

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Кафедра «Металорізальні верстати та інструменти»
(найменування кафедри, яка відповідає за дисципліну)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан _____

«_____» _____ 2025_ року

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ВКПП 08 Динаміка металорізальних верстатів
(шифр за відповідною освітньою програмою та назва навчальної дисципліни)

освітня програма (спеціалізація) Металорізальні верстати та системи
(назва освітньої програми (спеціалізації))

спеціальність 133 Галузеве машинобудування
(код і найменування спеціальності)

галузь знань 13 «Механічна інженерія»
(код і найменування галузі)

ступінь вищої освіти магістр
(назва ступеня вищої освіти)

2025_ рік

програма з дисципліни Динаміка металорізальних верстатів
(назва навчальної дисципліни)

спеціальності 133 Галузеве машинобудування
(код і найменування спеціальності)

освітня програма (спеціалізація) Металорізальні верстати та системи
(назва освітньої програми (спеціалізації))

Розробник (и): Солоха В. В., доцент, канд. техн. наук, доцент
(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Програма погоджена:

Завідувач кафедри М.В. Фролов
на якій виконується освітній компонент 2025

Гарант освітньої програми Михайло Фролов
(і'мя прізвище) 2025

Схвалено науково-методичною комісією машинобудівного факультету
(найменування факультету)

Протокол від « 26 » серпня 2025 року № 1

Голова науково-методичної комісії Василь Глушко
(і'мя прізвище) 2025

1. Опис навчальної дисципліни

Загальна характеристика

Обов'язковий освітній компонент	
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський) рівень
Ступінь вищої освіти	Магістр
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	133 Галузеве машинобудування
Обмеження щодо форм навчання	Без обмежень

Найменування показників	Характеристика навчальної дисципліни	
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів	6	
Модулів	2	-
Змістових модулів	4	-
Семестр	1	1
Загальна кількість годин	180	
з них аудиторних:	60	8
<i>лекції</i>	30	6
<i>практичні</i>	-	-
<i>лабораторні</i>	28	2
<i>семінарські</i>	-	-
з них самостійної роботи:	120	172
Занять на тиждень на тиждень	4	6
Індивідуальні завдання		
Форма контролю	залік	
Курсова робота (проект) (загальний обсяг)	-	

2. Мета навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни є “Динаміка металорізальних верстатів” є вивчення динамічних процесів, що виникають в металорізальних верстатів внаслідок процесу різання та роботи окремих механізмів і систем, та виявлення факторів, які впливають на характеристики коливального процесу, задля усунення шкідливих впливів на якість обробки деталей на верстаті

3. Завдання вивчення дисципліни

Основне завдання навчальної дисципліни є з'ясування зв'язків між робочими процесами, що протікають в верстаті і пружною системою та їх взаємовпливу; вивчення причин виникнення змусених коливань в верстатах та появи автоколивань; визначення показників і критеріїв стійкості системи верстата; визначення статичних і динамічних характеристик коливальних систем з одним та двома ступенями вільності; вивчення динамічних навантажень в приводі в перехідних процесах, методи поліпшення динамічних характеристик пружної системи та приводу.

4. Пререквізити і постреквізити навчальної дисципліни

Курс “Динаміка металорізальних верстатів” базується на таких дисциплінах:

- теоретична механіка;
- металообробне обладнання;
- теорія різання;
- фізика;
- трибологія.

5. Характеристика навчальної дисципліни

Загальні компетентності:

- здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології;
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;
- здатність приймати обґрунтовані рішення.

Фахові компетентності:

- здатність застосовувати типові аналітичні методи та комп'ютерні програмні засоби для розв'язування інженерних завдань галузевого машинобудування, ефективні кількісні методи математики, фізики, інженерних наук, а також відповідне комп'ютерне програмне забезпечення для розв'язування інженерних задач галузевого машинобудування;
- здатність застосовувати фундаментальні наукові факти, концепції, теорії, принципи для розв'язування професійних задач і практичних проблем галузевого машинобудування;
- здатність оцінювати техніко-економічну ефективність типових систем та їхніх складників на основі застосовування аналітичних методів, аналізу аналогів та використання доступних даних;

- здатність приймати ефективні рішення щодо вибору конструкційних матеріалів, обладнання, процесів та поєднувати теорію і практику для розв'язування інженерного завдання;
- здатність аналізувати динамічні явища в верстатах і пропонувати заходи, спрямовані на усуненні негативних явищ, зумовлених ними.

