

5. ДБН В.1.2-14-2018. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2018. – 30 с.

DBN V.1.2-14-2018. Zahalni pryntsypy zabezpechennia nadiinosti ta konstruktyvnoi bezpeky budivel, sporud, budivelnykh konstruktсии ta osnov. – Kyiv: Minrehionbud Ukrainy, 2018. – 30 s.

6. ДБН В.2.1-10-2018. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2018. – 79 с.

DBN V.2.1-10-2018. Osnovy ta fundamenti sporud. Osnovni polozhennia proektuvannia. – Kyiv: Minrehionbud Ukrainy, 2018. – 79 s.

7. ДСТУ-Н Б В.1.1-37:2016. Настанова щодо інженерного захисту територій будівель і споруд від зсувів та обвалів. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2016.–139с.

DSTU-N B V.1.1-37:2016. Nastanova shchodo inzhenernoho zakhystu terytorii budivel i sporud vid zsuviv ta obvaliv. – Kyiv: Minrehionbud Ukrainy, 2016. – 139 s.

УДК 625.142.4

ТЕХНІЧНИЙ СТАН ТА ЗАЛИШКОВИЙ РЕСУРС ЗАЛІЗОБЕТОННИХ МОСТІВ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ У МІСТІ РІВНЕ

TECHNICAL STATE AND RESIDUAL RESOURCE OF REINFORCED CONCRETE BRIDGES ON ROADS IN RIVNE

Караван В.В., к.т.н., доцент (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне), <https://orcid.org/0000-0002-8261-692X>;

Борисюк О.П., к.т.н., професор (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне);

Філіпчук С.В., к.т.н., доцент (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне), <https://orcid.org/0000-0002-4464-4620>.

Karavan V., candidate of technical sciences, associate professor (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne), <https://orcid.org/0000-0002-8261-692X>;

Borysiuk O., candidate of technical sciences, professor (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne);

Filipchuk S., candidate of technical sciences, associate professor (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne), <https://orcid.org/0000-0002-4464-4620>

В статті подані результати обстеження та діагностики технічного стану залізобетонних мостів. Наведені мета та задачі обстеження, результати візуального огляду, інструментальних досліджень, геодезичних вимірювань та розрахунків конструкцій штучних споруд. Оцінено їх технічний стан і залишковий ресурс, складені висновки.

The article considers the results of examination and diagnostics of the technical state of the reinforced concrete bridges. The purposes and tasks of examination, results of visual inspection, instrumental investigation, geodetic measurements and calculations of constructions of the artificial structures are stated. Their technical state and residual resource are estimated; the conclusions are made.

Works on examination and diagnostics of technical state of reinforced concrete bridges on roads in the city of Rivne were performed in October 2019 to order of the Housing and Communal Services Department of the Executive Committee of the Rivne City Council. Six bridges over the Ustyia River and railway tracks were all examined. There was no design documentation for all bridges. The bridges were built between 1960 and 1985. The purpose of the examination is to determine the technical state and the possibility of further operation of the bridges. Type of artificial structures is beam. Groups of structural members of bridges such as bridge deck, supports, baulk structures, underbridge area, approaches were considered. The technical state of the bridge deck generally corresponds to state 4 - limited operable state. The technical state of the sidewalk blocks of all artificial structures corresponds to state 4, which is limited operable. Baulk structures, bridge supports have defects and damage that reduce their durability, safety and normal serviceability of structures. The technical state of baulk structures of bridges corresponds to states from 2 - in limited working state to 5 - nonoperable. Some baulks need repair and strengthening. The technical state of bridge support structures corresponds to state from 2 – in limited working state to 4 - limited operable. Certain support structures need to be repaired and strengthened. The technical state of the underbridge area of the structures corresponds to state 4 - limited operable state. According to the results of visual and instrumental inspection, as well as taking into account the identical effects and damage and the actual physical and mechanical characteristics of materials in the PC SCAD, calculations of load-bearing structures of bridges in the design state were made. The final assessment of the technical state of the bridges was carried out by two indicators, namely: by the lowest of the indicators of operational state and by a formalized rating assessment.

