



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



Динаміка та комп'ютерне моделювання технологічного обладнання

Шифр та назва спеціальності
G9 – Прикладна механіка

Спеціалізація
–

Освітня програма
Інженерія технологічних та логістичних систем

Рівень освіти
Другий (магістерський)

Семестр
3

Інститут
ННІ Механічної інженерії та транспорту

Кафедра
Технологія машинобудування та металорізальні верстати (146)

Тип дисципліни
Вибіркова

Форма навчання
Денна

Мова викладання
Українська

Викладачі, розробники



Котляр Олексій Віталійович

Oleksii.Kotliar@khti.edu.ua

к.т.н., доцент, доцент кафедри технології машинобудування та металорізальних верстатів

Досвід роботи 15 років. Автор понад 80 наукових та навчально-методичних праць, 16 патентів, h-index (Scopus)=8.

Лектор з дисциплін: «Динаміка та комп'ютерне моделювання металорізального обладнання», «Технологічні основи машинобудування», «Автоматичні лінії в машинобудуванні», «Технологія верстатобудування, ремонт та модернізація верстатів».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

В рамках курсу студенти отримають розуміння основних динамічних параметрів металорізальних верстатів та їх вплив на забезпечення точності і якості обробки деталей. Студентами будуть вивчатися структура та особливості динамічних систем верстатів. Розроблятимуться динамічні моделі різних типів верстатів та їх елементів. В ході навчання студенти отримають навички з розрахунку динамічних характеристик пружних систем з однією та з декількома ступенями свободи, розрахунку несучих систем верстатів, шпиндельних вузлів, поворотних механізмів та інших вузлів верстатів. Ознайомляться з моделюванням динамічних систем різних верстатів на основі їх диференціальних рівнянь.

Мета та цілі дисципліни

Зформувати у студентів знання про структуру, особливості та аналіз динамічних систем верстатів. Студенти повинні оволодіти вмінням розробляти динамічні моделі різних типів верстатів та розраховувати їх амплітудні, часові та частотні характеристики. Виконувати моделювання динамічних систем у пакеті VisSim на основі їх диференціальних рівнянь. Володіти питаннями по поліпшенню динамічної якості верстатів з метою підвищення вібростійкості та точності обробки.

Формат занять

Лекції, практичні роботи, самостійна робота, консультації, дискусії, розповіді, покази, демонстрації, узагальнення та класифікація отриманої інформації та ін.. Підсумковий контроль – екзамен.

Компетентності

ЗК1.Здатність виявляти, ставити та вирішувати інженерно-технічні та науково-прикладні проблеми.

ЗК2.Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК3.Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК6.Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ФК1. Здатність застосовувати відповідні методи і ресурси сучасної інженерії для знаходження оптимальних рішень широкого кола інженерних задач із застосуванням сучасних підходів, методів прогнозування, інформаційних технологій та з урахуванням наявних обмежень за умов неповної інформації та суперечливих вимог.

ФК2. Здатність описати, класифікувати та змодельовати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні теорій та практик механічної інженерії, а також знаннях суміжних наук.

ФК4. Здатність зрозуміло і недвозначно доносити власні висновки, знання та пояснення до фахівців і нефахівців, зокрема і в процесі викладацької діяльності.

ФК5. Здатність планувати і виконувати експериментальні й теоретичні дослідження з прикладної механіки та дотичних міждисциплінарних проблем, опрацьовувати і узагальнювати результати досліджень.

Результати навчання

РН1. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання новітніх методів та методик проектування, аналізу і дослідження конструкцій, машин та/або процесів в галузі машинобудування та суміжних галузях знань;

РН2. Розробляти і ставити на виробництво нові види продукції, зокрема виконувати дослідно-конструкторські роботи та/або розробляти технологічне забезпечення процесу їх виготовлення;

РН3 Застосовувати системи автоматизації для виконання досліджень, проектно-конструкторських робіт, технологічної підготовки та інженерного аналізу в машинобудуванні;

РН4 Використовувати сучасні методи оптимізації параметрів технічних систем засобами системного аналізу, математичного та комп'ютерного моделювання, зокрема за умов неповної та суперечливої інформації.

РН5. Самостійно ставити та розв'язувати задачі інноваційного характеру, аргументувати і захищати отримані результати та прийняті рішення;

РН8. Оволодівати сучасними знаннями, технологіями, інструментами і методами, зокрема через самостійне опрацювання фахової літератури, участь у науково-технічних та освітніх заходах;

РН10. Вести пошук необхідної інформації в науково-технічній літературі, електронних базах та інших джерелах, засвоювати, оцінювати та аналізувати цю інформацію.

