

Затверджено  
рішенням вченої ради Будівельного  
факультету  
прот. № 1 від 31.08.2020 р.

Рекомендовано  
на засіданні кафедри  
«Колія та колійне господарство»  
прот. № 1 від 25.08. 2020 р.

## СИЛАБУС З ДИСЦИПЛІНИ

# ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СУЧАСНИХ РОЗРАХУНКІВ ВЗАЄМОДІЇ КОЛІЇ ТА РУХОМОГО СКЛАДУ

II семестр - 1 навчального року,

I, II семестр - 2 навчального року

**Освітній рівень** третій (доктор філософії)  
**галузь знань** 27 Транспорт

**спеціальність** 275.02 Транспортні технології (на залізничному транспорті)

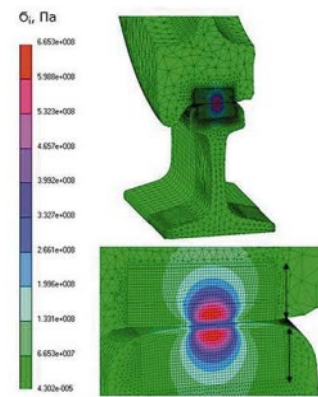
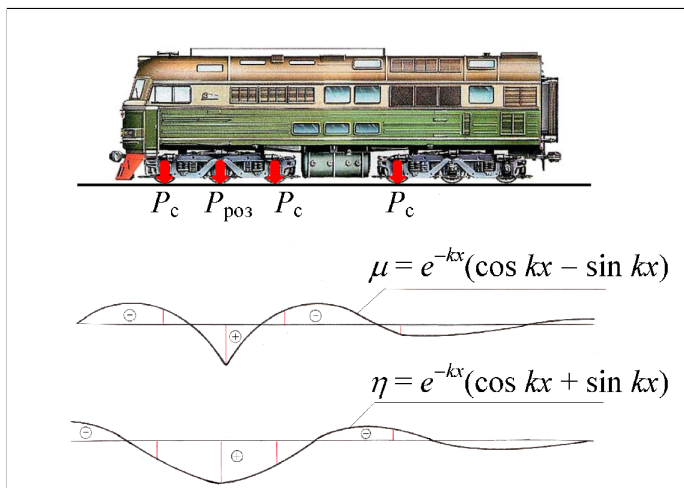
Час та аудиторія проведення занять: згідно індивідуального розкладу

<http://kart.edu.ua/nauka/kadry>

Час та аудиторія проведення занять: Згідно розкладу - <http://rasp.kart.edu.ua/>

### 1. Команда викладачів:

Лектор: Потапов Д.О. (кандидат технічних наук, доцент) Контакти: +38(057) 730-10-60 e-mail: ppx_xiit@kart.edu.ua
Години прийому та консультацій: 13.00-14.00 вівторок – четвер Розміщення кафедри: Місто Харків, майдан Фейєрбаха, 7, 1 корпус, 4 поверх, 416 аудиторія.
Веб-сторінки курсу: <a href="http://do.kart.edu.ua/">http://do.kart.edu.ua/</a> Додаткові інформаційні матеріали: <a href="http://metod.kart.edu.ua/last/process/">http://metod.kart.edu.ua/last/process/</a>



### Цілі та завдання навчальної дисципліни.

**Мета** викладання навчальної дисципліни «Теоретичні основи сучасних розрахунків взаємодії колії та рухомого складу» полягає у тому, щоб майбутній доктор філософії сформував поняття сучасних підходів до вивчення взаємодії колії та рухомого складу, отримав практичні навички у застосуванні сучасних методик і програмних комплексів для чисельної оцінки напруженого стану залізничної колії з урахуванням конструкційних особливостей залізничних екіпажів та перспектив впровадження швидкісного руху в Україні.

**Завданням** вивчення дисципліни «Теоретичні основи сучасних розрахунків взаємодії колії та рухомого складу» є: застосування сучасних моделей та методів при розрахунках залізничної колії на міцність і стійкість.

