

Kovalchuk, O. B., Bal, O. M., & Kravets, I. B. (2024). Development of a methodology for researching the technical condition of elements of the upper structure of railway track. *Actual Issues of Modern Science. European Scientific e-Journal*, 32, \_\_\_-\_\_\_. Ostrava: Tuculart Edition, European Institute for Innovation Development. (In Ukrainian)

DOI: 10.47451/inn2024-08-03

The paper is published in Crossref, ICI Copernicus, BASE, Zenodo, OpenAIRE, LORY, Academic Resource Index ResearchBib, J-Gate, ISI International Scientific Indexing, ADL, JournalsPedia, Scilit, EBSCO, Mendeley, and WebArchive databases.



**Oresta B. Kovalchuk**, Postgraduate Student, Kyiv Institute of Railway Transport, State University of Infrastructure and Technologies; Sector Head, Lviv Scientific Research Institute of Forensic Science. Lviv, Ukraine.

ORCID: 0000-0002-8570-313X

**Olena M. Bal**, Candidate of Technical Sciences (Ph.D.), Associate Professor, Department Head, Institute of Mechanical Engineering and Transport, Lviv Polytechnic National University; Senior Researcher, Lviv Scientific Research Institute of Forensic Science. Lviv, Ukraine.

ORCID: 0000-0003-2188-4098

**Ivan B. Kravets**, Candidate of Technical Sciences (Ph.D.), Department of Railway Transport, Institute of Mechanical Engineering and Transport, Lviv Polytechnic National University; Researcher, Lviv Scientific Research Institute of Forensic Science. Lviv, Ukraine.

ORCID: 0000-0002-2239-849X, Scopus: 57221338019

## **Development of a methodology for researching the technical condition of elements of the upper structure of railway track**

*Abstract.* To date, several special methods have been developed that are used when conducting a railway transport expertise in terms of studying the circumstances of a railway accident. The purpose is to describe the order (algorithm) for determining the technical condition of elements of the upper structure of a railway track. This work is based on modern scientific research in forensic railway transport expertise and regulatory and technical documentation. To study the technical condition of the railway track upper structure elements, it is necessary to develop an appropriate method. In this study, the conditions for the appointment forensic expertise of a railway transport are given. The main criteria for the good condition of the track and the requirements that it must meet are described. The result of this study is the development of an algorithm for the investigation of the technical condition of the elements of the upper structure of the railway track in forensic science.

*Keywords:* forensic science of a railway transport, traffic safety, derailment of rolling stock, technical condition of the railway track.



## **Розробка методики дослідження технічного стану елементів верхньої будови залізничної колії**

**Ковальчук Оresta Богданівна**, аспірантка, Київський інститут залізничного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій; завідувач сектору, Львівський науково-дослідний інститут судових експертиз. Львів, Україна.

ORCID: 0000-0002-8570-313X

**Баль Олена Миронівна**, кандидат технічних наук, доцент., завідувач кафедри, Інститут механічної інженерії та транспорту, Національний університет «Львівська політехніка»; провідний науковий співробітник, Львівський науково-дослідний інститут судових експертиз, Львів, Україна.

ORCID: 0000-0002-8570-313X

**Іван Богданович Кравець**, кандидат технічних наук, кафедра залізничного транспорту, Інститут механічної інженерії та транспорту, Національний університет «Львівська політехніка»; Львівський науково-дослідний інститут судових експертиз, Львів, Україна.

ORCID: 0000-0002-2239-849X, Scopus: 57221338019

*Анотація.* На сьогоднішній день розроблено кілька спеціальних методик, які використовуються при проведенні судової залізнично-транспортної експертизи в частині вивчення обставин залізничної пригоди. Метою дослідження є опис порядку (алгоритму) визначення технічного стану елементів верхньої будови залізничної колії. Ця робота базується на сучасних наукових дослідженнях у сфері судової залізнично-транспортної експертизи та нормативно-технічній документації. Для дослідження технічного стану елементів верхньої будови залізничної колії необхідно розробити відповідну методику. В даному дослідженні наведено умови для призначення судової експертизи залізничного транспорту. Описано основні критерії справного стану залізничної колії та вимоги, яким вона повинна відповідати. Результатом даного дослідження є розробка порядку (алгоритму) дослідження технічного стану елементів верхньої будови залізничної колії.

