



14.05.2026

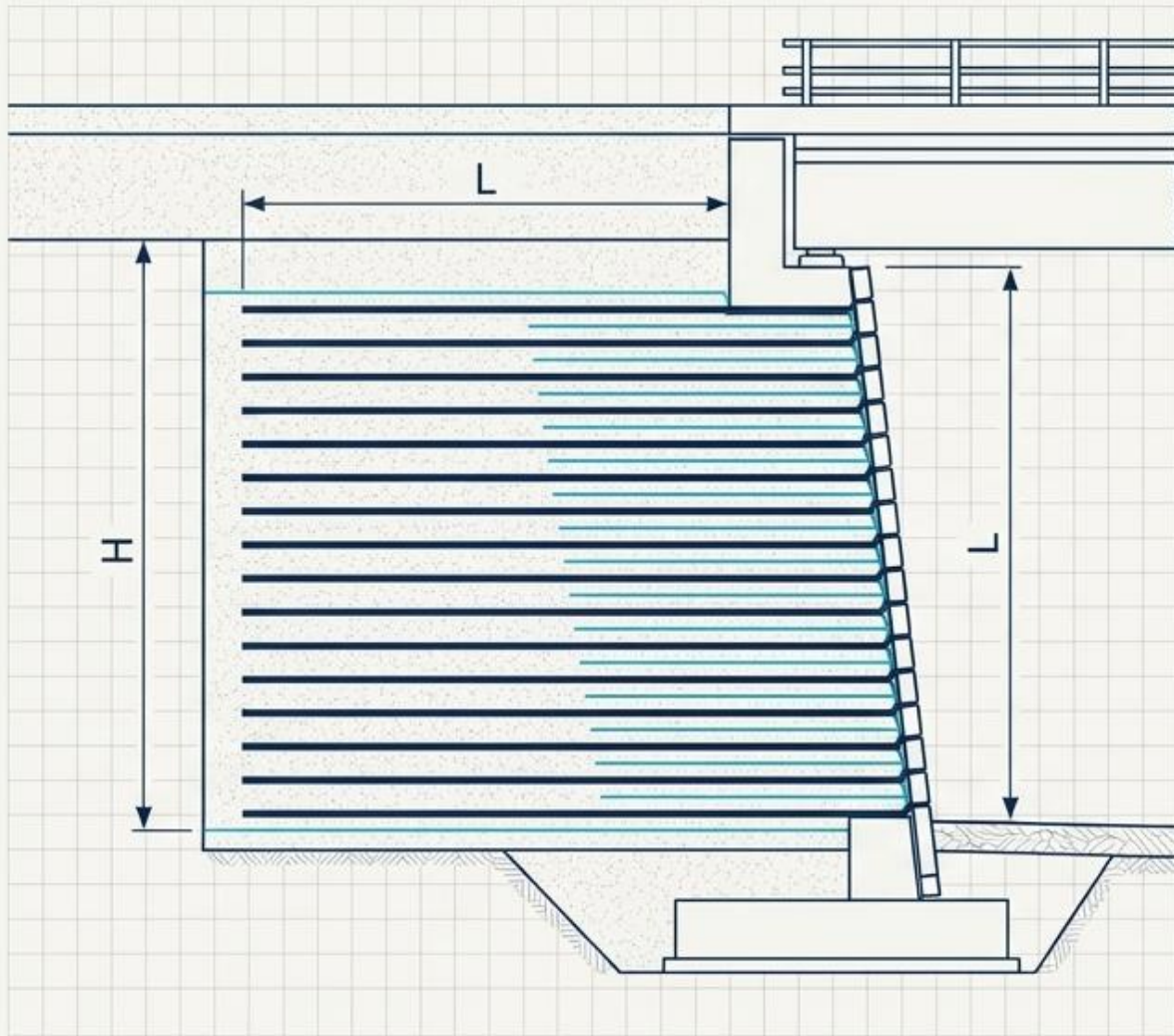
Особливості розрахунку армованої частини насипу системи GRS-IBS

МОЛОДЬ – ДРАЙВЕРИ ЗМІН У ВІДНОВЛЕННІ УКРАЇНИ

П'ЯТА ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ МОЛОДИХ ВЧЕНИХ

Каськів Володимир Іванович¹
Малоокий Борис Олександрович²

¹к.т.н., доцент, заступник директора з наукової роботи
ДП "НІРІ", м. Київ
²аспірант, Національний транспортний університет, м. Київ



Суть технології

Інтегрована мостова система з армованого геосинтетиками ґрунту (Geosynthetic Reinforced Soil).

