

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**  
**ЛЬВІВСЬКИЙ ІНСТИТУТ УКРАЇНСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО**  
**УНІВЕРСИТЕТУ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ**

**Й. Й. Лучко, І. Б. Кравець**

**РЕКОМЕНДАЦІЇ**  
**З ПІДВИЩЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ**  
**НЕОДОРІДНОГО ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА**



**Каменяр**  
**Львів 2022**

*Друкується за постановою вченої ради Львівського національного університету природокористування (протокол № 7 від 15.03.2022 р.)*

**Рецензенти:**

**В. В. Ковальчук**, д-р тех. наук, доцент, доцент кафедри “Рухо- мий склад залізниць і колія” (Львівський інститут Українського державного університету науки і технологій); **Х. С. Соболю**, д-р тех. наук, професор, професор кафедри “Автомобільних доріг та мостів” (Націо- нальний університет «Львівська політехніка»); **Ю. І. Боднар**, к.т.н., доцент, доцент кафедри “Будівельних конструкцій” (Львівський націо- нальний університет «Природокористування»)

У рекомендаціях описано аналіз технічного стану та основні характе- ристики дефектів, деформацій та пошкоджень земляного полотна залізниць Украї- ни в експлуатації. Розглянуто методи підвищення несучої здатності проблем- них ділянок земляного полотна, проведено посилення та виконана оцінка на- пружено-деформованого стану земляного полотна армованого трубчастими дренажами. Представлено результати та аналіз багатоваріантних розрахунків напружено-деформованого стану. Також сформовані рекомендації з армування земляного полотна трубчастими дренажами.

Розраховані на наукових та інженерно-технічних працівників, проекту- вальників. Можуть бути використані у фахівцями «Центру діагностики інфра- структури» Укрзалізниці, а також бути корисними викладачам і студентам ін- женерно-будівельних спеціальностей.

Розроблено професором кафедри будівельних конструкцій Львів- ського національного університету «Природокористування» д-ром техн. наук Лучком Йосипом Йосиповичем та викладачем кафедри загаль- но-інженерної підготовки фахівців залізничного транспорту, PhD Кравцем Іваном Богдановичем.

## ЗМІСТ

1. Сфера застосування .....	4
2. Нормативні посилання .....	4
3. Загальні положення .....	5
4. Аналіз технічного стану земляного полотна на залізницях України та огляд методів підвищення його несучої здатності .....	6
4.1. Аналіз технічного стану земляного полотна залізниць України.....	6
4.2. Характеристика дефектів, деформацій та пошкоджень земляного полотна в експлуатації .....	8
4.3. Методи підвищення несучої здатності проблемного земляного полотна .....	11
4.4. Теоретичні передумови, мета, науково-технічні завдання та новизна рекомендацій .....	15
5. Рекомендації із підвищення несучої здатності проблемного земляного полотна.....	18
5.1. Влаштування дренажних конструкцій у місцях проблемних ділянок земляного полотна .....	18
5.2. Оцінка напружено-деформованого стану земляного полотна армованого трубчастими дренажами.....	20
5.3. Результати багатоваріантних розрахунків напружено- деформованого стану армованого земляного полотна .....	23
5.4. Рекомендації із армування земляного полотна трубчастими дренажами.....	28
6. Основні результати та загальні висновки .....	30
7. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	31
7.1 Вимоги безпеки праці під час виконання робіт з підвищення несучої здатності земляного полотна .....	31
7.2. Порядок огороження місця виконання колійних робіт на перегоні.....	38
Список використаної літератури .....	40

## 1. Сфера застосування

Розробку рекомендацій із підвищення несучої здатності неоднорідного земляного полотна створених на підставі теоретичних і експериментальних досліджень у основу яких покладено контроль якості ущільнення ґрунту та сучасний георадіолокаційний метод профілювання насипу, зокрема, проблемних ділянок земляного полотна можна застосувати:

- розроблений метод із підвищення несучої здатності неоднорідного земляного полотна можна рекомендувати для використання його при ремонті та відновленні несучої здатності проблемного земляного полотна. Зокрема, експлуатуючими організаціями дистанції колії та колійно-машинними станціями залізниці;

- цей метод також можна застосовувати при проектуванні та будівництві і ремонтно-відновлювальних роботах при підвищенні несучої здатності проблемних ділянок на автомобільних дорогах.