Ключові слова: залізобетон, міцність, деформація, тріщина, навантаження, міст, опора, ригель, прогон, плита, ресурс, аварія

reinforced concrete, strength, deformation, crack, load, bridge, support, crossbar, baulk, slab, resource, accident.

Вступ. Роботи з обстеження та діагностики технічного стану залізобетонних мостів на автомобільних дорогах міста Рівне виконувались у жовтні місяці 2019 р. співробітниками кафедри промислового, цивільного будівництва та інженерних споруд НУВГП на замовлення Управління житлово-комунального господарства виконавчого комітету Рівненської міської ради. Всього обстежили шість мостів, а саме: міст по вул. Жоліо Кюрі через річку Устя, міст по вул. Князя Володимира через річку Устя, міст по вул. Проспект Миру через річку Устя, міст по вул. Гетьмана Сагайдачного через річку Устя, міст по вул. Пересопницькій через річку Устя, міст по вул. Степана Бандери через залізничні колії. Проектна документація на всі мости відсутня. На чотири мости замовником були надані технічні паспорти, складені у 2012 р. Дані про реконструкцію мостів та їх ремонти відсутні. Мости були збудовані у період з 1960 по 1985 р. Проектне рухоме навантаження на мости становить Н-30, НК-80. Роботи по обстеженню споруд виконувались з урахуванням вимог нормативних документів [1-9].

Постановка мета і задач досліджень. Мета обстеження – визначення технічного стану і можливості подальшої експлуатації мостів.

Для досягнення мети були поставлені задачі та виконані наступні роботи:

- визначені геометричні параметри конструктивних елементів споруд;
- здійснено візуальне та інструментальне обстеження елементів опор, прогонових будов на наявність деформацій, дефектів і пошкоджень з їх фотофіксацією;
- здійснено візуальний огляд мостового полотна, підмостових зон та підходів;
- проведені інструментальні дослідження по визначенню неруйнівним методом міцності бетону в зонах найбільших розрахункових зусиль несучих залізобетонних конструкцій мостів;
- проведені інструментальні дослідження неруйнівним методом для визначення армування та величини захисного шару бетону несучих залізобетонних конструкцій мостів;
- визначено ступінь корозії та втрат площ перерізу робочої арматури несучих залізобетонних конструкцій мостів;
- складані дефектні відомості конструктивних елементів споруд;
- виконані розрахунки несучої здатності конструкцій споруд в проектному стані та з урахуванням виявлених дефектів і пошкоджень;
- проведені геодезичні вимірювання по встановленню відміток (висот) опор, прогонових конструкцій та полотна мостів; визначені прогини прогонових будов та крени (відхилення) опор (стояків, колон) мостів;

- встановлено технічний стан конструктивних елементів та споруд в цілому з урахуванням їх залишкового ресурсу;
- складені висновки та рекомендації за результатами обстеження.

Методика досліджень. Для інструментального обстеження конструкцій мостів використовували наступні прилади та обладнання: прилад ОНИКС-2.5 (Зав. №349); прилад ПОЙСК-2.5 (Зав. №536); мікроскоп МПБ-3 з ціною поділки 0,002 мм (Зав. № 85); електронні тахеометри Leica TCR 405 ultra (S.NO.: 863811 та S.NO.: 863953); нівелір SOUTH NL-C32 (S.NO.: X085175); лінійка вимірювальна металева №18 з ціною поділки 0,1 мм; електронна рулетка BOSCH GLM 80 Professional (S.NO.: 3601K72300); рулетка стрічкова № 32455 з ціною поділки 1 мм, діапазон вимірювання 0-10м; штангенциркуль, зав. № 570171 з відліком за ноніусом 0,05 мм.

Результати досліджень. Тип штучних споруд – балковий. Поздовжня схема мостів: 11,2+11,2; 11,27+17,15+11,27; 21,5; 20,4+20,4; 14,7; 16,3+21,5+16,3. Повна довжина мостів складає: 24,2; 42,44; 22,6; 42,55; 21,05; 58,06 м; висота мостів – 3,0; 4,6; 4,5; 4,0; 3,9; 9,0 м; ширина мостів – 12,0; 25,45; 32,82; 22,06; 8,82; 15,52 м; будівельна висота пролітних будов – 0,6; 0,75; 1,2; 1,5; 1,0 м.