У результаті вивчення навчальної дисципліни аспірант повинен

**знати:** загальні положення визначення сил дії рухомого складу на колію Принципові розрахункові схеми колії та методи розрахунків міцності елементів колії. Сучасні підходи розрахунків взаємодії колії та рухомого складу і чим вони принципово відрізняються від застарілих розрахункових схем;

**вміти:** робити розрахунки в програмних системах «Mathcad» і «Mathlab». Перевіряти адекватність розроблених моделей і методів.

**мати уявлення** про напружено-деформований стан елементів верхньої будови залізничної колії.

Курс має на меті сформувати та розвинути наступні компетентності аспірантів:

- 1. Цілісно – смислово компетентність** формування та розширення світогляду аспіранта в області дослідження напружено-деформованого стану залізничної колії під дією сучасних типів рухомого складу.
- 2. Загальнокультурну компетентність** (розуміння культурних, історичних та регіональних особливостей, що склалися в Україні та за її межами в області формування інтелектуальних транспортних технологій, зокрема на залізничному транспорті);
- 3. Навчально-пізнавальну компетентність** (формування у аспіранта зацікавленості про стан та перспективи розвитку теорій та методів визначення сил взаємодії залізничної колії та рухомого складу, здатність аспіранта формувати цілі дослідження, з метою їх вирішення, вміння знаходити рішення у нестандартних ситуаціях в контексті забезпечення наукового потенціалу, вміння формулювати наукову задачу та написання наукових текстів)
- 4. Інформаційну компетентність** (розвиток вмінь аспіранта до самостійного пошуку, аналізу, структурування та відбору потрібної наукової інформації в

області транспортних технологій за допомогою сучасних методів та інтелектуальних інформаційних технологій, уміння працювати з основними наукометричними базами, здатність використовувати сучасні програмні комплекси для обробки статистичних та експериментальних даних та володіти методологічними основами прогнозування ресурсів роботи технічних систем.)

- 5. Комунікативну компетентність** (розвиток у аспіранта навичок роботи в команді шляхом реалізації групових сумісних проектів, вести дискусію у досліджуваній сфері, вміння презентувати власний проект та кваліфікаційну роботу, формування навичок типу soft skills).
- 6. Професійну компетентність** (здатність використовувати теоретичні та практичні знання в галузі сучасних уявлень про математичні моделі взаємодії колії та рухомого складу, особливостей рухомого складу, які впливають на взаємодію з колією, основні розрахункові схеми залізничної колії з урахуванням пружно-дисипативних характеристик колії). Компетентність у питаннях визначення параметрів надійності технічних пристроїв та систем на підставі математичних моделей, які адекватно описують роботу елементів, споруд та пристроїв залізничної колії в різних умовах експлуатації).
- 7. Компетентність особистісного самовдосконалення** (елементи інтелектуального, духовного саморозвитку, емоційної саморегуляції та самопідтримки; підтримка постійного прагнення самовдосконалення та самопізнання шляхом постійного пошуку раціональних методів прийняття рішень при управлінні, здатність до розуміння важливості наукових цінностей в сфері транспортних технологій).

### **Чому ви маєте обрати цей курс?**

Якщо вас цікавлять наукові дослідження у сфері взаємодії залізничної колії та сучасних типів рухомого складу, або питання надійності функціонування складних технічних систем - вам потрібний саме цей курс!

Від здобувачів очікується: базове розуміння, математики, фізики, опору матеріалів, знання правил технічної експлуатації залізниць України, а також обізнаність в питаннях використання сучасних інформаційних технологій в галузі транспорту.

Команда викладачів і ваші колеги будуть готові надати будь-яку допомогу з деякими з найбільш складних аспектів курсу по електронній пошті і особисто - у робочий час.

### **Огляд курсу**

Цей курс, який вивчається протягом трьох семестрів (1 курс – II семестр, 2 курс – I та II семестри). Кількість кредитів ЄКТС –5, загальна кількість годин – 150.