*Ключові слова:* судова залізнично-транспортна експертиза, безпека руху, сід рухомого складу з рейок, технічний стан залізничної колії.



## Вступ

Актуальність цієї роботи визначається необхідністю науково-методичного супроводу судово-експертної діяльності в рамках експертної спеціальності 10.13.1 «Дослідження інженерного обладнання верхньої будови колії». Це передбачає вирішення діагностичних завдань щодо оцінки технічного стану елементів верхньої будови колії та перевірки їх відповідності нормативним вимогам безпеки інфраструктури залізничного транспорту.

Метою дослідження є опис порядку (алгоритму) визначення технічного стану елементів верхньої будови залізничної колії. Ця робота базується на сучасних наукових дослідженнях у сфері судової залізнично-транспортної експертизи та нормативно-технічній документації. НДР за цією темою проводиться вперше і зареєстровано в УкрІНТЕІ (реєстраційна картка НДДКР 0123U101166).

Станом на сьогодні, Міністерством юстиції України затверджено кілька спеціально розроблених методик для судової залізнично-транспортної експертизи, зокрема щодо аналізу обставин залізнично-транспортних пригод (*Сокол Э.Н., 2007*). Протягом 2019-2020 років Львівським науково-дослідним інститутом судових експертиз було розроблено «Методичні рекомендації щодо дослідження пружних рейкових скріплень», що стало основою для створення «Методики дослідження елементів верхньої будови колії в судовій експертизі» (*Баль О., 2020*).

Дослідження технічного стану елементів верхньої будови залізничної колії є важливою діагностичною задачею в судовій залізнично-транспортній експертизі.

Потреба в такій експертизі виникає у органів досудового розслідування, суду, юридичних і фізичних осіб під час вирішення господарських і цивільних спорів, а також у кримінальних та адміністративних справах. Судова залізнично-транспортна експертиза призначається для аналізу обставин залізнично-транспортних пригод або для оцінки технічного стану елементів верхньої та нижньої будови колії, а також рухомого складу. Необхідність дослідження елементів верхньої будови колії також виникає під час перевірки їх відповідності технічним умовам і стандартам на етапі виробництва та вхідного контролю, тобто ще до їх укладання у конструкцію залізничної колії.

### **Дослідження технічного стану залізничної колії за умови наявності несправностей елементів верхньої будови колії**

Основними завданнями залізнично-транспортної експертизи є вирішення діагностичних та ситуаційних завдань. Одне з таких діагностичних завдань – дослідження технічного стану залізничної колії.

Технічний стан елементів верхньої та нижньої будови залізничної колії повинен відповідати вимогам нормативних документів, що діють на залізницях України, постійно гарантувати надійність та забезпечувати безпеку транспортування пасажирів та вантажів.

До залізничної колії, як до інженерної споруди, серед іншого, пред'являються наступні основні вимоги:

- залізнична колія за міцністю та стійкістю повинна забезпечувати безпечний та плавний рух поїздів із найбільшими швидкостями, встановленими для даної ділянки.
- залізнична колія повинна забезпечувати безперебійність перевезень у будь-який час доби та року.

Таким чином, основним критерієм справного стану колії є можливість забезпечення нею безпечного і плавного руху поїздів з найбільшими швидкостями, що встановлені для даної ділянки (*Даніленко Е., 2010; Бондаренко І, 2018*).