Згідно [1] розглядались групи конструктивних елементів мостів: мостове полотно, опори, прогонові будови, підмостова зона, підходи (див. рис. 1).

Поверхня проїзної частини мостів характеризується нерівностями та ямковістю, колійністю і напливами вздовж бордюрів до 50 мм, порушенням поперечного і поздовжнього профілю, виявлені просідання до 20 мм при в'їздах на міст та поперечні тріщини в покритті від відбійників (бордюрів) до середини проїзної частини і на всю ширину дороги з розкриттям до 3 мм. Виявлені тріщини над поздовжніми стиками прогонових конструкцій мостів та на ділянках стикування (у швах) прогонових будов моста з опорними конструкціями. Зафіксовані тріщини в покритті тротуарів у стиках тротуарних плит з розкриттям до 5 мм. На ділянках, по довжині 5-ти мостів, виявлено просідання (провалювання) тротуарних блоків, та асфальтобетонного покриття перед в'їздами на міст. Пошкоджена гідроізоляції проїзної частини, відсутня гідроізоляція на тротуарних блоках всіх мостів. Відсутні або зазнали виразкової корозії водовідвідні трубки у прогонових конструкціях мостів. Зафіксовані застої води на мостовому полотні та тротуарах мостів, відбувається протікання води крізь шви між тротуарними блоками на прогонові будови моста.

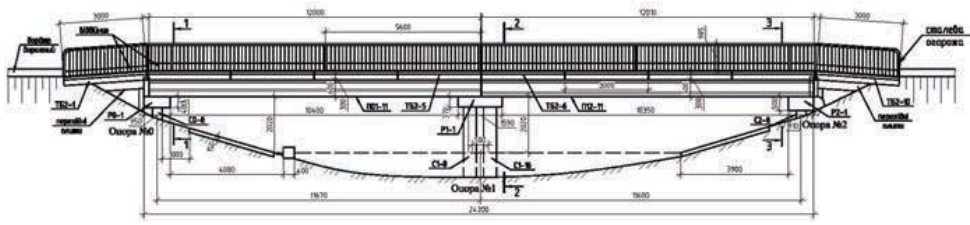


Рис. 1. Поздовжня схема моста по вул. Жолію Кюрі у м. Рівне

У тротуарних блоках споруд пошкоджений (зруйнований) бетон торців полицьки, виявлені тріщини у бетоні, зколи бетону, оголені та виразкова корозія арматурних стержнів з ослабленням площі перерізу до 40%. У ребрах та полицьках консолей тротуарних блоків виявлені тріщини з розкриттям понад 0,4 мм, зколи бетону ребер, у великій кількості наявні поверхневі дефекти бетону – нерівності, напливи, пустоти, раковини, каверни та пори; недотриманий захисний шар бетону. Під опорними ребрами ряду тротуарних блоків зруйнований вирівнюючий шар з цементно-піщаного розчину. У відбійниках тротуарних блоків, внаслідок недотримання захисного шару бетону та агресивного впливу навколишнього середовища, виявлені тріщини на рівні арматурних стержнів, зколи захисного шару бетону, оголені та зазнали виразкової корозії стержні арматури.

Бетон бордюрів, що відокремлюють проїзну частину дороги, на ділянках зруйнований та зазнав сколювання внаслідок механічних пошкоджень, наявні наскрізні тріщини на всю висоту їх перерізу. Металеve поручневе огороження окремих секцій по довжині мостів має погнутість елементів заповнення, на ділянках відсутні (демонтовані) елементи заповнення, лущення фарби, виявлена поверхнева корозія конструктивних елементів огорожі внаслідок агресивного впливу навколишнього середовища.

Технічний стан конструкції мостового полотна в цілому відповідає стану 4 – обмежено працездатний. Технічний стан тротуарних блоків всіх штучних споруд відповідає стану 4 – обмежено працездатний.

