

ПРОБЛЕМЫ СОДЕРЖАНИЯ, ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТА ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

УДК: 624.21

НОРМАТИВНЕ РЕГУЛЮВАННЯ У СФЕРІ ПРОЕКТУВАННЯ Й ЕКСПЛУАТАЦІЇ МОСТІВ

**А.І. Лантух-Лященко, професор, д.т.н.,
Національний транспортний університет, м. Київ**

Анотація. Представлено ретроспективний огляд наукових розробок, спрямованих на створення національної нормативної бази проектування та експлуатації автодорожніх мостів. Поряд із науковим надбанням останніх років, автор намагався викласти нагальні проблеми та критично оцінити сучасні наукові тенденції у сфері управління надійністю і довговічністю автодорожніх мостів.

Ключові слова: нормативна база проектування мостів, нормативна база експлуатації мостів, надійність мостів, довговічність мостів.

НОРМАТИВНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ В СФЕРЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ МОСТОВ

**А.И. Лантух-Лященко, профессор, д.т.н.,
Национальный транспортный университет, г. Киев**

Аннотация. Представлен ретроспективный обзор научных разработок, направленных на создание национальной нормативной базы проектирования и эксплуатации автодорожных мостов. Вместе с научными разработками последних лет, автор предпринял попытку изложить актуальные проблемы и критически оценить современные научные тенденции в сфере управления надежностью и долговечностью автодорожных мостов.

Ключевые слова: нормативная база проектирования мостов, нормативная база эксплуатации мостов, надежность мостов, долговечность мостов.

NORMATIVE REGULATION IN THE FIELD OF DESIGNING AND MAINTENANCE OF BRIDGES

**A. Lantuh-Lyaschenko, Professor, Doctor of Technical Science,
National Transport University, Kyiv**

Abstract. The article presents a retrospective overview of the scientific research to the establishment of a national regulatory framework for design and maintenance of road bridges. Along with scientific developments of recent years, the author has attempted to outline the current problems and to take the stock of current scientific trends in the field of reliability and durability of road bridges.

Key words: regulatory framework for bridges design, regulatory framework of bridges maintenance, bridges, reliability, durability of bridges.

Вступ

З перших же років існування нової України стала очевидною потреба в національних

нормативах у сфері будівництва. Необхідність модернізації нормативної бази особливо відчувалась у транспортній інфраструктурі країни. Причин тому є декілька.

По-перше, це усвідомлення того, що геополітичне положення України вимагає розгалуженої мережі автомобільних доріг, здатної забезпечити потреби економічного розвитку та транзитних перевезень вантажів на шляхах сполучення з Європою.

Проте сьогодні Україна за розвитком дорожньої мережі посідає одне з останніх місць в Європі. Так, наприклад, показник кількості доріг із твердим покриттям на 1000 жителів у Франції складає 14,2 км, в Україні – 3,2 км. В цих умовах мости виявились найбільш слабкою ланкою транспортного ланцюга. Реконструкція чи капітальний ремонт моста паралізує відносно велику частку транспортної мережі, порушує товарообіг з Європою, значно впливає на економіку, як правило, великого за площею прилеглої регіону. В цих умовах мости мають бути предметом особливої уваги як потенційне джерело економічної і соціальної небезпеки.

По-друге, слід наголосити, що 10–15 років тому галузь транспортного будівництва мала застарілу нормативну базу, яка за своїм теоретичним базисом суттєво відставала від європейської, потребувала розвитку і модернізації. Державних будівельних норм з експлуатації транспортних споруд в Україні раніше не було взагалі. Натомість були відомчі інструкції, які не могли в нових умовах задовольнити потреб галузі.

По-третє, перед країною постало надзвичайно складне завдання приєднання до нормативної бази Європейського Союзу, в тому числі й у сфері будівництва.