Тож для встановлення технічного стану залізничної колії необхідно встановити його відповідність вимогам нормативних документів, що діють на залізничному транспорті України та можливість виконання залізничною колією своїх функцій.

З метою дослідження технічного стану залізничної колії необхідно розглядати технічний стан окремих її елементів:

- технічний стан рейок,
- технічний стан рейкових стиків,
- технічний стан шпал,
- технічний стан проміжних та стикових скріплень,
- технічний стан баластного шару,
- технічний стан рейкової колії як геометричної конструкції: технічний стан рейкової колії за шириною, технічний стан рейкової колії за взаємним положенням рейкових ниток по висоті («рівню»), технічний стан рейкової колії за напрямком у плані (рихтовка).

Головні та приймально-відправні колії та стрілочні переводи на них вважаються у справному стані при дотриманні таких умов:

- (а) відсутність у колії гостродефектних рейок;
- (б) відсутність у колії куців непридатних шпал, що потребують обмеження швидкості порівняно зі встановленою;
- (в) у колії не існує жодного відступу чи їх сполучень, через які вимагається обмежувати швидкість руху поїздів чи повністю припиняти рух;
- (г) колія закріплена від угону;
- (д) баластна призма утримується за встановленими розмірами та у чистоті;
- (е) стрілочні переводи та глухі пересічення утримуються відповідно до вимог ПТЕ, встановлених норм і допусків та при відсутності гостродефектних елементів;
- (ж) рейкові стики, стикові та проміжні скріплення, рейкові з'єднувачі утримуються у справному стані, немає виплесків та шпал у стиках, які не щільно опираються на баласт;
- (з) узбіччя земляного полотна, кювети, лотки, нагірні канави та інші водовідводи утримуються у чистоті, забезпечують нормальний відтік води;
- (і) мостове полотно, прогонові споруди, опори, конуси, русла та протипожежні засоби на штучних спорудах, нагляд за якими доручений бригадам із поточного утримання колії, перебувають у справному стані;
- (к) залізничні переїзди, підходи, настил, огорожі, основні та запасні шлагбауми, сигнальні знаки та освітлення справні;
- (л) сигнальні та колійні знаки у порядку;
- (м) матеріали зберігаються у встановлених місцях і після закінчення робіт прибираються вчасно.

При дотриманні перелічених умов колія вважається утримуваною відповідно у відмінному, доброму, задовільному чи незадовільному стані при оцінці в балах за показаннями вагона-колієвимірвача. Кілометр вважається також незадовільним при наявності на ньому хоч би одного відступу, котрий вимагає зменшення встановлених швидкостей руху поїздів, або його закриття (*Інструкція, 2012; Технічні вказівки, 2012*).

Встановлено 5 ступенів відступів від норм утримання рейкової колії.

До відступів I ступеня належать відступи в межах допусків, при яких забезпечуються безпека та плавність руху поїздів. При таких відступах встановлені швидкості руху поїздів не зменшуються та не вимагається виконання робіт із їх усунення.

До відступів II ступеня належать відступи, які не вимагають зменшення встановленої швидкості та не загрожують безпеці руху поїздів, але впливають на плавність руху поїздів. Вони є підставою для призначення та проведення планово-запобіжних робіт.

До поодиноких відступів III ступеня належать відступи, які не вимагають зменшення встановленої швидкості та не загрожують безпеці руху поїздів, але впливають на плавність руху поїздів та інтенсивність накопичення залишкових деформацій колії. Вони є підставою для призначення та проведення планово-запобіжних робіт.

До IV ступеню відносяться відступи, наявність яких при встановлених швидкостях погіршує плавність руху і призводить до інтенсивного накопичування залишкових деформацій колії. Ці відступи повинні усуватись у першу чергу.

До V ступеню відносяться відступи, які викликають зростання сил взаємодії колії та рухомого складу до таких критичних значень, що при наявності несприятливих поєднань із відступами в утриманні та завантаженні рухомого складу, порушеннями режиму ведення

поїзда та іншими умовами можуть призвести до надто швидкого зростання деформацій та виникнення загрози безпеці руху. Вказані відступи повинні усуватись негайно.