РН11. Планувати і виконувати експериментальні і теоретичні дослідження у сфері прикладної механіки, аналізувати їх результати, обґрунтовувати висновки.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредити ECTS): лекції – 48 год., практичні заняття – 16 год., самостійна робота – 72 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: "Виконуючі механізми та кінематика верстатів", "Проектування кінематики металорізальних верстатів", Конструювання та розрахунок металорізальних верстатів", "Технологія верстатобудування, ремонт та модернізація верстатів", "Основи теорії різання матеріалів та ріжучий інструмент", "Теоретична механіка", "Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання", "Теорія механізмів і машин", "Опір матеріалів", "Деталі машин".

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Методи навчання:

- навчальний проект, що концептуально полягає у «навчання через діяльність» застосовується в основному на практичних роботах (рідше на лекціях). Застосування методу передбачає надання студентам достатньо широкого набору проектів для реалізації можливості реального вибору. Слід зазначити, що проекти можуть бути як індивідуальними, так і колективними. Останні, крім іншого, сприяють освоєнню студентом колективних методів роботи. Для оволодіння проектним способом роботи студенту надаються інструкції щодо роботи над проектом (методичні вказівки). Кожен навчальний проект передбачає отримання кінцевого результату із використанням підручного матеріалу за темою роботи, результати отримання якого і стають посиланням на отримання кінцевого оцінювання. Колективне обговорення складних моментів при вирішенні поставленої задачі, формує терена колективної роботи та є позитивним досвідом, як для студента, так і для викладача.
 - Метод проектів орієнтується головним чином на освоєння прийомів роботи із ГВС. Обов'язковим компонентом процесу навчання є контроль, або перевірка результатів навчання. Суть перевірки результатів навчання полягає у виявленні рівня засвоєння знань студентами, який повинен відповідати освітньому стандарту з навчальної дисципліни.
 - Пояснювально-ілюстраційний метод, що передбачає використання наглядного лекційного матеріалу у вигляді таблиць, плакатів, презентацій виконаних у середовищі MS Power Point.
 - Репродуктивний метод, що застосовується при виконанні практичних робіт та вирішенні типових завдань.
 - Метод стимулювання та мотивації навчання є застосовним при спонуканні студентів до самостійного опрацювання матеріалів дисципліни (можливість отримання мотиваційних додаткових балів за активну роботу на заняттях, при підготовці доповідей або завчасному виконанні розрахункового завдання).
 - Методи контролю та самоконтролю, що передбачають перевірку поточних знань миттєвими опитуваннями чи короткочасними тестами на початку заняття, а також планованими модульними контролями.
- Освоєння дисципліни передбачає постійний контакт викладача та студента через бесіду, лекцію, розповідь, покази, демонстрації, ЛЗ, самостійну роботу, узагальнення та класифікацію отриманої інформації та ін.

Програма навчальної дисципліни

Навчальні заняття

Лекції

Теми лекцій

Кількість годин

Тема 1. Динамічні системи верстатів.

6

Структура та особливості динамічних систем верстатів.

Динамічні моделі верстатів та їх елементів.

Розробка динамічних моделей пружних систем верстатів та їх елементів.

Тема 2. Пружні системи верстатів.

6

Статичні характеристики пружних систем.

Динамічні характеристики пружних систем з однією та з декількома ступенями свободи.

Розрахунок несучих систем верстатів.

Динаміка шпиндельних вузлів.

Тема 3. Процеси тертя в механізмах верстатів.	6
Характеристики процесу тертя та визначення сил тертя в механізмах.	
Фрикційні автоколивання.	
Методи зменшення втрат на тертя та підвищення точності позиціонування.	
Тема 4. Динаміка різання.	6
Характеристики процесу різання.	
Визначення характеристик верстатів при різанні.	
Тема 5. Динаміка привода головного руху та приводів подач.	6
Характеристики двигунів та рухомих елементів.	
Перехідні процеси в приводах верстатів.	
Методи покращення динамічних характеристик приводів.	
Тема 6. Динаміка механізмів допоміжних рухів.	6
Динаміка поворотних механізмів.	
Динаміка зажимних механізмів.	
Динаміка завантажувальних механізмів.	
Тема 7. Методи підвищення динамічної якості верстатів.	6
Роботи по підвищенню динамічної якості верстатів.	
Методи підвищення вібростійкості та точності обробки.	
Тема 8. Складання диференціальних рівнянь лінійних переміщень елементів металорізальних верстатів для визначення їх амплітудно-частотних та фазово-частотних характеристик.	6
Загальна кількість годин	48