Отже, на той час вкрай нагальною стала наукова проблема теоретичного обґрунтування національної нормативної бази галузі мостів. Сьогодні ми констатуємо, що, завдяки наполегливій праці науковців кафедри «Мости і тунелі» Національного транспортного університету та наших колег з Державного дорожнього науково-дослідного інституту імені М.П. Шульгіна, Інституту електророзрядів імені Є.О. Патона НАН України, АТ «МОСТОБУД» вдалося зробити вагомий внесок у вирішення ключової наукової проблеми розвитку інфраструктури, отримати видимі наукові і практичні результати.

Аналіз публікацій

Проведено аналіз наукового базису нормативних документів галузі мостів – розробки останніх 10–12 років [1–4].

Мета і постановка задачі

Наукові розробки з теоретичних засад правил проектування транспортних споруд мають глобальну орієнтацію на формування технічної політики у проектуванні транспортних споруд. В цій загальній меті ми виділяємо основні такі задачі:

- розробка моделей рухомих навантажень автодорожніх мостів;
- дослідження надійності елементів мостів;
- розробка рекомендацій з підвищення довговічності автодорожніх мостів.

Всі ці дослідження мали чітко виражений прикладний характер. Кінцевою метою досліджень було створення національного пакета будівельних норм «Мости і труби». Нижче наводяться основні аспекти виконаних досліджень.

Розробка моделей рухомих навантажень автодорожніх мостів

Перш за все стояло завдання модернізації моделі рухомих навантажень автодорожніх мостів та наближення її до вимог норм країн Європейського Союзу. Було виконано масштабні дослідження, які дали змогу оцінити, яке місце за рівнем рухомих навантажень мостів ми займаємо в Європі, і сформулювати національну модель рухомих навантажень для розрахунків мостів.

Запропонована нами модель була близькою до Єврокоду [1, 2], наскільки це було можливим з економічних міркувань. В цій моделі повністю збереглась топологічна схема рухомого навантаження норм СНиП «Мости и трубы» 1984 р. [3], проте клас автомобільного навантаження було значно підвищено. В нормах 2006 р. [4] прийнято:

- клас «15» – на автомобільних дорогах I, II і III категорій, на міських автомагістралях і магістральних вулицях загальноміського значення, а також на мостах довжиною більше 200 м, незалежно від їх розташування;

– клас «11» – на автомобільних дорогах IV категорії і сільських населених пунктів, магістральних вулицях районного значення.

Альтернативне одиночне колісне навантаження НК за цією моделлю (рис. 3, б) прийнято загальною вагою 100 тс ($P = 20$ тс).

Запропоновані моделі були достатньо революційними для України. Ясно, що підвищення рівня рухомих навантажень – це проблема не тільки технічна, а й економічна та соціальна: підвищення рівня рухомих навантажень викличе додаткові матеріальні витрати. З іншого боку – споруда, розрахована на більш високі рухомі навантаження, буде мати більшу довговічність. Пошук розумного співвідношення між цими двома основними факторами – матеріальні витрати і довговічність – складає сенс проблеми.

В рамках досліджень було виконано велику кількість розрахунків, які ставили за мету з'ясувати, яких додаткових витрат на будівництво мостів слід очікувати із прийняттям нових моделей рухомих навантажень.

Прогноз додаткових матеріальних витрат, викликаних застосуванням нової моделі, виконувався шляхом чисельних експериментів, які містять розрахунки за I та II групами граничних станів залізобетонних та сталевих балкових прогонових будов. Розрахунками визначались навантажувальні ефекти від нових моделей та відповідні їм витрати арматури і бетону в залізобетонних прогонових будовах, у сталевих – сталі.

Чисельні експерименти з аналізу витрат матеріалів, порівняно з чинними на той час нормами [3] для найбільш характерних прогонових будов коробчастого перерізу та бездіафрагмових, наведено в табл. 1.

