




Міністерство освіти і науки України  
Національний університет «Чернігівська політехніка»  
Навчально-науковий інститут механічної інженерії  
технологій та транспорту  
Кафедра автомобільного транспорту та галузевого  
машинобудування


**СИЛАБУС**  
**Динаміка верстатів (ОК 25)**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри


 В.І. Кальченко  
(підпис) (прізвище та ініціали)

« 24 » \_\_\_\_\_ січня \_\_\_\_\_ 2024 р.

Розробник (-и): Кологойда А.В., к.т.н., доцент кафедри АТ та ГМ   
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання) (підпис)

Силабус навчальної дисципліни обговорено на засіданні кафедри \_\_\_\_\_ АТ та ГМ  
(назва кафедри)

Протокол від « 24 » \_\_\_\_\_ січня \_\_\_\_\_ 2024 р. №1

Узгоджено з гарантом освітньої програми:  \_\_\_\_\_ Кологойда А.В.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

<b>Тип дисципліни</b>	<i>Обов'язкова.</i>
<b>Мова викладання</b>	Українська.
<b>Рік навчання та семестр</b>	4 рік навчання; 8 семестр. ОП «Галузеве машинобудування» першого (бакалаврського) рівня.
<b>Викладач (-і)</b>	Антоніна Вікторівна Кологойда, доцент кафедри автомобільного транспорту та галузевого машинобудування НУ «Чернігівська політехніка», канд. техн. наук.
<b>Профайл викладача (-ів)</b>	<a href="https://atandii.stu.cn.ua/?page_id=202">https://atandii.stu.cn.ua/?page_id=202</a>
<b>Контакти викладача</b>	<a href="mailto:kolohoidaitm@stu.cn.ua">kolohoidaitm@stu.cn.ua</a>

**1. Анотація курсу.** Предмет вивчення – динамічні явища, зокрема що виникають в процесі обробки різанням.

Після вивчення дисципліни здобувач вищої освіти знатиме загальні закономірності і тенденції розвитку сучасного автоматизованого металообробного обладнання, а також роль динамічних явищ при роботі металорізальних верстатів; структуру динамічної системи верстатів, основні складові процесу та їх особливості; основні види динамічних навантажень для різних типів верстатів та їх вплив на вібробостійкість верстату.

**2. Мета та цілі курсу.** Метою дисципліни «Динаміка верстатів» є придбання здобувачами вищої освіти спеціальних знань щодо фундаментальних принципів динаміки. Дисципліна ставить своїми задачами придбання спеціальних знань з загальних принципів динаміки металорізальних верстатів та систем.

Під час вивчення дисципліни здобувач вищої освіти має набути або розширити компетентності, передбачені освітньою першою другого (бакалаврського) рівня «Галузеве машинобудування»:

ІК. Здатність особи розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми в певній галузі професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів відповідних наук і характеризується комплексністю та невизначеністю умов..

ЗК5. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК10. Здатність використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК15. Здатність приймати обґрунтовані рішення. Здатність до зрозумілого і недвозначного донесення власних висновків, а також знань та пояснень, що їх обґрунтовують, до фахівців і нефахівців.

ЗК16. Здатність відповідально ставитись до поставлених завдань та сумлінно їх виконувати.

ФК15. Здатність взаємодіяти з іншими людьми в конструктивному ключі, навіть при вирішенні складних питань. Здатність до розв'язання складних задач і проблем, що потребує оновлення та інтеграції знань.

ФК17. Здатність оцінювати і підтримувати якість роботи. Здатність застосовувати сучасне обладнання, налагоджувати його, програмувати, забезпечуючи при цьому потрібну якість обробки.

**3. Результати навчання.** Здобувач має досягти або вдосконалити наступні програмні результати навчання (ПРН):

РН15. Уміння виконувати розрахунки на міцність, витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість деталей машин. Уміння оцінювати надійність деталей і конструкцій машин в процесі статичного та динамічного навантаження.

РН16. Уміння створювати і теоретично обґрунтовувати конструкції машин, механізмів та їх елементів на основі методів прикладної механіки, загальних принципів конструювання, теорії взаємозамінності, стандартних методик розрахунку деталей машин. Уміння застосовувати конструкції, методики вибору і розрахунку, основи обслуговування і експлуатації приводів верстатного і робототехнічного обладнання.

РН19. Уміння враховувати при прийнятті рішень основні фактори техногенного впливу на навколишнє середовище і основні методи захисту довкілля, охорони праці та безпеки життєдіяльності.