## 2. Нормативні посилання

У цих рекомендаціях є посилання на такі нормативні документи:

1. ДБН В.2.3-19:2018 Споруди транспорту. Залізниці колії 1520 мм. Норми проектування. Київ: Мінрегіон України, 2018. – С. 126.

2. АД А.2.4-37641918-002:2015 Дренажні конструкції земляного полотна на автомобільних дорогах загального користування. Архітектурно-будівельні креслення.

3. НПАОП 45.2-7.02-12 “Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека в будівництві”

4. ДСТУ 2293-14 “Терміни та визначення”

5. НПАОП 63.21-1.25-07 “Правила безпеки праці під час виконання робіт у колійному господарстві”

6. ДСН 3.3.6.037 “Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку”

7. ГОСТ 12.1.012 “Вібраційна безпека. Загальні вимоги”

8. НПАОП 63.21-1.22-07 “Правила безпеки праці під час виконання навантажувально-розвантажувальних робіт на залізничному транспорті”

9. ДБН В.1.1-7-2002 «Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва»

10. ГОСТ 12.1.003 “Шум. Загальні вимоги безпеки”
11. ГОСТ 12.3.020 “Процеси переміщення вантажів на підприємствах”
12. НАПБ Б.02.005 “Типове положення про інструктажі, спеціальне навчання та перевірку знань з питань пожежної безпеки на підприємствах, в установах та організаціях України”
13. НАПБ А.01.001 “Правила пожежної безпеки в Україні”
14. НАПБ Б.03.001 “Типові норми належності вогнегасників”
15. Патент № 146420 МПК (2021.01) E02B 11/00 E01B 1/00. Спосіб підвищення несучої здатності дефектного земляного полотна автомобільних доріг та залізничної колії. / Ковальчук В. В., Лучко Й. Й., Кравець І. Б.; заявник Кравець І. Б. – № u 2020 06783; заяв. 22. 10. 2020 р., опублік. 17. 02. 2021. Бюл. № 7.

### 3. Загальні положення

Земляне полотно залізниць України було споруджено понад століття тому і проектувалось під інші навантаження та швидкості руху поїздів, у порівнянні із сьогоднішніми експлуатаційними умовами. Земляному полотну приділяється мало уваги, виконуються лише часткові роботи з укріплення та відновлення несучої здатності. Слід зазначити, що земляне полотно є основним елементом залізничної колії від якого безпосередньо залежить її геометрія, стабільна робота та безпечна експлуатація колії.

На сьогоднішній день є суттєва невідповідність параметрів інфраструктури потребам перевезень. Підвищення швидкостей руху та збільшення навантаження на вісь, призводить до розвитку залишкових деформацій та накопичення дефектів, зменшення несучої здатності земляного полотна, збільшення кількості ділянок з обмеженнями швидкості, зменшення пропускної спроможності (виникнення бар'єрних місць), як наслідок виникає загроза безпеці руху поїздів. Ці процеси суттєво впливають на подальшу безпечну експлуатацію земляного полотна, що зумовлює необхідність розробки експериментальних методів визначення та підвищення несучої здатності неоднорідного земляного полотна.

Очевидно, що дослідження, спрямовані на вирішення проблеми розробки методів підвищення несучої здатності неоднорідного земляного полотна в умовах експлуатації, є актуальними і відповідають інтересам транспортної галузі. Зокрема, розробка рекомендацій відповідає актуальним напрямам щодо управління експлуатаційною надійністю і довговічністю споруд та конструкцій, зокрема Постанові Кабінету Міністрів України від 5 травня 1997 р., № 409 «Про забезпечення надійності та безпечної експлуатації будівель, споруд та інженерних мереж», а також напрямам і завданням державної науково-технічної програми «Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року» (Розпорядження Кабінету Міністрів України від 30. 05. 2018 р., № 430-р) та Стратегії АТ «Укрзалізниця» на 2019–2023 роки.