За відступу III-V ступенів нараховуються штрафні бали. Відступи II ступеня, виявлені вагонами-колівимірниками, враховуються тільки для проведення планово-запобіжних колійних робіт.

Інші станційні колії – сортувальні, тракційні, вантажні тощо – вважаються у справному стані за умови забезпечення по них безпечного руху з встановленими швидкостями. Перевірка цих колій проводиться як колівимірниками візками, так і ручним виміром колії у встановлені строки.

Як контроль за технічним станом залізничної колії систематично проводяться натурні огляди та вимірювання з використанням спеціальної апаратури.

Обхідники залізничної колії та чергові по переїздах оглядають свої ділянки постійно; бригадир колії перевіряє залізничну колію один раз на тиждень; дорожній майстер спільно з бригадиром колії перевіряє колію один раз на два тижні; старший дорожній майстер та начальник дільниці перевіряють свою ділянку один раз на місяць. Проводяться також комісійні місячні, кварталні, осінні та весняні огляди.

Перевірка рейкової колії за шириною та рівнем проводиться з використанням колійних шаблонів, візків та колійних вагонів.

Найбільш повну інформацію про технічний стан рейкової колії дають дані колівимірників вагонів (*Технічні вказівки, 2012*). На стрічках колівимірників вагонів безперервно у вигляді діаграми записуються дані про взаємне положення рейкових ниток по висоті (рівню), про місцеві просідання (горби, западини) кожної рейкової нитки, про ширину колії, про положення рейкових ниток у горизонтальній площині.

Класифікація всіх несправностей колії поділяє останні на п'ять ступенів. Відхилення у межах встановлених допусків є несправністю першого ступеня. Найбільші та неприпустимі відхилення відносяться до п'ятого ступеня. Кожен відступ від норм утримання рейкової колії розшифровується та оцінюється у балах. Якісна оцінка технічного стану рейкової колії за показаннями колівимірників вагона встановлюється залежно від суми балів на кілометр за всіма видами відступів та їх ступенем.

Для виявлення дефектів у рейках колії використовуються дефектоскопічні візки та вагони, обладнані електромагнітними та ультразвуковими дефектоскопами.

### **Дослідження технічного стану залізничної колії за умови наявності пошкодження колії**

За останній період часу збільшилась кількість випадків крадіжок елементів верхньої будови колії. Необхідно зазначити, що за таких обставин основна проблема полягає у можливості виникнення загрози безпеці руху, внаслідок відсутності в колії викрадених елементів.

Як показала практика судової залізнично-транспортної експертизи, найчастіше трапляються викрадення елементів проміжних та стикових скріплень.

Рейкові скріплення за своїм призначенням поділяються на дві групи: 1 – проміжні, 2 – стикові. Перші забезпечують кріплення рейок до підрейкових опор, другі – з'єднують

рейки у стиках. Таким чином рейкові скріплення зв'язують окремі елементи верхньої будов колії у єдину конструкцію – рейко-шпальну решітку і забезпечують роботу цієї цілісної конструкції (Даниленко Е., 2010).

Місця з'єднання рейок між собою називаються стиками. Найбільш розповсюдженою конструкцією рейкового стика для ланкової колії є звичайний механічний накладково-болтовий стик. У склад болтового скріплення механічного стику входять: 2 накладки і 4 (при чотириотворній накладці) або 6 (при шестиотворній накладці) стикових болти із гайками і шайбами.

Також необхідно зазначити, що стик є найбільш слабким і найбільш напруженим місцем колії. При проходженні рухомого складу стику створюються додаткові ударно-динамічні дії на колію через більшу (приблизно вдвічі) пружну просадку рейкової нитки і наявність зазору. Внаслідок цього в зоні стику значно інтенсивніше накопичуються залишкові деформації в баласті, зношуються шпали і кінці рейок. Тому вимоги до утримання стиків є досить високими.