РН20. Уміння на основі виявлення структури розмірних зв'язків, здійснювати розмірний аналіз конструкцій та технологій.

**4. Пререквізити.** Передумовою вивчення дисципліни є успішне засвоєння дисциплін «Вища математика», «Прикладна математика», «Теорія різання», «Теорія механізмів і машин».

## 5. Обсяг курсу.

Вид заняття	Загальна кількість годин
Лекції	16
Лабораторні заняття	14
Самостійна робота	90
Індивідуальне завдання – розрахункова графічна робота	
Всього кредитів	4

Форма проведення занять – лекційні, лабораторні заняття та самостійна робота з використанням системи дистанційного навчання Moodle, літератури, відеоматеріалів, інтернет-ресурсів.

## 6. Тематика курсу.

### Тематика лекційних занять

#### *Змістовий модуль 1. Динаміка верстатів. Основні положення.*

##### **Тема 1.** Вступ

Мета і основні задачі курсу. Значення динаміки верстатів на сучасному етапі розвитку металообробки і верстатобудування. Короткий історичний огляд розвитку динаміки верстатів Вихідні положення динаміки верстатів по В.О.Кудинову.

##### **Тема 2.** Динамічна якість верстату

Основні поняття та визначення динаміки верстатів. Показники динамічної якості верстата і їх особливості: стійкість і запас стійкості; відхилення системи при зовнішніх впливах; швидкодія системи.

##### **Тема 3.** Динамічна система верстату

Уявлення про ДС верстату і її складові елементи. Розімкнена система. її особливості і застосування. Замкнена система, її особливості і застосування. Види збуджень, що діють на верстат. Авто коливання і вібрації при різанні, їх негативний вплив на якість обробки. Поняття про еквівалентні динамічні системи верстата і їх використання

##### **Тема 4.** Еквівалентна пружна система (ЕПС) верстату

Статична характеристика ЕПС, методи її отримання і лінеаризації. Податливість та жорсткість верстата Центр жорсткості, еліпс жорсткості та їх визначення Метод пеленгації. Поняття про нормальні координати ЕПС та їх визначення. Методи нормалізації систем. Динамічні характеристики ЕПС (перехідні і частотні), методи їх отримання. Побудова та аналіз амплітудно-фазово-частотних характеристик (АФЧХ) і форм коливань ЕПС верстату. Методика і технічні засоби зняття експериментальних характеристик верстатів вібратори, домкрати, динамометри, датчики, підсилююча і реєструюча апаратура, додаткові прилади. Обробка результатів вимірювань, побудова характеристик. Засоби покращення характеристик ЕПС Конструкції демпферних пристроїв. Власна нестійкість ЕПС верстату та її елементів. Методи підвищення стійкості системи

#### *Змістовий модуль 2. Динамічні параметри в процесі різання.*

##### **Тема 1.** Процес різання

Процес різання і його особливості. Статична характеристика процесу різання Сила різання, коефіцієнт різання. Динамічна характеристика процесу різання з урахуванням сил по передній поверхні інструмента. Динамічна характеристика процесу різання з урахуванням сил по задній поверхні інструмента. Власна стійкість процесу різання Нарост при різанні і гіпотеза «температурного ножа». Методи боротьби з наростом.

##### **Тема 2.** Процеси тертя в з'єднаннях верстату

Процеси тертя в з'єднаннях ЕПС верстата і їх особливості. Види тертя у верстатах. Статичні та динамічні характеристики процесу тертя. Засоби підвищення власної стійкості процесу тертя.

### **Тема 3. Процеси в двигунах верстату**

Процеси в електричних двигунах верстату і їх особливості. Процеси в гідравлічних двигунах верстату і їх особливості. Процеси в пневматичних двигунах верстату і їх особливості. Власна стійкість приводів.

### **Тема 4. Стійкість ДС верстату**

Методика експериментального і розрахункового визначення стійкості динамічної системи верстата. Критерії стійкості Найквіста і інші. Методика дослідження вібростійкості верстата на граничну стружку. Межа і запас стійкості при обробці на верстаті «по чистому». Визначення стійкості при обробці на верстаті «по сліду» (із запізненням). Умови статичної нестійкості верстату і явище дивергенції інструмента.

### **Тематика лабораторних занять**

1. Визначення області стійкості токарного верстата
2. Визначення жорсткості верстата при різанні
3. Визначення крутильної жорсткості верстата
4. Визначення динамічних характеристик пружної системи токарного верстата 16K20
5. Визначення динамічних характеристик шпindelного вузла токарного верстата
6. Визначення динамічних характеристик одномасової коливальної системи
7. Побудова частотних характеристик одномасової коливальної системи та їх дослідження

### **Тематика самостійної роботи**

Самостійне опрацювання лекційного матеріалу.