Таблиця 1 Прогноз збільшення матеріальних витрат у залізобетонних прогонових будовах

Модель рухомого навантаження	Додаткові витрати відносно моделі за нормами [4], %	
	бетону	арматури
Модель А15	1–6	6–12
Модель Єврокоду	3–10	25–45

Надалі нормативним документом ДБН «Мости та труби. Навантаження і впливи» [5] рівень навантаження в цих моделях було ще

піднято за рахунок збільшення коефіцієнтів надійності та модернізації правил розміщення рухомих навантажень в поперечному перерізі прогонової будови. З прийняттям цього нормативу рівень рухомого навантаження у проєктах практично співпадає з Єврокодом [2]. Дослідження нової моделі навантажень широко публікувались в українських наукових виданнях [6–8].

Розрахунки елементів мостів за надійністю

Проектування споруд завжди носило детерміністичний характер, і інженер не мав важелів впливу на рівень надійності елемента, що проектується. Необхідний рівень безпеки забезпечується, з одного боку, укладачем норм за рахунок нормованих коефіцієнтів надійності, з іншого боку – інженером, зобов'язаним перевірити виконання нерівностей граничних станів у всіх потенційно небезпечних розрахункових сполученнях навантажень.

Починаючи з 2006 року, з набуттям чинності ДБН В.2.3-14:2006 [4] і в наступному ДБН В.1.3-22-2009 [5] нами введено апарат контролю надійності, який дає проектувальнику можливість свідомо визначити рівень безпеки елемента споруди та використати кількісний параметр надійності як критерій якості проєкту. Такого підходу вимагають сьогодні також нормативні документи країн Європейського Союзу [1, 9, 10].

Нижче наведено основні положення запропонованого нами наукового базису управління надійністю у проектуванні транспортних споруд.

Поняття надійності елемента вводиться у класичному сенсі [11] як ймовірність того, що буде досягнуто граничного стану

$$P_f = P(S > S_d), \quad (1)$$

де S_d – резерв узагальненої опірності споруди у граничному стані

$$S_d = R - Q, \quad S_d > 0, \quad (2)$$

де R – випадкова змінна – узагальнений опір елемента; Q – випадкова змінна – узагальнене навантаження елемента.

В термінах узагальненого опору елемента визначення (1) записується так

$$P_f = P(S_d(X_1, X_2, \dots, X_n) < 0), \quad (3)$$

де X_i – базові змінні.

Відповідно фундаментальна нерівність методу граничних станів, якій має задовольняти елемент, що проектується, записується так

$$S_d = R(X_r) - Q(X_q), \quad S_d \geq 0, \quad (4)$$

де X_r – базові змінні, якими виражається несуча здатність елемента; X_q – базові змінні, якими виражається зовнішнє навантаження елемента. Фундаментальне твердження (4) використовувалось і використовується у припущенні двох обмежень

– функції з твердження (4) $R(X) = R$, $Q(X) = Q$, $S(X) = S$ є випадковими змінними;
– закон розподілу змінних R , Q , S є нормальним.

Використання принципу (4) дає можливість визначити коефіцієнти надійності в нормах проектування мостів. Надійність елемента, в цьому випадку, забезпечується, як відомо, за рахунок відповідних коефіцієнтів надійності та перевірки у всіх можливих сполученнях навантажень нерівностей граничних станів

$$S \geq (R - Q) \forall k. \quad (5)$$

Базові змінні визначаються через їх номінальні значення та коефіцієнти надійності

$$X_r = \frac{R_i}{\gamma_{ri}}; X_q = \gamma_{qi} Q_i. \quad (6)$$

У практичних розрахунках оцінки надійності, рекомендованих нормами [6, 12], умова безпеки формулюється як ймовірне рішення проблеми (3)

$$P_f = P(S_d(X_i) \leq 0) \leq P_{norm} = \Phi(-\beta_{norm}), \quad (7)$$

де β_{norm} – нормативне значення характеристики безпеки (Ржаніцин А.Р., 1952 р. [11]).