Практичні заняття

Теми практичних/семінарських занять	Кількість годин	Вагові коефіцієнти α
Тема 1. Розробка динамічної моделі пружної системи токарного верстата та формування системи диференціальних рівнянь для її опису.	4	1
Креслення функціональної та структурної схем верстата Складання диференціальних рівнянь лінійних переміщень основних вузлів верстата		
Тема 2. Розробка динамічної моделі пружної системи фрезерного верстата та формування системи диференціальних рівнянь для її опису.	4	1
Креслення функціональної та структурної схем верстата Складання диференціальних рівнянь лінійних переміщень основних вузлів верстата		
Тема 3. Розробка динамічної моделі пружної системи круглошліфувального верстата та формування системи диференціальних рівнянь для її опису.	4	1
Креслення функціональної та структурної схем верстата Складання диференціальних рівнянь лінійних переміщень основних вузлів верстата		

Тема 4. Розрахунок сил тертя, жорсткості та коефіцієнтів демпфірування основних вузлів круглошліфувального верстата.	4	1
Розрахунок сил тертя у напрямних шліфувальної бабаки		
Розрахунок жорсткості шпиндельного вузла шліфувальної бабки		
Розрахунок коефіцієнта демпфірування гідродинамічних підшипників		

Загальна кількість годин	16	$\sum_{i=1}^n a_i = 4$
---------------------------------	-----------	------------------------

Контрольні роботи

Комплексний тест з динаміка та комп'ютерне моделювання технологічного обладнання	Вагові коефіцієнти b
---	-----------------------------

Тема. Використання диференціальних рівнянь для визначення амплітудно-частотних та фазово-частотних характеристик елементів металорізальних верстатів.	1
--	---

Загальна кількість годин	$\sum_{i=1}^n b_i = 1$
---------------------------------	------------------------

Самостійна робота

Курс передбачає виконання індивідуального домашнього завдання з розрахунку динамічних характеристик привода головного руху металорізального верстата. Студентам видаються початкові динамічні схеми привода, які вони спрощують і виконують їх аналіз, визначаючи мінімальні власні частоти, форми власних коливань та пікові навантаження при вмиканні двигуна.

Самостійна робота

До самостійної роботи відноситься самостійне опрацювання теоретичного матеріалу та виконання індивідуального завдання (реферат).

Опрацювання теоретичного матеріалу

Теми для самостійного вивчення	Кількість годин
Тема 1. Закони руху елементів та характеристики швидкодії елементів.	4
Тема 2. Розрахунок віброізоляції верстатів.	6
Тема 3. Способи підвищення характеристик пружних систем верстатів.	4
Тема 4. Структура та блоки пакету прикладних програм VisSim.	8
Тема 5. Експериментальне визначення динамічних характеристик верстатів.	4
Тема 6. Розробка та аналіз математичних моделей процесів обробки матеріалів на металорізальних верстатах.	10
Тема 7. Методи підвищення динамічних характеристик приводів подач.	4

Тема 8. Врахування динамічних факторів при розробці технологічних процесів	4
Тема 9. Моделювання динамічної системи у пакеті VisSim на основі її диференціального рівняння на прикладі вільних коливань	4
Тема 10. Дослідження статичних та динамічних характеристик електродвигунів	8
Тема 11. Методи підвищення точності обробки на підставі динамічних характеристик.	4
Тема 12. Моделювання вимушених коливань одномасової динамічної системи.	4
Тема 13. Моделювання фрикційних релаксаційних автоколивань	4
Тема 14. Методи зменшення навантажень та часу виконання допоміжних рухів	4
Загальна кількість годин	72

Тематика індивідуальних завдань

Розрахункове завдання передбачає виконання індивідуального звіту, розкривати задану проблему, демонструвати вміння аналізувати інформацію та оформлювати текстові документи відповідно до мети навчальної дисципліни. Здобувач отримує варіант завдання згідно номера у списку групи. Обсяг завдання: 8–10 сторінок основного тексту. Завдання має бути оформлене відповідно до вимог, наведених у літературному джерелі [5]. Воно виконується протягом навчальних тижнів і подається на перевірку до екзамену.