Підготовка до практичних робіт та лабораторних занять.

Самостійне опрацювання окремих питань: Показники динамічної якості верстата і їх особливості: стійкість і запас стійкості; відхилення системи при зовнішніх впливах; швидкодія системи. Види збуджень, що діють на верстат. Авто коливання і вібрації при різанні, їх негативний вплив на якість обробки. Поняття про еквівалентні динамічні системи верстата і їх використання. Конструкції демпферних пристроїв. Власна нестійкість ЕПС верстату та її елементів. Методи підвищення стійкості системи. Методи розрахунку статичних і динамічних характеристик шпindelних і інших вузлів верстатів. Стаціонарна динамічна похибка. Примусові коливання при дії на пружну систему верстата. Гармонійний аналіз і власний частотний спектр верстата. Точність і коливання верстата при холостому ході. Методи боротьби з джерелами примусових коливань верстатів (віброізоляція, віброопори і інші). Умови вібростійкості верстата. Стійкість системи при установочних переміщеннях вузлів верстату. Основні віброакустичні методи діагностики машин. Методика проведення динамічної діагностики верстата. Активні методи вібродіагностики, що застосовуються в автоматичних верстатних комплексах.

Підготовка до екзамену.

### **7. Система оцінювання та вимоги.**

<b>Загальна система оцінювання курсу</b>	Поточний контроль протягом семестру (відвідування занять, виконання та захист лабораторних робіт) та семестровий контроль у вигляді екзамену.
<b>Практичні заняття</b>	Підготовленість, самостійність виконання, своєчасність виконання.
<b>Умови допуску до підсумкового контролю</b>	Виконані та захищені всі лабораторні роботи, завантажено у Moodle звіт про виконання лабораторних робіт та розрахунково-графічна робота. Мінімум 35 балів за результатами поточного контролю.

### Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти

Модуль за тематичним планом дисципліни та форма контролю		Кількість балів
<i>Змістовий модуль 1. Динаміка верстатів. Основні положення.</i>		
<i>Змістовий модуль 2. Динамічні параметри в процесі різання.</i>		
1	Присутність на лекційних заняттях	1..10
3	Поточний контроль за результатами виконання лабораторних робіт	42
5	Виконання та захист РГР	23
<b>Усього поточний і проміжний модульний контроль</b>		<b>75</b>
<b>Семестровий контроль (екзамен)</b>		<b>25</b>
<b>Разом</b>		<b>0...100</b>

### Поточний контроль за результатами лабораторних робіт

Вид заняття	Загальна кількість годин
1. Самостійність виконання лабораторних робіт	0...7 (7 лабораторних робіт по 1 балу)
2. Правильність виконання роботи	0...14 (7 лабораторних робіт по 2 балу)
3. Якість оформлення звіту	0...14 (7 лабораторних робіт по 2 бали)
4. Захист лабораторних робіт	0...7 (7 лабораторних робіт по 1 балу)
<b>Усього</b>	<b>42</b>

### Шкала оцінювання результатів навчання

Оцінка в балах	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою (диференційований залік)	
		для екзамену (диференційованого заліку), курсового проєкту (роботи), практики, атестації	для заліку
90 – 100	<b>A (відмінно)</b>	відмінно	зараховано
82-89	<b>B (дуже добре)</b>	добре	
75-81	<b>C (добре)</b>		
66-74	<b>D (задовільно)</b>	задовільно	
60-65	<b>E (достатньо)</b>		
0-59	<b>FX (незадовільно)</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	незараховано з можливістю повторного складання

#### 8. Політики курсу.

У випадку, якщо здобувач протягом семестру не виконав у повному обсязі всіх видів навчальної роботи, має невідпрацьовані лабораторні роботи або не набрав мінімально необхідну кількість балів (25), він не допускається до складання екзамену під час семестрового контролю, але має право ліквідувати академічну заборгованість у порядку, передбаченому [«Положенням про поточне та підсумкове оцінювання знань здобувачів НУ «Чернігівська](#)

[політехніка»](#)). Повторне складання екзамену з метою підвищення позитивної оцінки не дозволяється. У випадку повторного складання екзамену всі набрані протягом семестру бали анулюються.