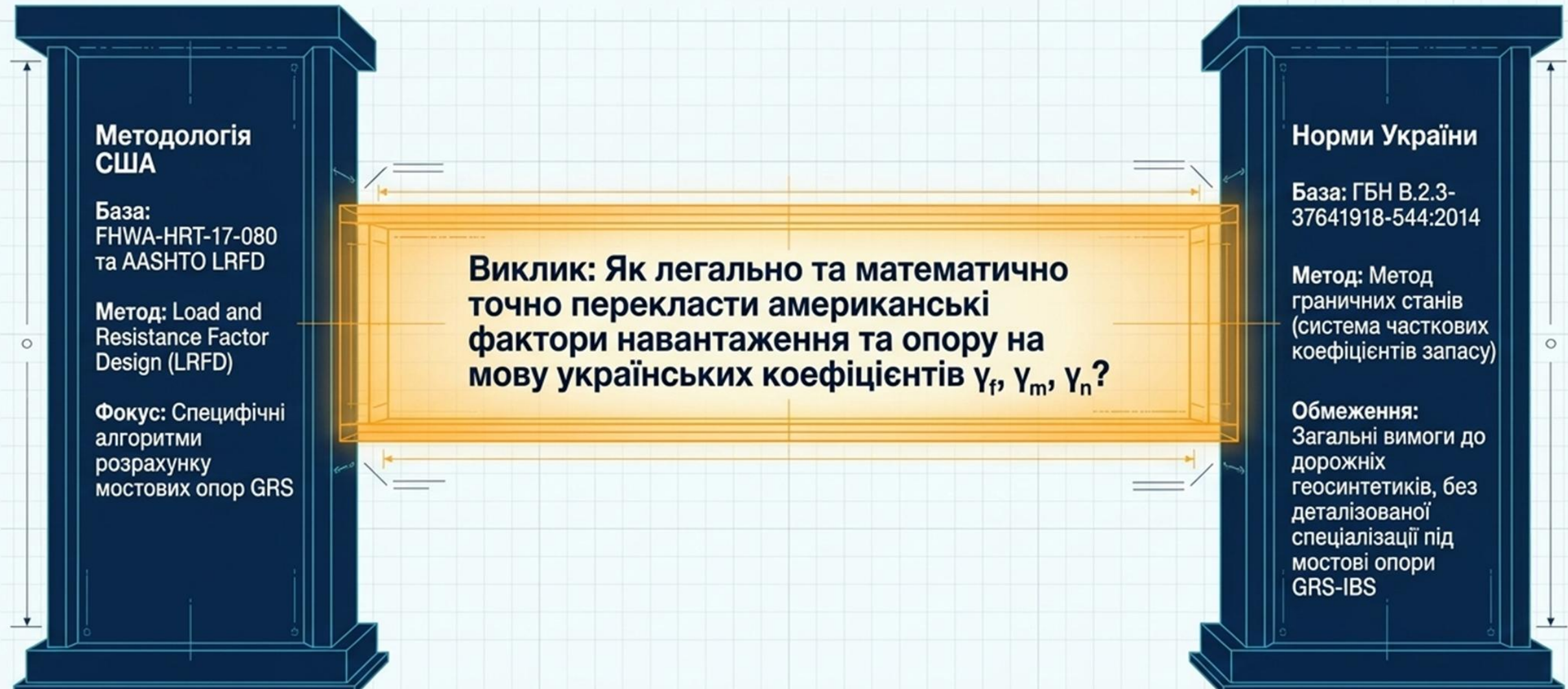
Вимога до довговічності

Жорсткий стандарт терміну служби не менше 75–100 років (відповідно до вимог FHWA/AASHTO).