За умови, що відсутня кореляція між базовими змінними, якими виражається несуча здатність елемента та зовнішнє навантаження, змінні X_i в (10) визначаються через параметри закону розподілу, прийнятого для змінної

$$X_i = \mu_i - \alpha_i \beta \sigma_i, \quad (8)$$

де μ_i – середнє значення базової змінної; α_i – ваговий коефіцієнт базової змінної; σ_i – стандарт, згідно з законом розподілу базової змінної; β – прийнята характеристика безпеки, $\beta \geq \beta_{norm}$.

Вагові коефіцієнти α_i можуть бути розраховані точно через стандарти σ_R та σ_Q

$$\alpha_R = \frac{\sigma_R / \sigma_Q}{\sqrt{1 - (\sigma_R / \sigma_Q)^2}}; \quad \alpha_Q = \frac{1}{\sqrt{1 - (\sigma_R / \sigma_Q)^2}}. \quad (9)$$

Можна приймати середні значення вагових коефіцієнтів, рекомендовані в [1, 4, 5]: $\alpha_R = 0,8$; $\alpha_Q = -0,7$.

Зваживши, що базова змінна X_i в (3) має бути визначена через коефіцієнт надійності та її характеристичне значення X_n , коефіцієнт надійності γ_i вираховується через параметри розподілу за формулою

$$\gamma_i = \frac{\mu_i - \alpha_i \beta \sigma_i}{X_n}. \quad (10)$$

У практичних розрахунках більш зручно виразити шукані випадкові змінні через їх коефіцієнти варіації – V_i . Тоді залежність (10) набуде вигляду

$$\gamma_i = \frac{\mu_i (1 - \alpha_i \beta V_i)}{X_n}. \quad (11)$$

Тут β – характеристика безпеки, яка обчислюється за формулою

$$\beta = \frac{\gamma_0 - 1}{\sqrt{V_R^2 \gamma_0^2 + V_S^2}}, \quad (12)$$

де V_R – коефіцієнт варіації узагальненого навантаження елемента; V_S – коефіцієнт узагальненої опірності елемента; γ_0 – математичне очікування узагальненого коефіцієнта запасу

$$V_R = \sigma_R / \mu_R; \quad V_S = \sigma_S / \mu_S; \quad (13)$$

$$\gamma_0 = \frac{\mu_R}{\mu_S}. \quad (14)$$

В позначеннях (11)–(13) фундаментальна нерівність методу граничних станів (4) записується так

$$\mu_R(1 - \alpha_R \beta V_R) \geq \mu_Q(1 - \alpha_Q \beta V_Q), \quad (15)$$

що дає проектувальнику змогу не тільки проектувати з наперед заданою надійністю, але й оптимізувати проект за рахунок варіації статистичних параметрів в лівій і правій частинах нерівності (15).

Розрахунки за надійністю мають виконуватися паралельно класичним детермінованим [4, 5, 12]. Вони дають можливість запроєктувати елемент заданої надійності і служити цілям оптимізації якості проекту.

Надійність виконує ще одну важливу функцію: вона служить мірилом довговічності елемента. Теоретично довговічність T пов'язана з надійністю відомим інтегралом (В.В. Болотін, 1961 р.)

$$T = \int_0^{\infty} P(\mathbf{X}, t) dt, \quad (16)$$

де $P(\mathbf{X}, t)$ – функція надійності елемента, яка залежить від вектора генеральних параметрів \mathbf{X} та часу t .

Цей інтеграл дає час експлуатації елемента споруди до першої відмови. Практичного застосування залежності (16) сьогодні немає. Дослідження, де б формулювалась випадкова функція надійності елемента $P(\mathbf{X}, t)$, нам не відомі. Проте в концептуальному плані залежність (16) для нас є вкрай важливою – з неї ясно, що довговічність збільшується з підвищенням надійності елемента. Таким чином, управління надійністю у процесі проектування є опосередкованим засобом контролю довговічності.