Очікувані програмні результати навчання:

- знання і розуміння засад технологічних, фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі галузевого машинобудування відповідної галузі;
- знати і розуміти системи автоматичного керування об'єктами та процесами галузевого машинобудування, мати навички їх практичного використання;
- здійснювати інженерні розрахунки для вирішення складних задач і практичних проблем у галузевому машинобудуванні;
- розуміти необхідність прийняття оптимальних рішень при вирішенні задач галузевого машинобудування; вміти формулювати критерії оптимальності, створювати, використовувати, аналізувати та досліджувати оптимізаційні моделі; здійснювати оптимізацію чисельними методами, в тому числі при вирішенні питань якості продукції. Вміти аналізувати, забезпечувати та поліпшувати експлуатаційні характеристики об'єктів та процесів галузевого машинобудування задля забезпечення їх надійності;
- аналізувати інженерні об'єкти, динамічні процеси, що в них протікають процеси та методи впливу на них;
- розуміти динамічні явища, характер їх протікання та вплив на поведінку та якість роботи верстатного обладнання.

1. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Динамічна система верстата і її властивості

- Тема 1. Динаміка верстатів. Замкнена динамічна система (ДС) верстатів, (2 год.).
- Тема 2. Статична характеристика основних елементів ДС, (2 год.).
- Тема 3. Частотні методи аналізу ДС верстатів, (2 год.).
- Тема 4. Показники динамічної якості верстатів, (2 год.).
- Тема 5. Стійкість складної еквівалентної пружної системи (ЕПС) з двома ступенями вільності (4 год.).

Змістовий модуль 2. Види коливань в верстатах

- Тема 6. Змусені коливання в верстатах (2 год.).
- Тема 7. Автоколивання в верстатах (2 год.).
- Тема 8. Динаміка приводу верстатів процесах (2 год.).
- Тема 9. Характеристики процесу різання (4 год.).
- Тема 10. Процеси тертя в механізмах верстатів (2 год.).
- Тема 11. Коливання несучих систем (2 год.).
- Тема 12. Стійкість динамічної системи верстата (2 год.).
- Тема 13. Аналіз та оцінка динамічних характеристик верстатів (2 год.).

2. Орієнтовний розподіл навчального часу

[illegible]

Тема 9. <i>Характеристики процесу різання</i>	20	4				16	20					20
Тема 10. <i>Процеси тертя в механізмах верстатів</i>	11	2				9	11					11
Тема 11. <i>Коливання несучих систем</i>	11	2				9	11					11
Тема 12. <i>Стійкість динамічної системи верстата</i>	11	2				9	11					11
Тема 13. <i>Аналіз та оцінка динамічних характеристик верстатів</i>	11	2				9	11					11
Разом за змістовим модулем 2	64	12				52	64					64
Усього годин	180	30		30		120	180	6			2	172

3. Види навчальних занять та їх орієнтовний зміст

№ з/п	Тема	Вид занять	Орієнтовний зміст
1	Розрахунок динамічних характеристик приводу оберտального руху верстата	лабораторна	Ознайомлення з методикою розрахунків динамічних параметрів приводу оберտального руху. Визначення інерційних характеристик і характеристик піддатливості. Визначення частоти власних коливань і пускових моментів приводу.
2	Визначення динамічних характеристик коливального процесу заготовки	лабораторна	Ознайомлення з видами коливань, причинами згасання коливань. Визначення логарифмічного декременту, демпфування та частот вільних коливань.

4. Форми та методи контролю

Методами контролю є: усний контроль (усне опитування), письмовий, тестовий, графічний, програмований контроль, практична перевірка, а також методи самоконтролю і самооцінки.

5. Критерії оцінювання результатів навчання

Оцінювання здійснюється захистом студентами виконаних лабораторних робіт; проведення рубіжного контролю студентів у формі тестів.

Максимальна оцінка за лабораторну роботу – 15 балів. Мінімальна кількість балів, яка повинна бути набраною, щоб лабораторна робота була зарахованою – 9 балів, тобто 60% від максимальної кількості за одну роботу.

Виконавши і захистивши усі заплановані лабораторні роботи, студент може отримати максимально 30 балів ($2 \cdot 15 = 30$), мінімальна кількість балів за лабораторні роботи 18 балів ($2 \cdot 9 = 18$).

За тести рубіжного контролю студент має можливість отримати 85 балів, за тест підсумкового контролю - 70. Мінімальна кількість балів за тести рубіжного контролю повинна бути не меншою 51 балів, а за тести підсумкового контролю – 42 бали, з тим, щоб підсумкова оцінка (бали за лабораторні роботи і за тест) була не меншою за 60 балів.

В разі, якщо студент не виконав і не захистив хоча б одну з запланованих лабораторних робіт, він не допускається до підсумкового (рубіжного) контролю.

6. Політика курсу

Відвідування лекцій чи відсутність на них, не оцінюється. Студентам доцільно відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання рубіжних і семестрового контрольних заходів. Відвідування лабораторних робіт є обов'язковим. У разі відсутності студента на лабораторній роботі, у тому числі і за станом здоров'я, йому необхідно пропущену роботу відпрацювати. Відпрацювання лабораторних робіт відбувається за розкладом викладача відповідно до його педагогічного навантаження. Звіт з лабораторних робіт захищається на останньому лабораторному занятті до початку заліку.