Отже, розробка і впровадження нових технологій ремонту та підвищення несучої здатності неоднорідного земляного полотна на залізницях України, є актуальною на сьогодення проблемою і потребує негайного вирішення.

## Список використаної літератури

1. Стратегія АТ «Укрзалізниця» на 2019–2023 роки [Електронний ресурс] режим доступу: [https://www.uz.gov.ua/files/file/about/documents/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D1%96%D1%8F-5-Typography%20\(%D1%83%D0%BA%D1%80\).pdf](https://www.uz.gov.ua/files/file/about/documents/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D1%96%D1%8F-5-Typography%20(%D1%83%D0%BA%D1%80).pdf)
2. Інструкція з утримання земляного полотна залізниць України / Л. І. Дяченко, Г. П. Кислий, В. О. Курач // – Дніпро: Вид-во АТЗТ ВКФ “Арт-Прес”, 2001. – 104 с.
3. Даніленко Е. І. Залізнична колія. Підручник для вищих навчальних закладів ( у 2-х томах). Київ: Інпрес. – 2010. – Том 2. – 456 с.
4. Петренко В. Д. Аналіз стійкості земляного полотна для реалізації умов його безпеки при підвищенні швидкості руху / В. Д. Петренко, О. Л. Тютькін, В. П. Купрій // Електромагнітна сумісність та безпека на залізничному транспорті. – 2015. – №. 9. – С. 76–85.
5. Утешбаева А. А. Причины вызывающие деформации и разрушения земляного полотна / А. А. Утешбаева, Ж. Жанабергенова // Инновационные технологии на транспорте: образование, наука, практика. – 2017. – с. 218-221.
6. Ніколайчук А. В. Забезпечення стійкості баластної призми на слабкій основі при модернізації залізничної колії / Ніколайчук А. В., Гамеляк І. П., Литвиненко А. С., Ляховий І. В., Журба Г. В. // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту. – 2011. – № 38. – С. 157–161.
7. Петренко В. Д. Лоткові дослідження армування земляного полотна для підвищення руху поїздів на залізницях України. / В. Д. Петренко, А. Л. Тютькін, О. Кулаженко // Міжнародний техніко-економічний журнал “Українська залізниця” – 2016. – Вип. №5(35). – С. 40-45.
8. Кірічек Ю. О. Посилення високих насипів у складних інженерно-геологічних умовах / Ю. О. Кірічек, Ю. Б. Балашова, С. М. Кочан // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – 2012. – №. 86. – С. 78-87.
9. Сайт компанії Geopier [Електронний ресурс] режим доступу: <https://www.geopier.com/>
10. Ланис А. Л. Армирование эксплуатируемых высоких насыпей с инъектированием твердеющих растворов: дис. док. тех. наук: 05.22.06 «Железнодорожный путь, изыскание и проектирова-