Тому в нових національних нормах проектування мостів [4, 12] декларативно прописано мінімальні нормативні строки служби елементів споруд. Основою для цих строків стали практичні дослідження довгострокової роботи транспортних споруд України під навантаженням та досвід проектування і будівництва. Параметр же надійності залишається посереднім показником довговічності.

Для визначальних елементів споруди, а тому й для споруди в цілому, проектний термін служби встановлюється 70–100 (для труб – 50) років [4, 12]. Окремо також декларовано мінімальні терміни служби невизначальних елементів, заміна яких передбачається протягом проектного терміну служби моста.

Зауважимо, що в ДБН України, вперше на терені країн СНД, у практиці проектування мостів введено визначення проектного строку служби. Це поняття визначається як період, протягом якого споруда виконує передбачені проектом функції, а рівень безпеки при цьому не падає нижче показників, встановлених правилами експлуатації. Відповідно до цього і було декларовано мінімальні нормативні строки служби.

Теоретичний базис системи експлуатації мостів

Експлуатація автодорожніх мостів України ведеться в умовах вкрай обмежених фінансових ресурсів. Проте будь-які спроби оптимізувати видатки на ремонт і реконструкцію мостів натрапляють на принципові перешкоди: відсутність систематизованої технічної інформації про стан мостів та методів прогнозу ресурсу, відсутність науково обґрунтованої системи оптимізації витрат на експлуатацію тощо.

Центральною науковою проблемою в експлуатації мостів є проблема оцінки технічного стану та прогнозу їх залишкового ресурсу, яка стала особливо актуальною в останні 20 років, в міру того, як все більше автодорожніх мостів стають морально та фізично застарілими. Чинні до 2002 року будівельні норми України не надавали ні методології оцінки залишкового ресурсу, ні критеріїв оцінки технічного стану мостів, що знаходяться в експлуатації. А саме на основі регламентованої оцінки технічного стану має перевірятись рівень надійності та прогнозуватись залишковий ресурс безаварійної експлуатації споруди.

Сьогодні, вперше на терені країн СНД, ми маємо нормативний документ з оцінювання і прогнозування технічного стану мостів [13]. Теоретичною базою нормативного документа є новітня модель оцінки та прогнозу залишкового ресурсу елементів мостів, сформульова-

на в роботах [14–16]. Наведені нижче чотири гіпотези становлять теоретичну базу моделі.

1. Критерієм технічного стану елемента є числовий параметр надійності, який в моделі виконує дві функції:

- служить кількісною інтегральною оцінкою технічного стану споруди у процесі експлуатації;
- дає можливість прогнозувати технічний стан у майбутньому, тобто прогнозувати залишковий ресурс елементів споруди.

2. Ідейною основою є поділ споруди на елементи та дискретні стани їх деградації.

Міст та мостовий перехід розглядаються як система із семи груп конструктивних елементів:

- елементи проїзної частини;
- елементи прогонової будови;
- опори та опорні частини;
- фундаменти;
- підмостове русло;
- регуляційні споруди;
- підходи.

Процес деградації елемента протягом життєвого циклу описується моделлю, яка базується на теорії випадкових марковських процесів. Життєвий цикл елемента поділено на 5 дискретних станів. Кожен зі станів описується добіркою якісних та кількісних показників деградації, що характеризують ієрархію відмов елемента [14].

3. Задача оцінки надійності споруди формулюється як визначення ймовірності переходу системи з дискретного стану S_i в S_{i+1} , $i=1,2,\dots,5$, за умови, що час переходу є неперервною функцією. В такій постановці знос елементів споруди трактується як дискретний марковський процес із безперервним часом.

Ймовірності марковського ланцюга (матриця перехідних імовірностей) $p_1(t), p_2(t), \dots, p_n(t)$ – функції часу, що визначаються розв'язком системи диференціальних рівнянь Колмогорова

$$\frac{dp_{ij}(t)}{dt} = \sum_k \lambda_{ik} p_{kj}(t), \quad i, j, k = 1, 2, \dots, n, \quad (17)$$

за початкових умов $p_{ij}(0) = \delta_{ij}$, де δ_{ij} – символ Кронекера.