Відповідно до вимог нормативної документації, а саме Інструкції з улаштування та утримання колії залізниць України (Інструкції, 2012) при відсутності одного стикового болта на кінці рейки при чотириотворних накладках або двох – при шестиотворних швидкість руху поїздів обмежується до 25 км/год. При відсутності всіх болтів на кінці рейки – рух поїздів припиняється.

Для того, щоб встановити технічний стан залізничної колії після викрадення елементів стикового скріплення і чи відповідає даний технічний стан вимогам безпеки руху, експерту необхідно знати наступну інформацію: встановлену швидкість руху поїздів на даній ділянці, тип і кількість викрадених елементів. Важливе значення має чи елементи викрадено з одного стика, чи різних.

Згідно з вимогами Інструкції з улаштування та утримання колії залізниць України (Інструкція, 2012) до дефектних проміжних рейкових скріплень (з урахуванням відсутніх) належать: на колії з дерев'яними шпалами – непридатні підкладки, основні костилі та шурупи; на колії із залізобетонними шпалами – непридатні підкладки, закладні та клемні болти, клеми, шурупи та анкери або скріплення, які мають знос, при якому вони втрачають свої функції.

Дефектність скріплень розраховується на ланковій та безстиківій колії на кілометрі або пікеті або ланці довжиною 25 м.

Для того, щоб встановити технічний стан залізничної колії після викрадення елементів проміжного рейкового скріплення і чи відповідає даний технічний стан вимогам безпеки руху експерту необхідно знати наступну інформацію: тип скріплення, епюру шпал (кількість шпал на 1 кілометрі), встановлену швидкість руху поїздів на даній ділянці, колія розташована у прямій чи кривій ділянці (якщо у кривій, то необхідно вказати радіус кривої), кількість викрадених елементів. Важливе значення має чи елементи викрадено підряд, чи вибірково, оскільки від того залежить за яких умов буде встановлюватись допустима швидкість руху – за наявності дефектного скріплення чи куцовой непридатності скріплення.

## Обговорення

Визначення технічного стану елементів верхньої будови колії є аналізом даних на підставі натурного огляду, отриманих з використанням спеціальних вимірювальних пристроїв (шаблонів, колієвимірювальних та дефектоскопних вагонів тощо), аналіз даних бази нормативних документів, що діють на залізницях України, а також проведення спеціальних розрахунків.

При проведенні судових експертиз дане дослідження може виконуватися коли необхідно встановити технічний стан елемента, як окремої одиниці, наприклад, при встановленні відповідності елемента вимогам ДСТУ чи інших нормативних документів. Або у випадку, коли після сходу рухомого складу необхідно дослідити конкретну ділянку залізничної колії. Оскільки стан кожного елемента конструкції залізничної колії впливає на її загальний технічний стан.

Дослідження технічного стану колії на ділянці сходу рухомого складу з рейок проводиться з метою встановлення відповідності дійсного стану належному (нормативному), тобто з метою встановлення несправностей елементів верхньої будови колії до залізнично-транспортної пригоди.

Характерними несправностями у колії, які можуть призвести до сходу рухомого складу можуть бути: непридатність шпал, перевідних і мостових брусів; непридатність скріплень; понаднормативний ухил відводу ширини колії чи підвищення зовнішньої рейки; понаднормативні відхилення колії у плані, за рівнем чи за шириною; викид колії; злам рейки; неприлягання вістряка до рамної рейки та інші (*Методичні вказівки, 2012*).

### **Основні етапи проведення дослідження технічного стану елементів верхньої будови колії та залізничної колії в загальному**

Перший етап – підготовчий.