Конструктивна особливість

Мінімальний вертикальний крок армування ($S_v \leq 0,3$ м) та ущільнення високоякісним зернистим матеріалом.

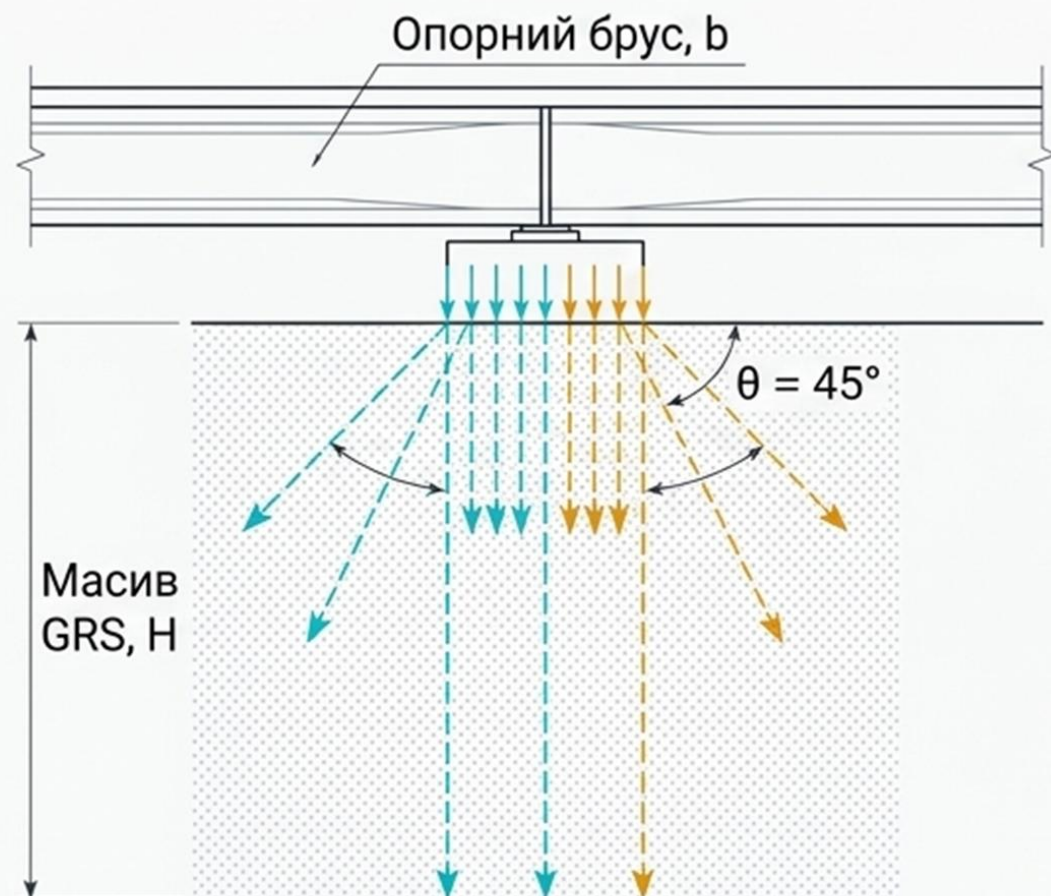
Нормативний розрив: Проблема імплементації



Етап розрахунку	FHWA / AASHTO (LRFD)	ГБН В.2.3-37641918-544:2014
Навантаження (Loads)	Load Factors (γ) 	Частковий коефіцієнт на навантаження (γ_f)
Матеріали (Resistance)	Resistance Factors (Φ) 	Часткові коефіцієнти запасу матеріалу ($\gamma_m, \gamma_{cd}, \gamma_d$)
Наслідки руйнування	Importance Factors (η) 	Коефіцієнт надійності/відповідальності (γ_n)
Повзучість матеріалу	Creep Reduction Factor (RFCR) 	Коефіцієнт повзучості (A_1)

Незважаючи на відмінності у числових значеннях, фізичний зміст коефіцієнтів принципово подібний, що робить гармонізацію математично можливою.