Курс складається з трьох змістовних модулів:

1. Загальні підходи до вирішення задач визначення сил взаємодії рухомого складу і колії. Просторові коливання екіпажу. Принципові розрахункові схеми колії.
2. Методологічні основи вибору розрахункової схеми просторової динамічної системи «екіпаж-колія». Розрахункова схема колії, як просторової системи у вигляді балок-рейок, що спираються на окремі опори з нелінійними характеристиками.
3. Чисельні дослідження динамічних просторових сил рухомого складу.

Він супроводжується текстовим матеріалом, презентаціями та груповими завданнями. Аспіранти матимуть можливість застосовувати отримані знання та вирішувати практичні завдання шляхом обговорень в аудиторії для виконання кваліфікаційної роботи.

## Теоретичні основи сучасних розрахунків взаємодії колії та рухомого складу

<b>Поміркуй</b>	Лекції	<b>Виконай</b>
	Довідковий матеріал	
	Презентації	
	Обговорення в аудиторії	
	Групові завдання	
	Допомога у виконанні кваліфікаційної дисертаційної роботи	
	Індивідуальні консультації	
	Он-лайн обговорення (форум у соціальних мережах)	
	Іспит	

Практичні заняття курсу передбачають виконання завдань з оцінки напруженого стану залізничної колії при використанні математичних моделей для різних умов експлуатації (попередню підготовку до виконання кваліфікаційної роботи). Дисципліна фіналізується контрольними заходами (залік у кожному семестрі). Виконання завдань супроводжується посиланнями на суміжні дисципліни, що доповнюють теми, та формує у аспіранта інноваційну, інформаційну та комунікативну компетентності.

### Ресурси курсу

Інформація про курс розміщена на сайті Університету (<http://kart.edu.ua/nauka/kadry>), включаючи необхідні методичні матеріали, презентації та правила оцінювання курсу)

Додатковий матеріал та посилання на електронні ресурси доступні на сайті Університету у розділі Дистанційне навчання <https://do.kart.edu.ua> поряд із питаннями, над якими необхідно поміркувати під час підготовки для обговорення в аудиторії. Необхідна підготовка повинна бути завершена до початку лекції або практичного заняття. Ви повинні вміти проводити дискусії та мозкові штурми – ми хочемо знати, що ви думаєте!

Приклади питань для обговорення:

- 1) Переваги та недоліки існуючих математичних моделей залізничної колії.
- 2) Експериментальні дослідження просторових сил дії рухомого складу на колію.
- 3) Приведені коефіцієнти дисипації залізничної колії
- 4) Вплив швидкості руху, осьових навантажень, якості поточного утримання на рівень напружень в елементах залізничної колії.
- 5) Приведена маса колії її вплив на загальний напружений стан при швидкостях руху більше 160 км/год.

Аспіранти можуть задавати питання, а також обговорювати і аналізувати теми дисципліни поза лекціями. Аспіранти можуть задавати питання та отримувати консультації щодо індивідуального завдання та проблеми залізничного транспорту в цілому.

## Розподіл лекцій на змістовні модуль

**Змістовий модуль 1.** Загальні підходи до вирішення задач визначення сил взаємодії рухомого складу і колії. Просторові коливання екіпажу. Принципові розрахункові схеми колії.

**Тема 1.** Загальні положення визначення сил дії рухомого складу на колію. Детерміністичні та стохастичні методи досліджень коливань екіпажу.

**Тема 2.** Розрахункова схема колії у вигляді балки, що спирається на суцільну пружну основу. Модуль пружності підрейкової основи.

**Тема 3.** Приведена маса колії при застосуванні розрахункової схеми балки на суцільній пружній основі. Коефіцієнт дисипації колії.

**Тема 4.** Інженерні методи розрахунків міцності елементів колії. Розрахунки напружень в елементах колії. Умови міцності та стійкості колії

**Тема 5.** Недоліки розрахункової схеми колії, як балки на суцільній основі.

**Змістовий модуль 2.** Методологічні основи вибору розрахункової схеми просторової динамічної системи «екіпаж-колія». Розрахункова схема колії, як просторової системи у вигляді балок-рейок, що спираються на окремі опори з нелінійними характеристиками.