4. Процес деградації елемента протягом життєвого циклу описується одним параметром λ – показником інтенсивності відмов. Цей показник приймається постійним, незалежним від часу.

Нашою моделлю деградації встановлюється зв'язок між надійністю та часом експлуатації елемента. Перехід з одного дискретного стану в інший описується як процес Пуассона з дискретними станами та неперервним часом. Це окремий випадок марковського процесу. Інтегральна функція розподілу $P(t)$ для часу T_n , котрий протікає, доки стануться всі n подій процесу, має вигляд

$$P(t) = 1 - P(T_n > t) = 1 - \sum_{k=0}^{n-1} \frac{(\lambda t)^k e^{-\lambda t}}{k!}, \quad (18)$$

де λ – параметр – інтенсивність відмов.

В термінах дискретних станів $P(t)$ – ймовірність того, що елемент перейде у стан k протягом часу $t < T_k$.

Отже в загальній формі модель деградації елемента описується нелінійним рівнянням

$$P_i = 1 - p_i(t, \lambda), \quad (19)$$

де $p_i(t, \lambda)$ – щільність розподілу процесу Пуассона – експоненціальна функція, залежна від параметра $a = \lambda t$. Для випадку п'яти дискретних станів залежність (19) має вигляд

$$P_i = 1 - 0,008333 (\lambda t)^5 e^{-\lambda t}. \quad (20)$$

Таким чином, за заданої інтенсивності відмов λ , залежністю (20) встановлюється зв'язок між надійністю елемента P_i в i -му стані та часом t , що пройшов від початку експлуатації до стану $i = 2, \dots, 5$.

В рамках моделі нами було запропоновано спеціальний прийом, який дозволяє визначити для кожного елемента споруди параметр інтенсивності відмов λ , виходячи з рівняння деградації (20) за відомого терміну експлуатації $t = T$.

Інтенсивність відмов λ_i визначається для кожного окремого елемента з рівняння (20) як його розв'язок за відомих початкових умов:

- надійності елемента в i -му дискретному стані $P_{t,i}$, що отримується із класифікаційної таблиці дискретних станів;
- часу t_i , що минув від початку експлуатації елемента до моменту класифікації його дискретного стану.

Ці дані отримуються інженером на підставі оглядів і обстежень, класифікації дискретного стану, перевірочних розрахунків вантажопідйомності та характеристики безпеки β .

Графічну інтерпретацію процедури визначення параметра λ наведено на рис. 1.

Спосіб визначення в моделі параметра інтенсивності відмов λ має абсолютну новизну. Десятирічна практика застосування моделі в системі експлуатації мостів продемонструвала її ефективність як інструмента оцінки надійності і довговічності елементів мостів, що перебувають в експлуатації. Документами, розробленими на основі цих теоретичних засад, започатковано створення національної нормативної бази системи експлуатації автодорожніх мостів України.

Серед них назвемо декілька, які стали ядром нормативного і методичного забезпечення системи експлуатації автодорожніх мостів:

- ДСТУ-Н «Настанова з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів» [13];
- ДБН «Мости і труби. Обстеження і випробування» [18];
- ДСТУ «Труби дорожні. Обстеження та оцінювання технічного стану» [19].

Висновки

Розроблена модель деградації [14, 15] та нормативний документ [13] служать теоретичною і методичною базою оцінки і прогнозу технічного стану мостів галузевої Аналітичної експертної системи управління мостами (АЕСУМ) Укравтодору.

Протягом чотирьох років велись наукові дослідження і розробка програмного комплексу [19]. Глобальною метою АЕСУМ є автоматизація формалізованої оцінки технічного стану автодорожніх мостів, прогноз залишкового ресурсу споруди, генерація рекомендацій зі стратегії експлуатації та оптимізація витрат на ремонт і реконструкцію в умовах обмеженого фінансування.