Етап 1: Визначення навантажень та розподілу тиску



Метод FHWA (США)

Зона розподілу: $b_f = b + H \cdot \tan(45^\circ)$

Еквівалентний вертикальний тиск: $\sigma_v = \frac{P_{DL} + P_{LL}}{b_f \cdot L}$

Гармонізація ГБН (Україна) п. 5.17, Табл. 5.12

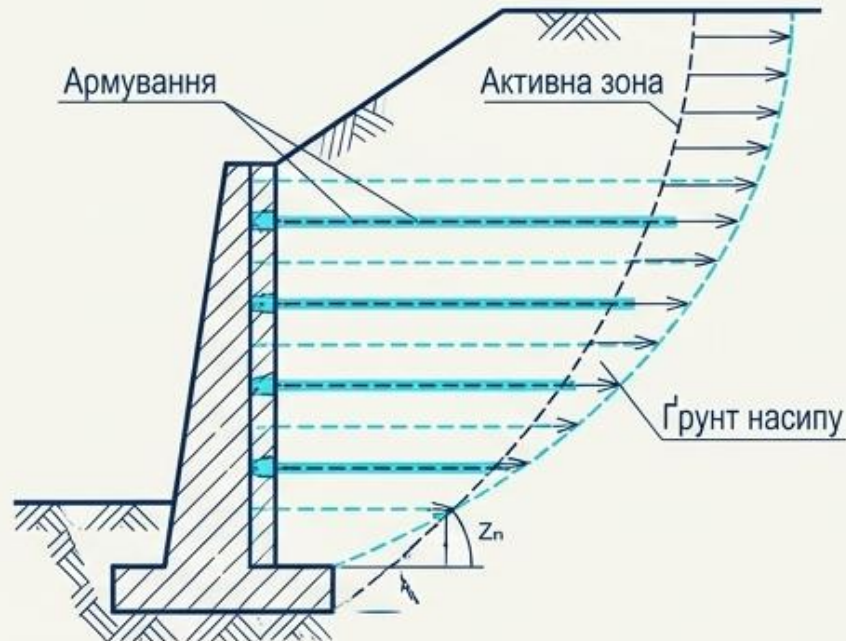
Частковий коефіцієнт запасу на навантаження:

Власна вага конструкції: $\gamma_f = 1,0$

Зовнішнє постійне навантаження (PDL): $\gamma_f = 1,5$

Умова міцності: Розрахункова міцність $T_d \geq T_r$

Етап 2: Внутрішня стійкість (Розрив та Витягування)



Механізм розриву

Зусилля розтягу (F_{HWA}): $T_{\max}(z) = K_a \cdot \gamma \cdot z \cdot S_v + \Delta\sigma_H \cdot S_v$



Гармонізація міцності (ГБН п. 5.17.1):

Необхідна номінальна міцність: $T_{\text{ном}} \geq T_d \cdot \gamma_m \cdot \gamma_n$

Де $\gamma_n = 1,1$ (Клас 1, Категорія I), $\gamma_m \geq 1,5$ (Табл. 5.11).

Механізм витягування (Pullout)

Згідно з ГБН Табл. 5.14-5.17:

Опір визначається через коефіцієнти взаємодії μ_{pd} та μ_{dsd} .

Для геоґрат: у піщаному ґрунті $\alpha_p = 0,9$; у глинистому $\alpha_p = 0,8$.

$$\text{ГБН п. 5.16.3: } \gamma_m = \gamma_d \times \gamma_{cd}$$

γ_d (Частковий коефіцієнт довговічності / середовища)

$\gamma_d = 1,1$ (Для ґрунтів з безпечним рівнем рН від 4 до 9).

⚠ При виході за межі рН 3-9 необхідні спеціальні лабораторні дослідження.

γ_{cd} (Пошкодження при вкладанні / Installation Damage)

Залежить від фракції ґрунту (Табл. 5.3-5.6):

Тип ґрунту	Коефіцієнт γ_{cd}
Піщаний дрібний та пилуватий ґрунт	$\gamma_{cd} = 1,1$
Великоуламковий матеріал, щебінь	$\gamma_{cd} = 1,3 - 1,5$

Найбільша перепона до гармонізації — **врахування довгострокової повзучості (Creep) на 75+ років** — вже вирішена.