Динаміка та комп'ютерне моделювання технологічного обладнання

Тема 1. Структура та блоки пакету прикладних програм VisSim	Error! Bookmark not defined.
Тема 2. Моделювання динамічної системи у пакеті VisSim на основі її диференціального рівняння на прикладі вільних коливань	
Тема 3. Моделювання вимушених коливань одномасової динамічної системи	
Тема 4. Дослідження процесу точення у замкнутій технологічній системі	
Тема 5. Математична модель системи з двома ступенями свободи на прикладі динамічного гасителя коливань	
Тема 6 Дослідження статичних та динамічних характеристик двигуна постійного струму (ДПТ)	
Тема 7. Розробка та аналіз математичної моделі переривчастого шліфування	
Тема 8. Моделювання фрикційних релаксаційних автоколивань	
Загальна кількість годин	36

Неформальна освіта

Здобувач має можливість перезарахувати окремі теми або курс шляхом: проходження професійних курсів чи тренінгів, онлайн-освіти, професійних стажувань, у сфері, що відповідає навчальним цілям дисципліни.

Для зарахування необхідно надати: сертифікат (електронний або друкований) про проходження курсу/стажування, опис програми тренінгу із зазначенням змісту тем, обсягу та тривалості.

Література та навчальні матеріали

Основна література

1. Струтинський В.Б. Динамічні процеси в металорізальних верстатах: Монографія. / В.Б.Струтинський, В.М. Дрозденко. Київ.: Основа-Принт, 2010.– 440 с
2. Струтинський В.Б. Технологія моделювання динамічних процесів та систем. Монографія. / В.Б.Струтинський, Веселовська Н.Р. Вінниця: О.Власюк 2007.– 466 с.
3. Онищенко О. Г. Структура, кінематика та динаміка механізмів: навч. посіб. [для студ. вищ. навч. закл.] / О.Г. Онищенко, Б.О. Коробко, К.М. Ващенко. – Полтава: ПолтНТУ, 2010. – 274 с.
4. Петраков Ю.В. Автоматичне управління процесами обробки матеріалів різанням: Навчальний посібник + CD Міністерство освіти і науки України, Київ 2004.– 384 с.
5. Система стандартів з організації навчального процесу. ТЕКСТОВІ ДОКУМЕНТИ У СФЕРІ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ. Загальні вимоги до виконання. СТЗВО-ХПІ-3.01-2025.
<https://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/metodotdel/wp-content/uploads/sites/28/2025/06/STZVO-HPI-3.01-2025-2.pdf>

Додаткова література

6. В.Б. Струтинський, Н.Р. Веселовська. Технологія моделювання динамічних процесів та систем. Монографія. - Вінниця:О.Власюк, 2007.- 466с.
7. Офіційний сайт групи компаній Fanuc [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.fanuc.com>.
8. Офіційний сайт групи компаній HEIDENHAIN [Електронний ресурс]. - Режим доступу: www.heidenhain.de.
9. Офіційний сайт групи компаній Knuth [Електронний ресурс]. - Режим доступу: www.knuth.de.

Система оцінювання

Підсумкова оцінка з освітнього компонента визначається відповідальним лектором за темами, видами занять, тощо відповідно до силабусу і є інтегральною оцінкою результатів усіх вид навчальної діяльності здобувача вищої освіти. Підсумкова оцінка повинна відображати всі оцінки за складовими навчального процесу з урахуванням їх вагових показників k :

Поточний контроль (лабораторні роботи), k_1	Контрольні роботи (за наявності), k_2	Індивідуальне завдання (за наявності), k_3	Підсумковий контроль (для ОК з іспитом), k_4
0,2	0,3	0,4	0,1

Сума коефіцієнтів повинна складати одиницю: $k_1 + k_2 + k_3 + k_4 = 1$. Підбір вагових коефіцієнтів підсумкової оцінки здійснює розробник курсу.

Розрахунок підсумкової оцінки проводиться за формулою:

де: – середньозважена середня оцінка за поточний контроль,
 – оцінка за виконання індивідуального завдання,
 K – середньозважена оцінка за контрольні роботи,
 Γ – оцінка за підсумковий контроль.

де: a_i – ваговий коефіцієнт за лабораторне заняття.

$$K = \frac{K_1 \cdot b_1}{\sum_{i=1}^n b_i}$$

де: b_i – ваговий коефіцієнт за контрольну роботу.

Поточні оцінки за кожну складову (, K , ...)
 виставляються за 100-бальною шкалою згідно з
положенням «Про критерії та систему оцінювання
 знань та вмінь і про рейтинг здобувачів вищої
 освіти» НТУ «ХПІ».

Підсумкова оцінка виставляється відповідно до
 розрахованої з округленням до найближчого
 цілого числа в більшу сторону.

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Здобувач вищої освіти повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту.

Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

Дата погодження, підпис

Завідувач кафедри
Олександр ПЕРМЯКОВ

Дата погодження, підпис

Гарант ОПП