На підготовчій стадії експерт знайомиться з постановою (ухвалою) про призначення експертизи, іншими матеріалами та з'ясовує чи надані технічні параметри елементів пружних рейкових скріплень у вихідних даних. За умови їх відсутності, необхідно провести огляд об'єктів дослідження з метою отримання технічних параметрів, які в подальшому підлягатимуть детальному дослідженню.

Другий етап – детального дослідження.

В процесі детального дослідження проводиться порівняльний аналіз фактичних технічних параметрів елементів верхньої будови колії з нормативними.

Відповідно до завдання, яке поставлене перед експертом, дослідження елементів ВБК може виконуватися за одним з двох напрямків. Необхідність дослідження елементів ВБК може виникнути як на стадії експлуатації, тобто коли потрібно визначити технічний стан колії, так і на стадії вхідного контролю, коли потрібно встановити відповідність технічних параметрів елементів ВБК нормативним документам (технічним умовам та державним стандартам).

Третій етап – аналіз результатів проведеного дослідження та формування висновків.

На даному етапі підводяться підсумки дослідження та формуються остаточні висновки.

При дослідженні елементів верхньої будови колії на стадії вхідного контролю третій етап полягає у встановленні чи відповідають елементи верхньої будови колії технічним

умовам та державним стандартам.

При дослідженні елементів верхньої будови колії в експлуатації третій етап полягає у визначенні технічного стану колії у результаті порівняння встановленої швидкості руху на даній ділянці колії з допустимою. За умови, що встановлена швидкість не перевищує допустиму, технічний стан колії буде працездатним.

### Висновки

Методика дослідження технічного стану елементів верхньої будови залізничної колії забезпечить систематичний підхід до оцінки і контролю, що є ключовим для забезпечення безпеки та надійності залізничного транспорту.

Дана методика дозволить перевірити відповідність технічного стану елементів верхньої будови колії вимогам технічних умов, державних стандартів і нормативних документів; провести аналіз технічного стану елементів колії у разі залізнично-транспортних пригод чи спорів; дозволить фахівцям об'єктивно оцінювати причини інцидентів і визначати відповідальність.

Чітко прописаний порядок (алгоритм) дослідження технічного стану елементів верхньої будови залізничної колії дозволить систематизувати процеси, забезпечити високий рівень точності і об'єктивності в оцінці технічного стану залізничної колії.

Також в подальшому алгоритм може бути адаптований до нових технологій і методів, що забезпечує постійне вдосконалення процесів дослідження.



### Список джерел інформації:

- Баль, О. Методичні рекомендації щодо дослідження пружних рейкових скріплень: звіт про НДР. Львів.: ЛНДІСЕ, 2020. [Bal, O. (2020). *Methodological recommendations for the study of elastic rail fasteners: research report*. Lviv.: LNDISE. (In Ukrainian)]
- Бондаренко, І., Баль, О. Надійність залізничної колії: навчальний посібник. Київ: ПрофКнига, 2018. [Bondarenko, I., & Bal, O. (2018). *Reliability of the railway track: Textbook*. Kyiv: Trade Union Book. (In Ukrainian)]
- Даніленко, Е. Залізнична колія. Улаштування, проектування і розрахунки, взаємодія з рухомим складом. Підручник для вищих навчальних закладів. Т. 1-2. Київ: Інпрес, 2010. [Danilenko, E. (2010). *Railway track. Device, design and calculations, interaction with rolling stock. Textbook for higher educational institutions*. Vols. 1-2. Kyiv: Inpres. (In Ukrainian)]
- Про залізничний транспорт. Закон України № 273/96-ВР від 04.07.1996. [On Railway Transport. (1996). Law of Ukraine No. 273/96-VR dated July 04, 1996. (In Ukrainian)]. [https://kodeksy.com.ua/pro\\_zaliznichnij\\_transport.htm](https://kodeksy.com.ua/pro_zaliznichnij_transport.htm)
- Про стандартизацію. Закон України № 1315-VII від 05.06.2014. [On Standardization. (2014). Law of Ukraine No. 1315-VII dated June 05, 2014. (In Ukrainian)]. [https://kodeksy.com.ua/pro\\_standartizatsiyu.htm](https://kodeksy.com.ua/pro_standartizatsiyu.htm)
- Про транспорт. Закон України № 232/94-ВР від 10.11.1994. [On Transport. (1994). Law of Ukraine No. 232/94-VR dated November 10, 1994. (In Ukrainian)]. [https://kodeksy.com.ua/pro\\_transport.htm](https://kodeksy.com.ua/pro_transport.htm)