AASHTO / FHWA

RFCR (Creep Reduction Factor)
Для поліестеру (PET)

1,52 – 2,5

=

ГБН В.2.3-37641918-544:2014

Коефіцієнт повзучості A1
Для ПЕФ (поліефірні волокна)

2,5

Пряма відповідність значень A1 та RFCR доводить, що адаптація методології FHWA до вітчизняних норм є не лише можливою, але й математично обґрунтованою вже сьогодні.

Етап 4: Зовнішня стійкість та деформативність

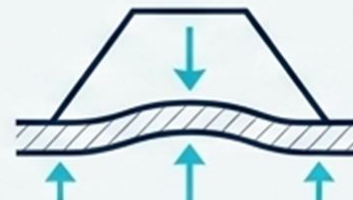


Загальна стійкість



Загальний коефіцієнт стійкості $K_{st} = 1,5$ (Клас 1, Категорія I).

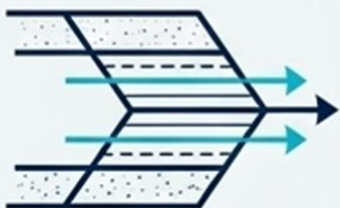
Несуча здатність основи



Визначається через еквівалентну когезію армованого масиву:

$$c_{eq} = T_f / (2 \cdot S_v).$$

Анкерування



Мінімальна розрахункова довжина

$$L = \max\{L_e, L_{ext}, L_b\}.$$

Для GRS-IBS $L \geq 0,7H$, але не менше **2,5 м**.

Критерій деформативності (ГБН п. 6.3.7)



Необхідний січний модуль пружності: $E_{req} \geq T_d / \varepsilon$

Допустима деформація:

$\varepsilon = 0,02$ (2%) для незв'язних ґрунтів.

$\varepsilon = 0,05-0,10$ (5-10%) для зв'язних.

Вимоги до ґрунту засипки (Backfill)



$\leq 12\%$

Вміст дрібних частинок ($< 0,075$ мм)



≤ 6

Показник пластичності (IP)



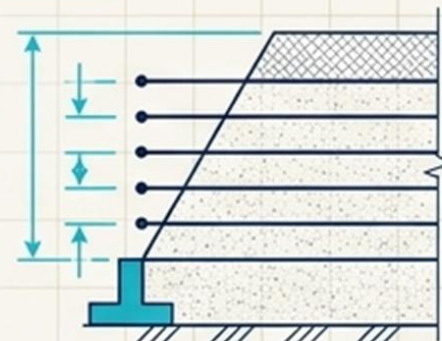
3 до 9

Рівень кислотності (pH)

Геометричні вимоги (Geometry)

$S_v \leq 0,3$ м

Вертикальний крок армування (критично важливо в зоні опорного бруса).



Загальний підхід: Тіло насипу GRS-IBS формується як монолітний композитний масив завдяки надщільному розташуванню армуючих шарів та високоякісному зернистому ґрунту.

1

Гармонізація доведена

Розрахунок насипу **GRS-IBS** ідеально інтегрується з системою часткових коефіцієнтів ГБН В.2.3-37641918-544:2014 (Y_m , Y_n , Y_{cd} , Y_d , Y_{cr}).

2

Фізична еквівалентність

Американські фактори **LRFD** (зокрема, вплив повзучості **RFCR**) знаходять пряме відображення у вітчизняних коефіцієнтах (напр. $A_1 = 2,5$).

3

Пріоритетне завдання галузі

Розробка спеціалізованого національного стандарту для армоґрунтових мостових конструкцій типу **GRS-IBS** на базі гармонізованої методології **FHWA**. Це відкриє шлях до **швидкого, економічного** та **надійного** мостобудування в Україні.



14.05.2026

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!

МОЛОДЬ – ДРАЙВЕРИ ЗМІН У ВІДНОВЛЕННІ УКРАЇНИ

П'ЯТА ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ МОЛОДИХ ВЧЕНИХ

Каськів Володимир Іванович¹
Малоокий Борис Олександрович²

¹к.т.н., доцент, заступник директора з наукової роботи
ДП "НІРІ", м. Київ
²аспірант, Національний транспортний університет, м. Київ