опору?
7. Знайти закон коливального руху вантажу масою $m = 1$ кг, з'єданого з двома пружинами із коефіцієнтами жорсткості $c_1 = 4$ Н/см і $c_2 = 5$ Н/см. На початку руху вантаж був зміщений із положення статичної рівноваги на 4 см і йому була надана початкова швидкість 90 см/с. Коливання відбуваються вздовж гладкої площини під кутом до горизонту $\alpha = 30^\circ$.
8. Якими є умови виникнення механічного резонансу?
9. Вантаж вагою $P = 325$ г підвішений до пружини жорсткістю $c = 8$ г/см і здійснює коливання у середовищі. Сила опору середовища $\bar{R} = \mu \cdot \bar{v}$, $\bar{v} - [см/с]$, $\mu - [г \cdot с/см]$. Знайти закон руху вантажу, якщо на початку руху при $t_0 = 0$: $v_0 = 0$, відстань від положення рівноваги $x_0 = 10$ см. Коефіцієнт пропорційності опору середовища $\mu = 2$ г·с/см.
10. Назвіть переваги застосування вібраційного викопування коренеплодів порівняно із традиційними методами.
11. Вантаж вагою 100 г підвішений до кінця пружини і рухається у рідині. Знайти рівняння руху вантажу як матеріальної точки, якщо в початковий момент часу цей вантаж був зсунутий від положення рівноваги на $x_0 = 1$ см та відпущений без початкової швидкості. Коефіцієнт жорсткості пружини $c = 20$ г/см. Сила опору руху пропорційна першому ступеню швидкості вантажу: $R = \alpha V$, де $\alpha = 3,5 \frac{г \cdot с}{см}$.
12. Які динамічні схеми вібраційних машин ви знаєте? Зробіть їх порівняльний аналіз.
13. Вантаж $P = 1,96$ кг підвішений на пружині, яка може масою в 1 кг бути розтягнута на 20 см. Визначити закон коливального руху цього вантажу у середовищі, якщо сила опору середовища $R = \mu V$, де $\mu = 0,02$ кг·с/см, $V - [см/с]$. Вважати, що у початковий момент пружина була розтягнута із положення рівноваги на 5 см, а тіло почало рухатись із стану спокою.
14. Охарактеризуйте коливання, які надаються вібраційним викопуючим робочим органам?
15. Вантаж вагою $P = 200$ г, який підвішений до пружини жорсткості $c = 1$ кг/см, знаходиться під дією сили $S = Q_0 \sin pt$, де $Q_0 = 2$ кг, $p = 50$ с⁻¹. У початковий момент $x_0 = 2$ см, $\dot{x}_0 = 10$ см/с. Знайти рівняння руху вантажу.
16. Якими методами досліджується стійкість збуреного руху механічної системи?
17. Якими є особливості проектування вібраційних машин?
18. Визначити закон руху, період коливань і максимальну силу пружності пружини при русі вантажу вагою $P = 10$ Н. Статичне подовження пружини $\delta_{ст} = 1$ см, довжина недеформованої пружини $l_0 = 20$ см. У початковий момент часу при $t = 0$, $x_0 = -1$ см, $v_0 = \dot{x}_0 = 0$
19. В чому полягають особливості проектування приводних пристроїв вібраційних машин?
20. Знайти закон руху і період коливань вантажу m , з'єданого з двома горизонтальними пружинами. Маса вантажу $m = 2$ кг, жорсткість пружин $c_1 = 6$ Н/см, $c_2 = 8$ Н/см. У положенні рівноваги обидві пружини недеформовані. На початку руху вантаж був

зміщений із положення рівноваги на $x_0 = 6 \text{ см}$ і йому надана початкова швидкість $\dot{x}_0 = v_0 = 100 \text{ см/с}$.

