

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІНФРАСТРУКТУРИ ТА ТЕХНОЛОГІЙ
КИЇВСЬКИЙ ІНСТИТУТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ
ФАКУЛЬТЕТ ІНФРАСТРУКТУРИ ТА РУХОМОГО СКЛАДУ ЗАЛІЗНИЦЬ
КАФЕДРА ВАГОНІВ ТА ВАГОННОГО ГОСПОДАРСТВА

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри вагонів
та вагонного господарства

Іщенко В.М. 
Протокол № 8 від 20 лютого 2024 р.



ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

| | |
|-----------------------------------|--|
| Викладач | Сапронова Світлана Юріївна |
| Контактний телефон | +38(050)5834854 |
| E-mail | doc.sapronova@gmail.com |
| Навчальна дисципліна | ОСНОВИ ТЕОРІЇ КОЛИВАНЬ ТА СТІЙКОСТІ ВАГОНІВ |
| Офіційна назва освітньої програми | ОПП – Вагони та вагонне господарство |
| Рівень вищої освіти | бакалавр |
| Галузь знань | Транспорт |
| Спеціальність | 273 – Залізничний транспорт |
| Обсяг дисципліни в кредитах ECTS | 6 |
| Статус дисципліни | вибіркова |

| | |
|---|--|
| (обов'язкова, вибіркова) | |
| Мета вивчення дисципліни | |
| Інтегральна компетентність | Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у професійній діяльності у сфері залізничного транспорту, в т.ч. при проектуванні, будівництві, експлуатації та ремонті вагонів або у процесі подальшого навчання із застосуванням положень, теорій та методів фундаментальних, технологічних, інформаційних та соціально-економічних наук, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов функціонування об'єктів залізничного транспорту. |
| Загальні компетентності | ЗК3. Отримання навичок використання інформаційних і комунікаційних технологій. ЗК4. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні. ЗК13. Проявляти ініціативу, генерувати нові ідеї, знаходити організаційно-керівні рішення і нести за них відповідальність. |
| Спеціальні (фахові) компетентності | СК3. Здатність проведення вимірного експерименту з визначення параметрів та характеристик вагонів і їх складових частин, агрегатів, систем та елементів. СК21. Розуміння загальних законів і принципів механіки та загальних закономірностей механічної взаємодії та механічних рухів твердих тіл; - розуміння класичних методів розрахунків елементів конструкцій і споруд на міцність, жорсткість, стійкість і довговічність; бути ознайомленим з новими та експериментальними методами розрахунку; - розуміння методів розрахунку напружено-деформованого стану елементів конструкцій залізничного транспорту, та уміння використовувати їх в інженерній діяльності. |

ЗМІСТ ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТУ ЗА ТЕМАМИ

Тема 1. Мета і задачі дисципліни. Елементи коливальної системи. Основні характеристики коливального процесу. Предмет, мета та задачі, що вирішуються на базі дисципліни. Коливання. Види коливальних рухів. Основні характеристики коливального процесу. Класифікація коливальних процесів. Коливальні системи.

Тема 2. Класифікація сил. Позиційні сили. Дисипативні сили. Сили, що збуджують. Число ступенів вільності. Розгляд основних видів сил, що діють на механічну систему. Природа їх виникнення та способи описування. Приклади дії сил на механічні системи.

Тема 3. Вільні коливання. Лінійні системи з одним ступенем вільності без непружних опорів. Методи складання рівнянь руху. Особливості виникнення вільних коливань. Способи їх описування. Ступінь вільності механічної системи. Види опорів коливальних

процесів. Мета та основні методи складання диференціальних рівнянь руху механічних систем.

Тема 4. Методи розв'язання рівнянь руху механічних систем. Особливості чисельного вирішення диференціальних рівнянь руху. Розв'язання однорідних диференціальних рівнянь та диференціальних рівнянь вимушених коливань. Метод варіації довільних постійних. Метод Рунге-Кутта. Вирішення диференціальних рівнянь в середовищі програмного забезпечення MathCad.