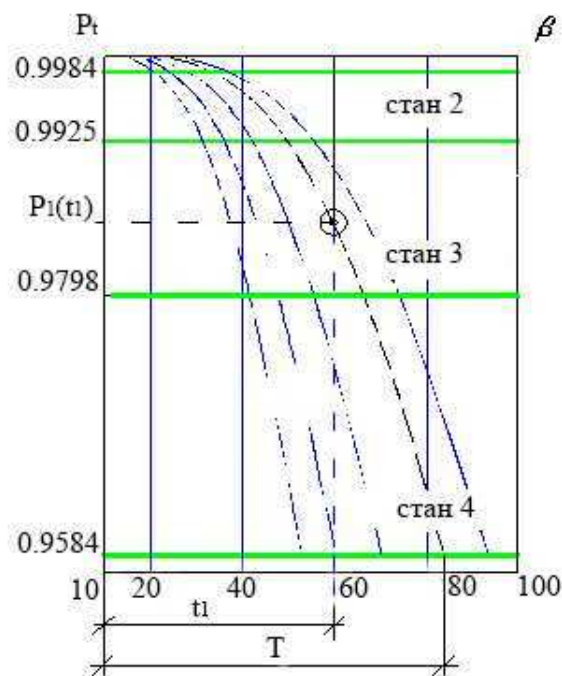


Рис. 1. До визначення параметра інтенсивності відмов λ

Починаючи з 2006 р., АЕСУМ¹ функціонує, постійно розвивається і вдосконалюється, накопичується банк даних. Сьогодні ми констатуємо, що програмний комплекс АЕСУМ став вагомим інструментом управління життєвим циклом автодорожніх мостів Укравтодору.

Подяка

Величезний обсяг наукової і нормотворчої роботи, виконаний науковцями у сфері транспортних споруд, є результатом наполегливої сумлінної праці наших колег. Моїм приємним обов'язком є назвати їх прізвища, висловити щире вдячність за співпрацю і постійну моральну підтримку.

Моя вдячність і пошана – колегам з Національного транспортного університету: д-ру техн. наук Дехтярю А.С., канд. техн. наук Беспалову Л.М., канд. техн. наук Каніну О.П., канд. техн. наук Корецькому А.С., канд. техн. наук Медведєву К.В., канд. техн. наук Назаренку В.Б., канд. техн. наук Рубльову А.В., інженеру Святишенку І.І., канд. техн. наук Снітку В.Ф., д-ру техн. наук Ткачуку С.Г., канд. техн. наук Хвоцинській Н.М.

Наша нормотворча робота з проектування і експлуатації мостів була би неповною і недостатньо обґрунтованою без допомоги науковців Інституту електрозварювання імені Є.О. Патона академіка НАН України Лобанова Л.М., член-кореспондента НАН України Кирьяна В.І. – щира вдячність їм.

Також дуже вдячний науковцям Державного дорожнього науково-дослідного інституту імені М.П. Шульгіна за їх постійну ретельну працю з розробки та наукового супроводу нормативного і методичного забезпечення системи експлуатації автодорожніх мостів України: канд. техн. наук Бабяку І.П., канд. техн. наук директору ДерждорНДІ в 2002 – 2009 рр. Ковалю П.М., д-ру техн. наук Редченку В.П., канд. техн. наук Полюзі Р.І., канд. техн. наук Сташуку П.М., канд. техн. наук Фалю А.Є.

Моя подяка і вдячність – Грищенку В.М., головному спеціалісту, начальнику технічного відділу АТ «Київсоюзшляхпроект», канд.

техн. наук, керівнику проектного бюро АТ «МОСТОБУД» Корнієву М.М. за участь в розробці, за кропітку ретельну роботу зі створення нормативної бази з проектування мостів.