21. Дайте визначення безударної вібраційної машини і охарактеризуйте специфіку її роботи.
22. Назвіть основні загальні параметри, які розраховують в безударних вібраційних машинах.
23. Поясніть, якими критеріями керуються при виборі варіанта встановлення вібропривода на інерційних елементах машини?
24. Назвіть випадки, коли розраховують еквівалентні або зведені значення параметрів систем при проектуванні безударних вібраційних машин.
25. Означте критерії вибору параметрів схеми ударної вібромашини.
26. Наведіть класифікацію вібраційних приводів машин.
27. Поясніть принцип дії механічного вібраційного привода спрямованої дії. Які особливості його конструктивного виконання?
28. Поясніть принцип дії планетарних вібраторів. Які планетарні вібратори ви знаєте? В чому їх перевага?
29. Опишіть принцип дії пневматичних і гідравлічних вібраторів? Якого типу вони бувають?
30. Поясніть принцип роботи і назвіть основні вузли вібраційного навісного канавокопача.
31. Назвіть типи культиваторів в залежності від схеми вібрації їх лап.
32. Наведіть конструкцію і поясніть принцип роботи вібраційного плугового корпусу з електромагнітним вібратором.
33. З яких основних вузлів складається навісний дворядний вібраційний картоплекопач?
34. Назвіть основні вузли вібраційної молотарки. Поясніть принцип її роботи.
35. Наведіть конструкцію вібраційної зерноочисної машини.
36. Наведіть конструкцію віробункера. Поясніть принцип його роботи.
37. Як конструктивно здійснюється вібрування сепаруючих робочих органів коренеклубнезбиральних машин?
38. Наведіть приклади конструктивного виконання вібраційних мийних машин.

Комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами

Питання 1

Допишіть наступне визначення:	
Вид коливального руху, який має порівняно невелику амплітуду та високу частоту називається ... (у бланк впишіть вірну відповідь одним словом)	

Питання 2

Напишіть послідовність процесу створення нової конструкції вібраційної машини:	
1.	Побудова дослідного зразка машини, її наладка та випуск технічної документації
2.	Конструювання (розрахунок, визначення розмірів, вибір матеріалів) і створення робочих креслень
3.	Знаходження принципової схеми вібромашини і оптимальних значень її параметрів
4.	Вибір принципу дії технологічного процесу

Питання 3

Дайте відповідь на запитання:	
Чи можна вважати рівнозначними терміни «вібрація» і «коливання», так чи ні? (у бланк впишіть вірну відповідь одним словом)	

Питання 4

Вкажіть диференціальне рівняння вільних коливань	
1.	$\ddot{x} + k^2 x = 0$
2.	$\ddot{x} + 2nx + k^2 x = 0$
3.	$\ddot{x} + k^2 x = h \sin pt$
4.	$\ddot{x} + 2nx + k^2 x = h \sin pt$

Питання 5

Дайте відповідь на запитання:	
Рух, при якому деякі його параметри періодично змінюються протягом часу і повторюються називається <i>коливальним</i> , так чи ні? (у бланк впишіть вірну відповідь одним словом)	

Питання 6

Допишіть наступне визначення:	
Вібраційна машина, робочий орган якої здійснює вібраційні переміщення, не вдараючись при цьому по іншим елементам машини або по оброблюваному середовищу називається ... (у бланк впишіть вірну відповідь одним словом)	

Питання 7

Знайдіть відповідність між наступними термінами і їх значеннями:	
A. Віброметрія	1. сукупність методів і засобів для вимірювання величин, що характеризують коливання
B. Віброзахист	2. сукупність технологічних прийомів, що засновані на використанні вібрації
C. Вібротранспортування	3. сукупність методів і засобів для зменшення шкідливої дії вібрації на людину, прилади і механізми
D. Віброобробка	4. використання вібрації для переміщення матеріалів і виробів

Питання 8

В яких одиницях визначається фаза коливань?	
1.	рад/с
2.	рад/с ²
3.	рад
4.	м/с

Питання 9

Знайдіть відповідність між видами вібраційних приводів:	
A. Механічні	1. Індукційні, електромагнітні та електрогідравлічні
B. Пневматичні і гідравлічні	2. Поршневі та ротаційні
C. Електричні	3. Інерційні та ексцентриккові

Питання 10

Дайте відповідь на запитання:	
Якщо параметри коливального руху змінюються за законом синуса або косинуса, то такі коливання називаються <i>гармонійними</i> , а якщо ні – то <i>негармонійними</i> , так чи ні? (у бланк впишіть вірну відповідь одним словом)	