Тема 5. Вільні коливання при в'язкому опорі. Логарифмічний декремент затухання. Коливання вантажу на пружній підвісці. Особливості вільних коливань системи при дії в'язкого опору на неї. Способи математичного описування вільних коливань систем при в'язкому опорі. Поняття логарифмічного декременту затухання. Природа його виникнення. Паралельне та послідовне з'єднання елементів на пружній підвісці. Приклади коливань вантажу на пружній підвісці.

Тема 6. Вимушені коливання системи з одним ступенем вільності. Особливості виникнення вимушених коливань. Класифікація вимушених коливальних рухів. Дія вимушених сил на механічні коливальні системи. Математичне моделювання вимушених коливань системи з одним ступенем вільності.

Тема 7. Крутильні коливання валів з дисками. Власні форми коливань. Природа виникнення крутильних коливань. Характеристики крутильних коливань. Дія крутного моменту на вали з дисками. Одно- та двох масові системи. Вузол коливань вала з дисками. Власні форми коливань вала з дисками.

Тема 8. Лінійні системи з декількома ступенями вільності без непружних опорів. Складання рівнянь їх руху. Приклади лінійних систем з декількома ступенями вільності. Особливості математичного моделювання руху коливальних систем без непружних опорів та їх розв'язання.

Тема 9. Випадкові коливальні процеси механічних систем. Поняття випадковості коливальних процесів механічних систем. Перевірка необхідної кількості даних для отримання достовірного результату моделювання випадкових коливань. Особливості розв'язання диференціальних рівнянь руху механічних систем при випадковій дії збурюючого зусилля. Комп'ютерне моделювання випадкових коливань механічних систем.

Тема 10. Визначення основних характеристик коливального процесу. Частоти й форми коливань. Приклади визначення основних характеристик коливального процесу та їх нормативні значення. Частоти й форми коливань кузова вагона під дією експлуатаційних навантажень. Графічна візуалізація форм власних коливань.

Тема 11. Перехідні процеси коливань найпростіших механічних систем. Змушені коливання систем з декількома ступенями вільності. Поняття перехідних коливальних процесів. Частоти вільних та вимушених коливань механічних систем. Вплив перехідних процесів на безпеку руху механічних систем. Математичне моделювання вимушених коливань системи з декількома ступенями вільності.

Тема 12. Коливання стрижнів постійного перерізу. Поперечні згинальні коливання стрижнів. Повздовжні коливання стрижнів. Основне рівняння коливань та його

вирішення. Частотне рівняння коливань. Поперечні згинальні коливання балок. Вплив непружних опорів на вільні коливання.

Тема 13. Згинальні коливання однопролітної балки з різними межевими умовами.

Поперечні коливання балок. Поперечні коливання балок кузова та гальмівних тяг вагона. Основні шляхи зниження інтенсивності згинальних коливань кузова.

Тема 14. Стійкість руху й автоколивання механічних систем. Поняття стійкості руху механічної системи. Способи перевірки стійкості руху з використанням критерію Гурвиця. Автоколивання механічних систем. Заходи, що спрямовані на покращення характеристик коливальних процесів. Принцип дії віброізоляторів, поглиначів та амортизаторів на механічну систему.

Тема 15. Експериментальне дослідження коливальних процесів механічних систем.

Основні методи експериментального дослідження коливальних процесів механічних систем. Способи їх реалізації на практиці. Обробка експериментальних результатів та перевірка адекватності моделювання.

ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

ПРН7. Ідентифікувати майбутню професійну діяльність як соціально значущу для ефективного розвитку країни.

ПРН12. Знати основні положення нормативно-правових та законодавчих актів України у сфері залізничного транспорту, Правил технічної експлуатації залізниць України, інструкцій та рекомендацій з експлуатації, ремонту та обслуговування вагонів і їх складових частин, систем, агрегатів та вузлів.