- Інструкція з улаштування та утримання колії залізниць України від 01.05.2012 № ЦП/0269. 2012. [Instructions for the Device and Maintenance of the Track of Railways of Ukraine No. CP/0269 dated May 01, 2012. (In Ukrainian)]. [https://budstandart.ua/normativ-document.html?id\\_doc=82294&minregion=8121](https://budstandart.ua/normativ-document.html?id_doc=82294&minregion=8121)
- Методичні вказівки щодо порядку службового розслідування причин сходжень рухомого складу з рейок на залізницях України. ЦРБ-0036. Київ, 2012. [Guidelines on the Procedure for Internal Investigation of the Causes of Rolling Stock Derailments on the Railways of Ukraine. (2012). CRB-0036. Kiev. (In Ukrainian)]
- Правила технічної експлуатації залізниць України. Наказ № 411 від 20.10.1996 р. [Rules of Technical Operation of Ukrainian Railways. Order No. 411 dated October 20, 1996. (In Ukrainian)]
- Статут акціонерного товариства «Укрзалізниця». Постанова від 02.09.2015 р. [Charter of Joint Stock Company “Ukrzaliznytsia”. (2015). Resolution dated September 02, 2015. (In Ukrainian)]. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/735-2015-%D0%BF#Text>
- Сокол, Э. Н. Крушения железнодорожных поездов (Судебная экспертиза. Элементы теории и практики). Монография. Киев: Феникс, 2007. [Sokol, E. N. (2007). *Train wrecks (Forensic examination. Elements of theory and practice). Monograph*. Kyiv: Phoenix. (In Ukrainian)]
- Технічні вказівки з правил вхідного контролю приймання матеріалів верхньої будови колії. ВНДУЗ 32.205.001-2012 ЦП/ЦП-0272. Київ, 2012. [Technical Instructions on the Rules of Entrance Control for Receiving Materials of the Upper Structure of the Track. (2012). VNDUZ 32.205.001-2012 CPU/CPU-0272. Kyiv. (In Ukrainian)]
- Технічні вказівки по улаштуванню, укладанню ремонту і утриманню безстикової колії на залізницях України, ЦП-0266. Київ, 2012. [Technical Instructions for the Device, Installation of Repairs and Maintenance of Non-Jointed Tracks on the Railways of Ukraine. (2012). CP-0266. Kyiv. (In Ukrainian)]
- Технічні вказівки щодо оцінки стану рейкової колії за показниками колієвимірвальних вагонів та забезпечення безпеки руху поїздів при відступах від норм утримання рейкової колії, ЦП/0267. Київ, 2012. [Technical Guidelines for Assessing the Condition of the Rail Track According to the Indicators of Track Measuring Cars and Ensuring the Safety of Train Traffic in Case of Deviations from the Standards of Rail Track Maintenance. (2012). CP/0267. Kyiv. (In Ukrainian)]
- Bal, O., Bondarenko, I., Kovalchuk, O. & Grythyshyn, P. (2024). Improving the safety indicators of Ukrainian railways: a study of the longitudinal stability of the railway track. *MATEC Web of Conferences EOT 2023. 3<sup>rd</sup> International Scientific and Practical Conference “Energy-Optimal Technologies, Logistics and Safety on Transport”*.