Питання 11

При якому співвідношенні коефіцієнта згасання n і колової частоти вільних коливань k мають місце згасальні коливання?	
1.	$n < k$
2.	$n > k$
3.	$n = k$
4.	$n = 0$

Питання 12

Вкажіть диференціальне рівняння згасальних коливань	
1.	$\ddot{x} + k^2 x = 0$
2.	$\ddot{x} + 2nx + k^2 x = h \sin pt$
3.	$\ddot{x} + k^2 x = h \sin pt$
4.	$\ddot{x} + 2nx + k^2 x = 0$

Питання 13

Знайдіть відповідність між станами рівноваги механічної системи і його ознаками:	
A. Байдужий	1. Якщо система при відхиленні від положення рівноваги в новому положенні залишиться в рівновазі
B. Стійкий	2. Якщо будь-які малі відхилення системи від положення рівноваги призведуть до зростаючого її відхилення від положення рівноваги, а коливань біля цього положення не виникне
C. Нестійкий	3. Якщо система при виведенні з положення рівноваги здійснюватиме коливання біля цього положення

Питання 14

При яких величинах частоти вільних коливань k і частоти збурювальної сили p настане явище резонансу?	
1.	$p = 0$
2.	$p > k$
3.	$p < k$
4.	$p = k$

Питання 15

Дайте відповідь на запитання:	
Згасальні коливання є періодичними, так чи ні? (у бланк впишіть вірну відповідь одним словом)	

Питання 16

Вкажіть існуючі параметри коливального процесу:	
1.	Довжина
2.	Період
3.	Площа поперечного перерізу
4.	Частота

Питання 17

Дайте відповідь на запитання:	
Згасальні коливання є гармонійними, так чи ні? (у бланк впишіть вірну відповідь одним словом)	

Питання 18

Вкажіть, які види коливань із перерахованих існують:	
1.	Параметричні
2.	Вільні
3.	Прискорені
4.	Сповільнені

Питання 19

Дайте відповідь на запитання:	
Потенціальна енергія залежить від узагальненої швидкості?, так чи ні? (у бланк впишіть вірну відповідь одним словом)	

Питання 20

Знайдіть відповідність між наступними ствердженнями		
A. В'язі, що накладають обмеження лише на координати точок системи	1.	Неголономні
B. В'язі, що накладають обмеження лише на швидкості точок системи	2.	Голономні
C. В'язі в рівняння яких явно входить час	3.	Нестационарні

Питання 21

Скількима узагальненими координатами описується коливальний рух конічного маятника?	
1.	Однією
2.	Двома
3.	Трьома
4.	Чотирьма

Питання 22

Дайте відповідь на запитання: Рівняння Лагранжа другого роду містить реакції ідеальних в'язей?	
1.	Так
2.	Ні

Питання 23

Допишіть наступне визначення:	
Якщо всі точки, що входять до матеріальної системи, можуть займати довільне положення в просторі і мати довільні швидкості, то така система називається ... (у бланк впишіть вірну відповідь одним словом)	

Питання 24

Визначте амплітуду вільних коливань, якщо початкове відхилення $x_0 = 0,1$ м; початкова швидкість $v_0 = 4$ м/с, а колова частота вільних коливань $k = 12,6$ с ⁻¹ .	
1.	A = 0,5 м
2.	A = 0,4 м
3.	A = 0,33 м
4.	A = 0,2 м

Питання 25

Які одиниці має коефіцієнт жорсткості пружного тіла c ?	
1.	Н•м
2.	Н/м
3.	Н/м ²
4.	1/м

Питання 26

В яких одиницях виражається коефіцієнт крутильної жорсткості пружного тіла?	
1.	Н•м
2.	Н/м
3.	Н/м ²
4.	1/м

Питання 27

Дайте відповідь на запитання:	
Віртуальні переміщення виражаються через варіації узагальнених координат?, так чи ні? (у бланк впишіть вірну відповідь одним словом)	

Питання 28

В'язі, в рівняння яких час явно не входить, називаються	
1.	Нестационарними
2.	Стационарними
3.	Геометричними
4.	Кінематичними

Методи навчання.