Прогонові будови мостів мають дефекти і пошкодження, що знижують їх довговічність, надійність та придатність до нормальної експлуатації. На нижній поверхні прогонових конструкцій виявлені поверхневі дефекти бетону, а саме: поодинокі пори, раковини, каверни, чарунки. Зафіксовані поодинокі тріщини (у тому числі усадочні) в бетоні з розкриттям до 0,2 мм, а також місцеві сколювання захисного шару бетону в опорних і прольотних зонах конструкцій без оголення арматури. У нижній зоні, на опорах та у прольотах прогонових будов, не дотриманий захисний шар бетону, зколи бетону, оголенні та зазнали виразкової корозії арматурні стержні (ослаблення площі стержнів арматури до 50%). На ділянках, по довжині конструкцій, відсутній (зруйнований) розчин омоноличення поздовжніх швів, а також виявлені сліди замокання та вилуговування бетону, висоли, патьоки з і без

слідів іржі, внаслідок порушення гідроізоляції та фільтрації води. У прольотах вибиті отвори у полицках конструкцій діаметром 100...120 мм під водовідвід, наявні зколи захисного шару бетону навколо отворів, оголенні та виразкова корозія арматурних стержнів сітки.

В одній прогоновій конструкції моста виявили поперечні тріщини в середині прольоту на всю висоту їх перерізу шириною розкриття 0,5 мм. При обстеженні конструкцій зафіксували пошкодження рухомих та нерухомих опорних частин, а саме виразкову корозію металевих подушок та катків (ступінь ураження до 10%) та недостатню рухомість опорних частин. Наявна виразкова корозія опорних пластин конструкцій з ослабленням площі перерізу до 40%. Виявлено порушення поперечних зв'язків між елементами прогонових будов з виразковою корозією закладних деталей та накладок діафрагм і вставок (ступінь ураження до 70% перерізу). В конструктивних елементах ряду прогонових будов мостів зруйнований бетон, оголена та наявна виразкова корозія стержнів робочої поздовжньої арматури, зафіксовані тріщини у бетоні на рівні стержнів робочої арматури у поздовжніх ребрах, відбулась часткова втрата зчеплення арматури з бетоном.

Технічний стан прогонових будов мостів відповідає станам від 2 – обмежено справний до 5 – непрацездатний. Окремі прогонові конструкції потребують проведення ремонтних робіт та підсилення.

Опори мостів із збірних залізобетонних паль (стояків) та монолітних залізобетонних насадок (ригелів) мають дефекти і пошкодження, що знижують їх довговічність, надійність та придатність до нормальної експлуатації. Зафіксовано відхилення фактичних розмірів поперечного перерізу від проектних значень по довжині конструкцій опор на величину до 120 мм, відхилення (крени, нахили) стояків від вертикалі при влаштуванні на величину 0,3-8°, зміщення в рядах відносно осі опори на величину до 85 мм. Виявлені поверхневі дефекти і пошкодження бетону, місцеві раковини у бетоні, зколи бетону ребер (граней) без оголення арматурних стержнів. На ділянках довжиною до 1500 мм, по висоті (довжині) конструкцій, наявні зколи бетону на глибину до 50 мм, оголені та зазнали виразкової корозії стержні робочої поздовжньої арматури з ослаблення площі стержнів арматури до 40%. При обстеженні виявлено локальні та значні за розміром ділянки вилугування захисного шару бетону, висолів на поверхнях конструкцій внаслідок замокання і порушення гідроізоляції та фільтрації води. Ряд конструкцій опор мають нормальні, похилі тріщини шириною розкриття до 1,5 мм. Виявлені конструкції опор з горизонтальними тріщинами у бетоні розкриттям до 0,3 мм на рівні стержнів поздовжньої робочої арматури на ділянках до 3000 мм, а також з сіткою тріщин по висоті перерізів із розкриттям до 1,5 мм.

Технічний стан конструкцій опор мостів відповідає станам від 2 – обмежено справний до 4 – обмежено працездатний. Окремі конструкції опор потребують проведення ремонтних робіт та підсилення.