ФОРМИ ПОТОЧНОГО І ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

Поточний контроль – 70 балів. Проводиться у формі дистанційного оцінювання виконаних практичних завдань та поточного контролю за темами в межах електронного навчально-методичного комплексу дисципліни (ЕНМКД), на сервері ДУІТ «Дистанційні технології навчання – Moodle». Доступ студентів до курсу здійснюється через Internet за індивідуальним логіном і паролем.

Підсумковий контроль – залік 30 балів (тестування). Контроль знань студентів на заліку у вигляді тестів (залік).

Критерії оцінювання результатів навчання

Максимальна оцінка за семестр – 100 балів – «зараховано»

| Оцінка за 100-бальною шкалою / Grade according to 100-points scale | Оцінка за національною шкалою / Grade according to national scale | | Оцінка за шкалою ЄКТС / Grade according to ECTS scale | Пояснення |
|--|---|---|---|---|
| | Диференційована оцінка / Differentiated grade | Недиференційована оцінка / Undifferentiated grade | | |
| 90-100 творчий рівень creative level | «Відмінно» »/ «Excellent» | «Зараховано» »/ «Passed» | A | «Відмінно» – теоретичний зміст курсу освоєний цілком, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані, всі навчальні завдання, передбачені програмою, |

| | | | | | | | |
|---|--|--|---|-----------------------------------|------------------|----|--|
| | | | | | | | виконані в повному обсязі, відмінна робота без помилок або з однією незначною помилкою |
| 35-59 низький рівень / low level | 60-63 задовільний рівень/ satisfactory level | 64-74 задовільний рівень/ satisfactory level | 75-81 достатній рівень / sufficient level | 82-89 високий рівень / high level | | | |
| «Незадовільно» з можливістю повторного складання | «Задовільно» / «Satisfactory» | | | | «Добре» / «Good» | | |
| 3 «Не зараховано» з можливістю повторного складання/ Failed with possibility to repass the credit | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | </ | |

| | | | | |
|--|--|--|---|--|
| 0-34 - незадовільний рівень / unsatisfactory level | «Незадовільно» з обов'язковим повторним вивченням дисципліни / "Unsatisfactory" with the compulsory repeated of the course | «Не зараховано» з обов'язковим повторним вивченням дисципліни / Failed" with the compulsory repeated of the course | F | «Безумовно не задовільно» – теоретичний зміст курсу не освоєно, необхідні практичні навички роботи не сформовані, всі передбачені програмою навчальні завдання містять грубі помилки, додаткова самостійна робота над курсом не приведе до значимого підвищення якості виконання навчальних завдань, робота потребує повної переробки. |
|--|--|--|---|--|

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бабенко А.Є., Боронко О.О., Грабовський А.П., Бабак А.М. Теорія коливань та стійкості руху: навч. посібник. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 67 с. <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/8363551a-2f74-4c48-b333-0fdf13038cf4/content>
2. Стійкість рухомого складу від сходження з рейок: монографія / Дьомін Р.Ю., Дьомін Ю.В., Черняк Г.Ю., Сергієнко О.В. Сєверодонецьк: Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2022. 232 с. <https://dspace.snu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/7ad0aa67-11e3-41df-ab59-2612b5848411/content>
3. Воробйов В.В., Воробйова Л.Д., Киба С.П. Основи прикладної теорії коливань: підручник. Кременчук: ПП Щербатих О.В., 2020. 156 с. https://document.kdu.edu.ua/metod/2020_2201.pdf

Інформаційні ресурси

1. Ткаченко В.П., Сапронова С.Ю. Оцінка стійкості залізничних екіпажів від сходу з рейок. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. № 1 (218). 2015. С. 266-271. <http://surl.li/sjyux>
2. Дьомін1 Ю.В., Заховайко О.П., Черняк Г.Ю., Шевчук П.А. Комп'ютерне моделювання динаміки рейкових транспортних засобів. *Вісник НТУУ «КПІ». Серія машинобудування*. №1 (70). 2014. С. 94-98. <https://core.ac.uk/download/pdf/47236143.pdf>