Навчальний процес підготовки студентів із дисципліни «Проектування машин вібраційної дії» передбачає застосування науково-педагогічними працівниками кафедри, широкого спектру методів навчання. При цьому перевага надається наступним трьом групам методів:

- організації і здійснення навчально-пізнавальної діяльності;
- мотивації навчально-пізнавальної діяльності;
- контролю і самоконтролю за ефективністю навчально-пізнавальної діяльності.

Для розвитку у студентів творчого технічного мислення при оволодінні ними дисципліни, виникає необхідність розчленування кожної теми (проблеми) курсу на логічно завершені частини (блоки), потім їх подання в наочній графічній формі – укрупненому алгоритмі, який забезпечує зв'язки між цими окремими частинами (блоками). Така форма подачі навчальної інформації забезпечує не тільки процес формування системного мислення, але й вчить методології цього процесу, розвиває уміння алгоритмічно записувати свою думку.

Для реалізації мети дисципліни застосовуються методи передачі та сприйняття навчальної інформації:

1. Словесні (розповідь, бесіда, лекція);
 2. Наочні (ілюстрація, демонстрація);
 3. Практичні (досліди, вправи, навчально-продуктивна праця).
- Логічні методи передачі і сприймання інформації:
 1. Індуктивні;
 2. Дедуктивні;
 3. Аналітичні, синтетичні, аналітико-синтетичні.
 - Методи самостійної роботи:
 1. Робота з навчально-науковою книгою, самостійна письмова робота, лабораторна робота;
 2. Робота під керівництвом викладача, включаючи й роботу з лабораторним обладнанням;
 3. Самостійна робота студентів (в інтернеті, з книгою, письмова, лабораторна, виконання індивідуальних завдань).

При цьому науково-педагогічні працівники кафедри проводять і забезпечують:

- Лекції з докладним викладенням навчального матеріалу з типовим розв'язанням задач і презентаціями.
- Практичні заняття – групові заняття з розв'язанням типових задач з подальшим переходом розв'язання контрольних задач.
- Лабораторні заняття – групові заняття з виконанням лабораторних робіт і їх захистом.
- Самостійну роботу студентів, яка пов'язана з детальним опрацюванням лекційного і практичного матеріалу через виконання самостійних робіт.
- Індивідуальну роботу із студентами шляхом надання консультацій, зокрема, по виконанню самостійних робіт і опрацьованому матеріалу курсу,

захисту лабораторних робіт і практичних задач, відпрацювання поточних контрольних робіт по відповідним темам.

Форми контролю.

Контроль знань і умінь студентів (поточний і підсумковий) з навчальної дисципліни «Проектування машин вібраційної дії» здійснюють відповідно до кредитно-модульної системи організації навчального процесу.

Поточний контроль проводиться під час виконання практичних завдань, індивідуальної роботи студентів, контрольних і самостійних робіт для засвоєння модуля (модульний контроль).

Підсумковий контроль – включає іспит з цієї навчальної дисципліни.

Кожен модуль може оцінюватись в умовних балах пропорційно обсягу часу, відведеному на засвоєння матеріалу цього модуля.

Курс складається з 2-х модулів. Кожен модуль оцінюється в балах за 100-бальною шкалою, враховуючи результати засвоєння теоретичного та практичного навчального матеріалу за час аудиторних занять та самостійної роботи, виконання і захисту лабораторних і практичних робіт.

Максимальна розрахункова кількість балів, яку студент може набрати за кожен модуль, дорівнює 100. Наприкінці семестру, перед атестацією, викладач підраховує рейтинг студента з навчальної роботи $R_{\text{нр}}$ за семестр, враховуючи кількість модулів у семестрі, набрані студентом бали за кожен модуль, та кількість кредитів ECTS, яка відповідає кожному модулю.

Розрахунковий рейтинг з дисципліни $R_{\text{дис}}$ приймається за 100 балів. При цьому, рейтинг з навчальної роботи $R_{\text{нр}}$ дорівнює 70 балів, рейтинг з атестації $R_{\text{ат}}$ – 30 балів.