Русло річки Устя у підмостовій зоні та по обидва боки мостів замулене на глибину до 250 мм та засмічене. Береги річки вище та нижче мостів за течією розмиті, засмічені і густо поросли насадженнями та рослинністю. Упори конусів підмиті, зміщені, на ділянках відсутні. Бетонне покриття укосів конусів в підмостовій зоні по всій довжині підмите водою, розтріскане, частково зруйноване та деформоване внаслідок просідання, а також зазнало зсуву. Простір за шафовими стінками крайніх опор моста по вул. Степана Бандери не заповнений, або частково заповнений ґрунтом. Залізобетонні плити укріплення берегів на ділянках зазнали зсуву та просідання внаслідок підмиву водою. Монолітний бетон укосів конусів з боків мостів частково зруйнований внаслідок просідання та розмиву ґрунту під ним. На початку моста по вул. Князя Володимира не влаштовані водостоки з дороги, з лівого боку у кінці моста оголовок залізобетонної труби водостоку зруйнований, труба замулена, вихід води обмежений. З правого боку у кінці моста край лоткового водостоку (жолобу) замулений, бетон його зруйнований.

Технічний стан підмостової зони споруд відповідає стану 4 – обмежено працездатний.

Міцність бетону збірних та монолітних залізобетонних конструкцій мостів визначалась безпосередньо у спорудах неруйнівним методом приладом ОНИКС-2.5. Робота з приладом передбачала ретельне очищення поверхонь конструкцій в місці випробувань від пилу та бруду, а також зруйнованих часток бетону шліфуванням і проведення вимірювань у кількості не менше п'яти по кожній точці. Бетон конструкцій мостів відповідає класам за міцністю на стиск: опор – С16/20...С25/30, прогонових будов – С20/25...С30/35, тротуарних блоків – С12/15...С16/20. За результатами прямих вимірювань штангенциркулем у зонах елементів з пошкодженнями, а також інструментальних досліджень приладом магнітної дії ПОИСК-2.5 визначали положення, діаметр арматури та величину захисного шару бетону прогонових і опорних конструкцій споруд.

За результатами геодезичних вимірювань встановили, що максимальний прогин прогонових залізобетонних плит мостів складає 56 мм; максимальне значення вигину попередньо напружених плит становить 28 мм. Максимальне відхилення верху паль (стояків) опор від осі складає 42 мм.

За результатами візуального та інструментального обстеження виконали розрахунки несучих конструкцій мостів в проектному стані, а також з урахуванням виявлених дефектів і пошкоджень та дійсних фізико-механічних характеристик матеріалів в ПК SCAD.

За результатами проведеного обстеження та розрахунків згідно [1] визначили, за кваліфікаційними таблицями, експлуатаційні стани

конструктивних елементів мостів та величину їх зносу. Знос мостового полотна склав 27-42 %, знос прогонових будов мостів визначили в межах від 3-8 % до 42-65 %, знос конструкцій опор становив від 3-8 % до 27-42 %, максимальний знос елементів підмостової зони мостів склав 27-42 %. Здійснивши розрахунки згідно [1] визначили залишковий ресурс конструкцій мостів, який для всіх споруд склав 0...1 рік.

Кінцеву оцінку технічного стану мостів провели за двома показниками, а саме: за найнижчим із показників експлуатаційного стану та за формалізованою рейтинговою оцінкою E (рейтингом).

Висновки. На основі проведеного обстеження та діагностики технічного стану залізобетонних мостів на автомобільних дорогах міста Рівне встановили:

1. Технічний стан мостів по вул. Жоліо Кюрі, вул. Гетьмана Сагайдачного, вул. Пересопницькій, вул. Степана Бандери в цілому відповідає стану 4 – обмежено працездатний. Залишковий ресурс мостів вичерпано. Відповідно визначеному експлуатаційному стану споруд стандартом [1] передбачити такі заходи:

- ведуться обстеження за спеціальним графіком, виконується капітальний ремонт;
- відповідно до дефектів конструкцій обмежується рух транспортних засобів за вагою, швидкістю та габаритними параметрами;
- за необхідності, розробляються спеціальні заходи із забезпечення безаварійної експлуатації моста.