Під час навчання студенти зобов'язані дотримуватися академічної доброчесності:

- самостійно виконувати навчальні завдання, завдання поточного та підсумкового контролю;
- дотримуватися норм законодавства про авторське право;
- приймати активну участь у навчальному процесі;
- не запізнюватися на заняття, не пропускати заняття без поважних причин;
- самостійно і своєчасно вивчати матеріал пропущеного заняття;
- давати достовірну інформацію про результати власної навчальної діяльності.
- бути терпимим і доброзичливим до однокурсників та викладачів.

7. Методичне забезпечення

1. Тексти (конспект) лекцій з дисципліни “Динаміка металорізальних верстатів” для студентів спеціальності 133 “Галузеве машинобудування” спеціалізація “Металорізальні верстати та системи” /Укл. В.В. Солоха. - Запоріжжя: ЗНТУ, 2025. - с. 102

2. Методичні вказівки до проведення лабораторних занять з дисципліни “Динаміка металорізальних верстатів” для студентів спеціальності 133 “Галузеве машинобудування” денної та заочної форм навчання /Укл. В.В. Солоха. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2025. – с. 28

3. Методичні вказівки з вивчення дисципліни “Динаміка металорізальних верстатів” та виконання контрольних робіт для студентів спеціальності 133 “Галузеве машинобудування” за освітньою програмою “Металорізальні верстати та системи” денної та заочної форм навчання /Укл. В.В. Солоха. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2025. – с. 17

8. Перелік навчальної, наукової та довідкової літератури

1. Білоус П.О. Теорія коливань: Типові розрахунки елементів машинобудівних конструкцій: навчальний посібник / П.О. Білоус; за ред. О. Ф. Дашенка.- Одеса: Астропринт, 2012. – 312 с.

2. Орликов М. Л. Динамика станков [Текст]: учеб. пособие для ВУЗов / М. Л. Орликов. - К.: Вища школа, 1980. - 256 с.

3. Білоус П.А., Влазнева А.Ю., Дашченко А.Ф., Лазарева Д.В., Сурьянинов Н.Г. Экспериментальные исследования в динамике: Учебное пособие / Под. ред. Н.Г. Сурьянинова. – Одесса: Астропринт, 2008. – 296 с.

4. Внуков Ю. Н. Автоколебания при фрезеровании тонкостенных элементов деталей [Электронный ресурс] : монография / Ю. Н. Внуков, С. И. Дядя, Е. Б. Козлова и др.; под ред. Ю. Н. Внукова. – Запорожье: ЗНТУ, 2017. – 208 с.

5. Писаренко Г.С. Справочник по сопротивлению материалов [Текст]: / Г.С. Писаренко, А.П. Яковлев, В.В. Матвеев; отв. ред. Г.С. Писаренко. 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Наук. думка, 1988. – 736 с.

6. Бойко І.А., Солоха В.В., Іщенко Л.Й. Динамічний аналіз поворотного стола 5-координатного обробного центру. Вісник чернігівського державного технологічного університету. № 1 (71), 2014, стор. 134-143.

7. Залога В. О. Методологічні основи підвищення ефективності оброблення деталей шляхом керування динамікою процесу високошвидкісного точіння з високими частотами обертання шпинделя: монографія / В. О. Залога, Ю. В. Шаповал. – Суми: Сумський державний університет, 2024. – 143 с.

8. Stephenson D. A. Metal Cutting Theory and Practice / D. A. Stephenson, J. S. Agapiou. - Third Edition. - CRC Press Taylor & Francis Group, - 2016.- chapter 12.

https://www.researchgate.net/publication/317081872_Metal_Cutting_Theory_And_Practice_3rd_by_D_A_Stephenson.

9. Shil-Geun Kim. Analysis of Dynamic Characteristics and Evaluation of Dynamic Stiffness of a 5-Axis Multi-tasking Machine Tool by using F.E.M and Exciter Test / Sung-Hyun Jang, Hyun-Young Hwang, Young-Hyu Choi and Jong-Sik Ha. International Conference on Smart Manufacturing Application April. 9-11, 2008. – p. 565-569. DOI:[10.1109/ICSMA.2008.4505589](https://doi.org/10.1109/ICSMA.2008.4505589)

10. Dynamic modeling and analysis of motorized milling spindles for optimizing the spindle cutting performance. Dr. Sinan Badrawy, Engineering Manager Moore Nanotechnology Systems, LLC.

9. Рекомендовані інформаційні джерела

11. Altintas Y., Stepan G., Budak E., Schmitz T., Kilic Z. M. “Chatter Stability of Machining Operations”, Journal of Manufacturing Science and Engineering, 2020, Vol. 142 (11)/ 110801-p. 1 -19. (<https://www.osti.gov/pages/biblio/1659597>).

12. Budak E. Machining stability and machine tool dynamics / E. Budak. 11th International Research/Expert Conference ”Trends in the Development of Machinery and Associated Technology”, TMT 2007, Hammamet, Tunisia, 05-09 September, 2007. -30 p. <https://www.tmt.unze.ba/zbornik/TMT2007/U2-TMT07-444.pdf>.