**Тема 6.** Загальні положення та допущення математичної моделі просторової системи «екіпаж-колія». Розрахункова схема підсистеми «екіпаж» та диференційні рівняння її руху.

**Тема 7.** Вертикальні та горизонтальні силові і кінематичні зв'язки підсистеми «екіпаж» і «колія».

**Тема 8.** Приведені вертикальні та горизонтальні жорсткості рейкової колії.

**Тема 9.** Приведені коефіцієнти дисипації колії. Теоретичні основи визначення коефіцієнтів дисипації.

**Тема 10.** Приведена маса колії. Теоретичні та експериментальні дослідження приведеної маси.

**Змістовий модуль 3.** Чисельні дослідження динамічних просторових сил рухомого складу.

**Тема 11.** Реалізація математичної моделі просторової динамічної системи «екіпаж-колія» в програмних системах «Mathcad» і «Mathlab».

**Тема 12.** Перевірка адекватності розроблених моделей і методів. Експериментальні дослідження просторових сил дії рухомого складу на колію.

**Тема 13.** Чисельні дослідження вертикальних динамічних сил. Коефіцієнтів динамічності. Вплив швидкості руху, осьових навантажень, несправностей колії.

**Тема 14.** Чисельні дослідження горизонтальних поперечних сил. Вплив швидкостей руху, параметрів кривих, режимів ведення поїздів.

**Тема 15.** Вплив конструкцій колії та її елементів на просторові сили дії на колію рухомого складу. Підсумки вивчення дисципліни.

## Семінарські заняття

Не передбачено навчальним планом.

### Практичні заняття

№ з/п	Назва теми
1	Методологічні основи вибору розрахункової схеми просторової динамічної системи «екіпаж-колія».
2	Загальні положення та допущення математичної моделі просторової системи «екіпаж-колія».
3	Розрахункова схема підсистеми «екіпаж» та диференційні рівняння її руху.
4	Розрахункова схема колії, як просторової системи у вигляді балок-рейок, що спираються на окремі опори з нелінійними характеристиками
5	Характеристики рейкових опор.
6	Приведені вертикальні та горизонтальні жорсткості рейкової колії
7	Теоретичні основи визначення коефіцієнтів дисипації.
8	Теоретичні та експериментальні дослідження приведеної маси.
9	Реалізація математичної моделі просторової динамічної системи «екіпаж-колія» в програмних системах Mathcad і Matlab.
10	Перевірка адекватності розроблених моделей і методів.
11	Чисельні дослідження вертикальних динамічних сил. Коефіцієнтів динамічності.
12	Чисельні дослідження горизонтальних поперечних сил. Вплив швидкостей руху, параметрів кривих, режимів ведення поїздів.
13	Вплив конструкцій колії та її елементів на просторові сили дії на колію рухомого складу.

### Самостійна робота

№ з/п	Назва теми
1	Опрацювання лекційного матеріалу
2	Підготовка практичних робіт
3	Підготовка та складання модулів, тестів, іспиту і заліку з курсу
4	Виконання індивідуальних завдань (контрольна робота)
5	Опрацювання окремих розділів програми, які не викладаються на лекціях

### Заплановані результати навчання

Після успішного закінчення курсу аспірант отримає знання про процеси взаємодії рухомого складу і залізничної колії, вплив основних експлуатаційних факторів на загальний напружений стан елементів колії.

У результаті вивчення навчальної дисципліни аспірант повинен:

**вміти:** раціонально обирати розрахункові математичні моделі колії для визначення сил взаємодії динамічної системи «екіпаж-колія» з урахуванням пружно-дисипативних характеристик залізничної колії при проведенні практичних розрахунків, прогнозувати ресурси роботи колійних споруд та пристроїв в різних умовах експлуатації при використанні нових матеріалів, конструктивних елементів залізничної колії, з оцінкою змін їх технологічних та експлуатаційних властивостей.

**знати:** основи сучасних теорій і методів оцінки надійності технічних пристроїв та систем.

**мати уявлення:** про розрахунки показників надійності та спеціалізовані пакети прикладних програм для розрахунків необхідних параметрів колії в залежності від характеристик рухомого складу.