Студенти, які протягом навчального семестру набрали кількість балів, яка менша ніж 50% від розрахункового рейтингу з навчальної роботи $R_{\text{нр}}$ (менша мінімальної рейтингової оцінки, тобто 35 балів за семестр), зобов'язані до початку сесії підвищити його, інакше вони не допускаються до атестації і мають академічну заборгованість.

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 введення в дію від 27.12.2019 р. № 1371)

Співвідношення між рейтингом здобувача вищої освіти і національними оцінками

Рейтинг здобувача вищої освіти, 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): $R_{\text{дис}} = R_{\text{нр}} + R_{\text{ат}}$.

9. Методичне забезпечення

1. Черниш О.М. Проектування машин та обладнання вібраційної дії. Методичні вказівки для студентів ОКР «Магістр» спеціальностей 8.090215 «Машини та обладнання сільгоспвиробництва», 8.090219 «Обладнання лісового комплексу» – К.: Вид. центр НУБіПУ, 2009. – 255 с.
2. Єременко О.І. Кінематичне дослідження важільних механізмів на ПЕОМ. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи. – К.: НАУ, 2005. – 23 с.
3. Єременко О.І. Динамічне балансування жорстких роторів. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи. – К.: НАУ, 2005. – 20 с.
4. Єременко О.І. Синтез та кінематичний аналіз планетарних механізмів. Методичні вказівки. – К.: НАУ, 2001.
5. Єременко О.І. Аналітична кінематика плоских важільних механізмів. – К.: НАУ, 2005.
6. Єременко О.І. Тертя в механізмах. Методичні вказівки. – К.: НАУ, 1999.
7. Пакети задач та тестів для поточного і підсумкового контролю / Укладач Черниш О.М.

10. Рекомендована література

Основна

1. Булгаков В.М., Черниш О.М. Грубий В.П. та ін.. Проектування машин та обладнання вібраційної дії. Навчальний посібник. – Кам'янець-Подільський.: ФОП Сисин О.В., 2012. – 288 с.
2. Булгаков В.М., Калетнік Г.М., Паламарчук І.П., Головач І.В., Черниш О.М. Машини та технологічне обладнання вібраційної дії. Навчальний посібник. – К.: «ХАЙ-ТЕК Прес», 2013. – 486 с.
3. Присяжнюк М.В., Адамчук В.В., Булгаков В.М., Черниш О.М., Яременко В.В. Теорія вібраційних машини сільськогосподарського виробництва. Монографія. – К.: Аграр. наука, 2013. – 440 с.

Допоміжна

1. Бабаков И.М. Теория колебаний. – М.: Наука, 1968. – 560 с.
2. Василенко М.В., Алексейчук О.М. Теорія коливань і стійкості руху. – К.: Вища шк., 2004. – 525 с.
3. Дубровский А.А. Вибрационная техника в сельском хозяйстве. – М.: Машиностроение, 1968. – 204 с.

4. Войтюк Д.Г., Барановський В.М., Булгаков В.М. та ін. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник/ /За ред. Д.Г.Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005.– 464 с.
5. Пановко Я.Г. Основы прикладной теории колебаний и удара.–Л.: Политехника, 1990. – 272 с.
6. Пановко Я.Г. Введение в теорию механических колебаний. – М.: Наука, 1980 – 272 с.
7. Светлицкий В.А., Стасенко И.В. Сборник задач по теории колебаний. – М.: Высш. шк., 1979. – 368 с.
8. Тимошенко С.П., Янг Д.Х, Уивер У. Колебания в инженерном деле. – М.: Машиностроение, 1985. – 472 с.
9. Вибрации в технике: Справочник. – Т.1-6. – М.: Машиностроение, 1981.
- 10.Быховский И.И. Основы теории вибрационной техники. – М.: Машиностроение, 1969.
- 11.Шелофаст В.В. Основы проектирования машин. – изд.2-е доп. – М.: Изд. АПМ, 2005. – 472 с.

11. Інформаційні ресурси

<http://www.nbu.gov.ua/>
<http://www.gntb.gov.ua/ua/>
<http://www.tib.uni-hannover.de/>
<http://www.bookshop.ua/>
<http://www.twirpx.com/file/1227191/>
<http://www.twirpx.com/file/908002/>