2. Технічний стан мостів по вул. Князя Володимира та вул. Проспект Миру в цілому відповідає стану 5 – непрацездатний. Залишковий ресурс мостів вичерпано. Відповідно визначеному експлуатаційному стану споруд стандартом [1] передбачити такі заходи:

- ведеться постійний нагляд та контроль за виконанням обмежень руху з залученням спеціалізованої організації;
- терміново вирішується питання про реконструкцію споруди або про її закриття;
- вживаються тимчасові заходи до запобігання аварії споруди.

1. ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2009 Споруди транспорту. Настанова з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 54 с.

DSTU-N B V.2.3-23:2009 Sporudy transportu. Nastanova z otsiniuvannia i prohnozuvannia tekhnichnoho stanu avtodorozhnikh mostiv. – Kyiv: Minrehionbud Ukrainy, 2009. – 54 s.

2. ДБН В.2.3-22:2009 Споруди транспорту. Мости та труби. Основні вимоги проектування. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 73 с.

DBN V.2.3-22:2009 Sporudy transportu. Mosty ta truby. Osnovni vymohy proektuvannia. – Kyiv: Minrehionbud Ukrainy, 2009. – 73 s.

3. ДБН В.2.3-14:2006 Споруди транспорту. Мости та труби. Правила проектування. – Київ: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства, 2006. – 217 с.

DBN V.2.3-14:2006 Sporudy transportu. Mosty ta truby. Pravyla proektuvannia. – Kyiv: Ministerstvo budyvnytstva, arkhitektury ta zhytlovo-komunalnoho hospodarstva, 2006. – 217 s.

4. ДБН В.1.2-15:2009 Споруди транспорту. Мости та труби. Навантаження і впливи. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 84 с.

DBN V.1.2-15:2009 Sporudy transportu. Mosty ta truby. Navantazhennia i vplyvy. – Kyiv: Minrehionbud Ukrainy, 2009. – 84 s.

5. ДБН В.2.3-6:2016 Споруди транспорту. Мости та труби. Обстеження і випробування. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 44 с.

DBN V.2.3-6:2016 Sporudy transportu. Mosty ta truby. Obstezhennia i vyprobuvannia. – Kyiv: Minrehionbud Ukrainy, 2009. – 44 s.

6. СОУ 45.2 – 00018112-026:2008 Споруди транспорту. Дефекти автодорожніх мостів. Класифікація.

SOU 45.2 – 00018112-026:2008 Sporudy transportu. Defekty avtodorozhnikh mostiv. Klyasyfikatsiia.

7. ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016 Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2017. – 44 с.

DSTU-N B V.1.2-18:2016 Nastanova shchodo obstezhennia budivel i sporud dlia vyznachennia ta otsinky yikh tekhnichnoho stanu. – Kyiv: DP «UkrNDNTs», 2017. – 44 s.

8. ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. – 71 с.

DBN V.2.6-98:2009 Konstruktsii budynkiv i sporud. Betonni ta zalizobetonni konstruktsiis. Osnovni polozhennia. – Kyiv: Minrehionbud Ukrainy, 2011. – 71 s.

9. ДСТУ Б В.2.6-156:2010 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. – 118 с.

DSTU B V.2.6-156:2010 Konstruktsii budynkiv i sporud. Betonni ta zalizobetonni konstruktsiis z vazhkoho betonu. Pravyla proektuvannia. – Kyiv: Minrehionbud Ukrainy, 2011. – 118 s.

УДК 625.7/.8:551.525

ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ КИЇВ-ЛЬВІВ

FORECASTING OF ROAD COVERING OPERATION TEMPERATURE REGIME OF KYIV-LVIV MOTORWAY

Карюк А.М., к.т.н., доц., <https://orcid.org/0000-0003-4839-024X>,
(Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», м. Полтава)

Kariuk A., PhD, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0003-4839-024X>,
(National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic», Poltava)