**знаходити та аналізувати** потрібну наукову інформацію в галузі транспортних технологій.

**вміти** вести дискусію на наукових конференціях та симпозіумах та представляти власні проекти або кваліфікаційну роботу як цілісну структуру.

**набути вміння** до системного креативного мислення щодо генерації можливих ідей або підходів в процесі управління складними технічними системами.

## Правила оцінювання

При заповненні заліково-екзаменаційної відомості та залікової книжки (індивідуального навчального плану) аспіранта, оцінка, виставлена за 100-бальною шкалою, повинна бути переведена до національної шкали (5, 4, 3,) та шкали ECTS (A, B, C, D, E)

Визначення назви за державною шкалою(оцінка)	Визначення назви за шкалою ECTS	За 100 бальною шкалою	ECTS оцінка
ВІДМІННО – 5	<b>Відмінно</b> – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90-100	A
ДОБРЕ – 4	<b>Дуже добре</b> – вище середнього рівня з кількома помилками	82-89	B
	<b>Добре</b> – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	75-81	C
ЗАДОВІЛЬНО - 3	<b>Задовільно</b> - непогано, але зі значною кількістю недоліків	69-74	D
	<b>Достатньо</b> – виконання задовольняє мінімальні критерії	60-68	E
НЕЗАДОВІЛЬНО - 2	<b>Незадовільно</b> – потрібно попрацювати перед тим як отримати залік (без повторного вивчення модуля)	35-59	FX
	<b>Незадовільно</b> - необхідна серйозна подальша робота (повторне вивчення модуля)	<35	F

### Відвідування лекцій:

Бали за цю складову не нараховуються взагалі, якщо аспірант не відвідував більш 50% лекційних занять у модулі без поважних причин. **Максимальна сума становить 10 балів.**

### Практичні заняття:

Оцінюються за відвідуваннями та стислою презентацією виконаного завдання. **Максимальна сума становить 25 балів.**

### Ступінь залученості:

Мета участі в курсі – залучити вас до дискусії, розширити можливості навчання для себе та своїх однолітків та дати вам ще один спосіб перевірити свої погляди на питання щодо методів оцінки напруженого стану колії, застосування сучасних засобів та методів наукового дослідження (в тому числі і при проведенні експериментальних робіт) процесів взаємодії залізничної колії та рухомого складу. Участь буде оцінюватися на основі кількості та вірності ваших відповідей. Питання, хоча й заохочуються, однак не оцінюються в цьому блоці. Ми намагаємося надати всім аспірантам рівні та справедливі можливості для підвищення власної залученості. **Максимальна сума становить 10 балів.**

### Завдання на самостійну роботу:

Здобувачам (аспірантам) відповідно до обраної теми кваліфікаційної роботи пропонується визначити ступінь використання тематики дисципліни «Теоретичні основи сучасних розрахунків взаємодії колії та рухомого складу». За вчасне та вірне виконання цього завдання нараховується до **15 балів** до поточного контролю.

#### Залік:

- Аспірант отримує оцінку за залік на підставі поточного контролю шляхом накопичення балів. Максимальна кількість балів, яку може отримати аспірант становить 100 (до 60 балів поточного контролю та до 40 балів під час заліку). Якщо аспірант не погоджується із запропонованими балами, він може підвищити їх на заліку, відповівши на питання викладача

#### **Команда викладачів:**

**Потапов Дмитро Олександрович** (<http://kart.edu.ua/staff/potapov-do>) - лектор, доцент кафедри залізничної колії і транспортних споруд УкрДУЗТ. Кандидат технічних наук (2007 р., спеціальність 05.22.06 «Залізнична колія»).

Напрямок наукової діяльності: підвищення експлуатаційної надійності роботи рейок, прогнозування зміни основних параметрів залізничної колії в процесі експлуатації, удосконалення існуючих методів теоретичної оцінки загального напруженого стану залізничної колії.

#### **Кодекс академічної доброчесності**

Порушення Кодексу академічної доброчесності Українського державного університету залізничного транспорту є серйозним порушенням, навіть якщо воно є ненавмисним.