До загальної політики курсу відноситься дотримання принципів відвідування занять у відповідності до затвердженого розкладу, а також вільного відвідування лекційних занять для осіб, які отримали на це дозвіл відповідно до [«Порядку надання дозволу на вільне відвідування занять здобувачам вищої освіти НУ «Чернігівська політехніка»](#)). Запорукою успішного вивчення дисципліни є активність та залучення під час проведення практичних, лабораторних та лекційних занять – відповіді на запитання викладача (як один з елементів поточного контролю), задавання питань для уточнення незрозумілих моментів, вирішення практичних завдань. Консультації відбуваються в аудиторіях університету у відповідності до затвердженого розкладу або ж особистих чи групових консультацій (через вбудований форум) на сторінці курсу в системі дистанційного навчання НУ «Чернігівська політехніка».

#### *Політика дедлайнів*

Своєчасність здачі лабораторної роботи оцінюється в 1-3 бали за кожну роботу. Відповідно, максимальна оцінка за невчасно здані роботи зменшується на зазначену кількість балів. Виключенням може бути наявність поважних причин несвоєчасної здачі зазначених робіт (хвороба, участь в зазначений час в інших видах навчальної, наукової чи організаційної роботи, офіційна робота за фахом тощо).

#### *Політика користування ноутбуками / смартфонами*

Прохання до здобувачів тримати смартфони переведеними у беззвучний режим протягом лекційних, практичних та лабораторних занять, так як дзвінки, переписки та спілкування у соціальних мережах відволікають від проведення занять як викладача, так й інших здобувачів. Планшети, смартфони та ноутбуки не можуть використовуватися в аудиторіях під час занять та під час проведення підсумкового контролю (за виключенням проходження тестового контролю в системі Moodle).

#### *Політика заохочень та стягнень*

За результатами навчальної, наукової або організаційної діяльності здобувачів вищої освіти за курсом їм можуть нараховуватися додаткові бали – до 10 балів, у залежності від вагомості досягнень. Види позанавчальної діяльності, за якими здобувачі вищої освіти заохочуються додатковою кількістю балів: участь у міжнародних проектах, наукові дослідження, тези, участь у науково-практичних конференціях, винаходи, патенти, авторські свідоцтва за напрямами курсу.

#### *Політика академічної доброчесності*

Академічна доброчесність повинна бути забезпечена під час проходження даного курсу, зокрема при виконанні практичних, контрольних та розрахунково-графічних робіт (КР/КП) (принципи описані у [Кодексі академічної доброчесності НУ «Чернігівська політехніка»](#)). Списування під час проміжного та підсумкового контролів, виконання практичних завдань на замовлення, підказки вважаються проявами академічної недоброчесності. Від усіх слухачів курсу очікується дотримання академічної доброчесності у зазначених вище моментах. До здобувачів вищої освіти, у яких було виявлено порушення академічної доброчесності, застосовуються різноманітні дисциплінарні заходи (включаючи повторне проходження певних етапів).

#### *Правила перезарахування кредитів*

Кредити, отримані в інших закладах вищої освіти, а також результати навчання у неформальній та/або інформальній освіті, можуть бути перезараховані викладачем у відповідності до положення [«Порядок визначення академічної різниці та перезарахування навчальних дисциплін у НУ «Чернігівська політехніка»](#)). Визнання результатів навчання у неформальній освіті розповсюджується на окремі змістові модулі (теми) навчальної дисципліни.

## 9. Рекомендована література.

1. Динаміка верстатів. Методичні вказівки до практичних занять з обов'язкової дисципліни «Динаміка верстатів» для студентів за спеціальністю 133 – Галузеве машинобудування денної форми навчання / Укл.: Кологойда А.В., Пасов Г.В., Следнікова О.С. Чернігів: ЧНТУ, 2019. – 57 с.

2. Динаміка та міцність машин: Навчальний посібник для студентів ЗДІА за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування» другого (магістерського) освітньо-кваліфікаційного рівня / Шевченко І.А., Васильченко Т.О.; Запорізька державна інженерна академія – Запоріжжя: ЗДІА, 2018. – 160 с

3. Ловейкін В.С. Динаміка машин / В.С. Ловейкін, Ю.О. Ромасевич. – К.: ЦП „КОМПРИНТ”, 2013. – 227 с.

4. Моделювання динаміки механізмів вантажопідйомних машин [Текст]/Ловейкін В.С., Човнюк Ю.В., Діктерук М.Г., Пастушенко С.І.]. – К.- Миколаїв: РВВ МДАУ, 2004. - 286 с.

5. Haddad Y. M. Viscoelasticity of engineering materials / Yehia M. Haddad.– London Chapman & Hall, 1995. – 378 p.

6. <https://www.solidworks.com/>

7. <https://www.mathcad.com/>