- ние железных дорог» / Ланис Алексей Леонидович. – Новосибирск, 2019. – 409 с.
11. Latvala J. Problems with Railway Track Drainage in Finland / J. Latvala, A. Nurmikolu, H. Luomala // *Procedia Engineering*, 2016. – Vol. 14. – P. 1051–1058.
  12. Luchko J. Determining patterns in the stressed-deformed state of the railroad track subgrade reinforced with tubular drains / J. Luchko, V. Kovalchuk, I. Kravets, O. Gajda // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – Kharkov.: 5/7 (107), 2020. – P. 6 – 13. doi: 10.15587/1729-4061.2020.213525
  13. Лучко Й. Й. Грунтознавство, механіка ґрунтів та основи і фундаменти: [текст] / Й. Й. Лучко // М-во освіти і науки, молоді та спорту України; Дніпропетров. нац. ун-т залізнич. транспорту ім. акад. В. Лазаряна; Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя. – Львів: Каменярь, 2013. – 320 с. ISBN 978-966-607-185-2.
  14. Лучко Й. Й. Мости і труби з гофрованих металевих конструкцій та моніторинг ґрунтових основ доріг і споруд [текст]: [Монографія] За ред. д.т.н., проф. Й. Й. Лучка / Й. Й. Лучко, В. В. Ковальчук, І. Б. Кравець // – Львів: Світ, 2020. – 272 с. ISBN 978-966-914-172-9
  15. Кравець І. Б. Методи оцінювання та підвищення несучої здатності неоднорідного земляного полотна залізничної колії. / дис. PhD – Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Дніпро. – 2021. – 159 с.
  16. Петренко В. Д. Математичне моделювання земляного полотна залізничної колії на основі методу скінченних елементів / В. Д. Петренко, О. Л. Тютюкін, Є. Ю. Кулаженко, О. М. Кулаженко // Дніпро, Дніпровський національний університет залізничного транспорту, 2016. – 64 с.
  17. Brinkgreve R. B. J. PLAXIS (version 8) user's manual / R. B. J. Brinkgreve, P. A. Vermeer, // Delft University of Technology and PLAXIS BV, Netherlands. – 2002.
  18. АД А.2.4-37641918-002:2015 Дренажні конструкції земляного полотна на автомобільних дорогах загального користування. Архітектурно-будівельні креслення.
  19. Інструкція із забезпечення безпеки руху поїздів при виконанні колійних робіт на залізницях України, ЦП-0273 ВНД УЗ 32.6.03.004-2012.

Наукове видання

Міністерство освіти і науки України

**Львівський національний університет  
природокористування**

**Львівський інститут Українського державного  
університету науки і технологій**

**Л у ч к о Йосип Йосипович,  
К р а в е ц ь Іван Богданович**

**РЕКОМЕНДАЦІЇ  
З ПІДВИЩЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ  
НЕОДОРІДНОГО ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА**

Редактор і коректор *Олександр Хміль*

Технічний редактор *Роксоляна Бедрій*

Макетування та виготовлення діапозитивів *Іван Кравець*

Здано на складання 12. 12. 2021. Підписано до друку 25. 11. 2021. Формат 60x90 1/16.

Папір офсетн. Гарнітура Times. Офсетний друк. Умов. друк. арк. 2,75.

Обл.-вид. арк. 2,34. Тираж 300 прим. Зам.11/21.

Видавництво "Каменярь". 79008, Львів, Підвальна, 3.

Свідоцтво Держ. реєстру: серія ДК, №462.

Тел./факс: 235-59-49; ел. адреса: [vyd\\_kamenyar@mail.lviv.ua](mailto:vyd_kamenyar@mail.lviv.ua)

Виготовлено із готових діапозитивів у друкарні ТзОВ "Простір М".

79000, Львів, вул.Чайковського, 27.

У рекомендаціях описано аналіз технічного стану та основні характеристики дефектів, деформацій та пошкоджень земляного полотна залізниць України в експлуатації. Розглянуто методи підвищення несучої здатності проблемних ділянок земляного полотна, проведено посилення та виконана оцінка напружено-деформованого стану земляного полотна армованого трубчастими дренажами. Представлено результати та аналіз багатоваріантних розрахунків напружено-деформованого стану. Також сформовані рекомендації з армування земляного полотна трубчастими дренажами.

Розраховані на наукових та інженерно-технічних працівників, проектувальників. Можуть бути використані у фахівцями «Центру діагностики інфраструктури» Укрзалізниці, а також бути корисними викладачам і студентам інженерно-будівельних спеціальностей.

**Лучко Й. Й., Кравець І. Б.**

Л87 Рекомендації з підвищення несучої здатності неоднорідного земляного полотна [Текст] / М-во освіти і науки України; Львів. націонал. унів-тет природокористування, Львів. інс-т Укр-кого. держ. унів-ту науки і технологій. – Львів: Каменярь, 2022. – 43 с.: рис. 20, табл. 2. ISBN 978-966-607-611-4

УДК 625.123:625.745.2