Зокрема, дотримання Кодексу академічної доброчесності УкрДУЗТ означає, що вся робота на іспитах та заліках має виконуватися індивідуально. Під час виконання самостійної роботи аспіранти можуть консультуватися з викладачами та з іншими аспірантами, але повинні самостійно розв'язувати завдання, керуючись власними знаннями, уміннями та навичками. Посилання на всі ресурси та джерела (наприклад, у звітах, самостійних роботах чи презентаціях) повинні бути чітко визначені та оформлені належним чином. У разі спільної роботи з іншими аспірантами над виконанням індивідуальних завдань, ви повинні зазначити ступінь їх залученості до роботи.

#### **Інтеграція аспірантів із обмеженими можливостями**

Вища освіта є провідним чинником підвищення соціального статусу, досягнення духовної, матеріальної незалежності і соціалізації молоді з обмеженими функціональними можливостями й відображає стан розвитку демократичних процесів і гуманізації суспільства.

Доступ до матеріалів дистанційного навчання з цього курсу можна знайти за посиланням: <http://do.kart.edu.ua/>

Для інтеграції аспірантів із обмеженими можливостями в освітній процес Українського державного університету залізничного транспорту створена система дистанційного навчання на основі сучасних педагогічних, інформаційних, телекомунікаційних технологій.



## Рекомендована література

### Основна:

1. Вериго М.Ф. Взаимодействие пути и подвижного состава в кривых малого радиуса и борьба с боковым износом рельсов и гребней колёс [Текст] / М.Ф. Вериго. – М.: ПКТБ ЦП МПС.–1997.–207 с.
2. Даніленко Е.І. Залізнична колія / Улаштування, проектування і розрахунки, взаємодія з рухомим складом / Підручник для вищих навчальних закладів (у 2х томах) [Текст]: Е.І. Даніленко – Київ, Імпрес, 2010. – Том 1. – 528 с.
3. Даренський О.М. Теоретичні та експериментальні дослідження роботи залізничних колій промислового транспорту: монографія / О.М. Даренський, – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – 204 с.
4. Даніленко Е.І. Правила розрахунків залізничної колії на міцність і стійкість. ЦП–0117 : Затв. наказом Укрзалізниці від 13.12.2004 р. №960–ЦЗ / М–во транспорту та зв'язку України. Держадміністрація залізничного транспорту України. Укрзалізниця ; Е.І. Даніленко, В.В. Рибкін. – К., 2006. – 168 с.
5. Даренський О.М. Умови контактування коліс і рейок в горизонтальній площині. Силкові і кінематичні зв'язки екіпажу і колії [Текст] / О.М. Даренський // Зб. наук. праць УкрДАЗТ. – 2010. – № 113. – С. 171–177.

### Допоміжна

1. Даренський О.М. Оцінка впливу на колію поздовжніх сил, які виникають в поїзді в умовах промислового транспорту [Текст] / О.М. Даренський, Н.В. Бугаєць // Збірник наукових праць УкрДАЗТ.– 2006– №72. –С.119–124.
2. Даренський О.М. Експериментальне визначення коефіцієнтів постілі шпал в умовах промислового залізничного транспорту [Текст] / О.М. Даренський, Н.В. Бугаєць // Збірник наукових праць УкрДАЗТ. – 2011. – №127. – С. 34–36.
3. Класифікація і каталог дефектів і пошкоджень елементів стрілочних переводів та рейок залізниць України. – Дніпропетровськ: Арт–прес, 2000. – 148 с
4. Звіт про науково–дослідну роботу «Дослідження роботи рейок в кривих ділянках колії та розробка нормативних документів їх експлуатаційного ресурсу» [Текст]. Харків 2002. – 30с.

## Інформаційні ресурси в інтернеті

1. <http://metod.kart.edu.ua/>
2. <http://intercity.uz.gov.ua/>
3. <http://korolenko.kharkov.com/>
4. <http://cntei.com.ua/>
5. <https://www.uz.gov.ua/>
6. <http://www.pz.gov.ua/>
7. <http://swrailway.gov.ua/>