Щира сердечна вдячність – нашому постійному співавтовору у розробці нормативних документів і посібників у сфері транспортних споруд за співпрацю і регулярну фінансову підтримку кафедри «Мости і тунелі» НТУ генеральному директору ООО ВП «Мост» Тодіріці В.В.

Література

1. EUROPEAN PRESTANDARD ENV 1991-1. Eurocode 1: Basis of design and actions on structures. Part 1: Basis of design. European Committee for Standardization. Brussels. – 85 p.
2. EN 1991-2:2003 Eurocode 1: Actions on structures - Part 2: Traffic loads on bridges. European Committee for Standardization. Brussels. – 67 p.
3. Мосты и трубы: СНиП 2.05.03-84. Госстрой СССР. – М.: ЦИТП. 1985. – 200 с.
4. Мости і труби: Правила проектування: ДБН В.2.3-14:2006. – К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства, 2006. – 359 с.
5. Мости і труби. Навантаження і впливи: ДБН В.2.2-15-2009. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 72 с.
6. Лантух-Лященко А.І. Якими мають бути українські норми проектування транспортних споруд / А.І. Лантух-Лященко // Вісник НТУ/ГАУ: зб. наук. пр. – 2002. – №6. – С. 203–209.
7. Лантух-Лященко А.І. Наукові розробки з нормативного забезпечення / А.І. Лантух-Лященко // Дороги і мости: зб. наук. пр., 2003. – С. 76–99.
8. Лантух-Лященко А.І. Проектування елементів транспортних споруд за критерієм надійності / А.І. Лантух-Лященко // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво: зб. наук. пр. – 2002. – Вип. 65. – С. 63–68.
9. ISO 2394. General principles on reliability for structures. European Committee for Standardization. Brussels. 1998. – 62 p.
10. Probabilistic Model Code. – 12th draft. Joint Committee on Structural Safety. PART I -

¹ Інтелектуальна власність на програмний комплекс АЕСУМ належить О.П. Каніну і А.І. Лантуху-Лященко.

- BASIS OF DESIGN - JCSS-OSTI/ DIA/ VROC-10-11-2000, ETH Zurich. – 64 p.
11. Ржаницын А.Р. Теория расчёта строительных конструкций на надёжность / А.Р. Ржаницын. – М.: Стройиздат, 1978. – 240 с.
 12. Мости і труби. Основні вимоги проектування: ДБН В.1.3-22:2009. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 58 с.
 13. Настанова з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів: ДСТУ-Н Б.В.2.3-23:2009. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 52 с.
 14. Лантух-Лященко А.І. Оцінка надійності споруди за моделлю марковського випадкового процесу з дискретними станами / А.І. Лантух-Лященко // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво: зб. наук. пр. – 1999. – Вип. 57. – С. 183–188.
 15. Лантух-Лященко А.І. Оцінка технічного стану транспортних споруд, що знаходяться в експлуатації / А.І. Лантух-Лященко // Вісник Транспортної Академії України: зб. наук. пр. – 1999. – № 3. – С. 59–63.
 16. Лантух-Лященко А.І. До проекту державних будівельних норм з оцінки технічного стану мостів / А.І. Лантух-Лященко // Діагностика, довговічність та реконструкція мостів і будівельних конструкцій: зб. наук. пр. – 2000. – Вип. 2. – С. 78–83.
 17. Мости і труби. Обстеження і випробування: ДБН В.2.3-6:2009. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 44 с.
 18. Труби дорожні. Обстеження та оцінювання технічного стану: ДСТУ Б В.2.3-24:2009. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 38 с.
 19. Лантух-Лященко А. І. До розробки галузевої аналітичної експертної системи управління мостами / А.І. Лантух-Лященко // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво: зб. наук. пр. – 2004. – Вип. 69. – С. 120–126.
- Рецензент: В.К. Жданюк, професор, д.т.н., ХНАДУ.
- Стаття надійшла до редакції 1 серпня 2012 р.
-