

DOI: 10.15593/24111678/2018.04.03

УДК 504.5: 625.745.1

Л.В. Гулицкая, О.С. Шиманская

Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

Сформулированы и рассмотрены основные экологические аспекты эксплуатации мостовых сооружений на автомобильных дорогах на основе мониторинга изменения состояния окружающей среды, вызванного техногенными и природными воздействиями при сооружении и эксплуатации искусственных сооружений. В ходе исследований особое внимание уделено проблеме безаварийного функционирования системы «мостовое сооружение – окружающая среда».

Рассмотрены основные причины изменения гидрологического режима водотока, обусловленного строительством моста, определена степень влияния на эксплуатационные характеристики мостовых сооружений, намечены пути решения проблемы изменения гидрологического режима пересекаемого водного препятствия.

Исследована проблема загрязнения рек при строительстве и ремонте мостовых сооружений. Указаны основные загрязняющие компоненты, рассмотрены последствия воздействия их на окружающую среду и гидрологическую работу мостовых сооружений на примере обследуемых мостов через р. Свислочь. Определены основные причины, вызывающие вышеуказанные загрязнения, особое внимание уделено влиянию человеческого фактора при проектировании, строительстве и содержании мостовых сооружений. Предложены основные мероприятия, необходимые для минимизации возможности загрязнения водных препятствий при строительстве, капитальном ремонте, а также эксплуатации мостов.

Рассмотрена проблема безопасного пересечения автомобильных дорог животными. Проанализированы данные последствий массовой гибели земноводных в период сезонной миграции и ДТП с участием крупных диких животных. Определено, что основное решение проблемы безопасного и безаварийного пересечения животными автомобильных дорог связано с устройством в насыпи автодорог специальных переходов для пропуска животных и строительством экодуков для пропуска диких животных через автомобильные дороги. Представлены варианты устройства таких сооружений.

Ключевые слова: мостовые сооружения, гидрологический режим, загрязнение рек, отверстие моста, повреждение мостовых конструкций, аварийная ситуация, экологическая культура, переход для животных, экодук.

L. Gulitskaya, O. Shimanskaya

Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

ENVIRONMENTAL ASPECTS OF THE OPERATION OF BRIDGEWORKS ON MOTORROADS

In the article the main environmental aspects of the operation of bridgeworks on motorroads are described and discussed on the basis of monitoring on the changes in the state of the environment caused by man-made and natural impacts during the construction and operation of artificial structures. In the course of research, special attention is paid to the problem of trouble-free functioning of the "bridgework - environment" system.

The main reasons for the change in the hydrological regime of watercourse due to the construction of the bridge are considered, the degree of influence on the performance characteristics of bridgeworks is determined, the ways of solving the problem of changing the hydrological regime of the intersected water barrier are outlined.

The problem of river pollution during the construction and repair of bridgeworks has been investigated. The main polluting components are indicated, the consequences of their impact on the environment and hydrological work of bridgeworks by the example of the surveyed bridges across the Svisloch River are considered. The main reasons that cause the above-mentioned pollution are identified; special attention is paid to the influence of the human factor to the design, construction and maintenance of bridgeworks. The main measures necessary to minimize the possibility of pollution of water barriers during construction, major repairs, as well as the operation of bridges are formulated.

The problem of safe crossing of highways by animals is considered. The data of the consequences of mass mortality of amphibians during seasonal migration and road accidents involving large wild animals are analyzed. It is determined that the main solution to the problem of safe and accident-free crossing of motorroads by animals is connected with the arrangement in the embankments of motorroads of special walkways for the passage of animals and construction of eco-ducts for the passage of wild animals through motorroads. The variants of the construction of such structures are considered.

Keywords: bridgeworks, hydrological regime, river pollution, bridge hole, damage to bridgeworks, emergency situation, environmental culture, walkway for animals, eco-duct.

Мостовые сооружения на автомобильных дорогах – сложные инженерно-технические сооружения, при проектировании, строительстве и содержании которых часто возникают экологические проблемы, требующие от специалистов своевременного и обоснованного решения [1, 2]. Эти экологические проблемы могут быть связаны со следующими основными аспектами:

- изменение гидрологического режима водотока, обусловленное строительством моста;
- загрязнение водотоков, оказывающее негативное воздействие на водные биологические ресурсы, при строительстве и ремонте мостов;
- пересечение автомобильных дорог животными.

1. Изменение гидрологического режима водотока

Каждый мостовой переход изменяет режим течения реки, влияет в целом на гидрологический режим работы любого водоема. Степень такого влияния определяется прежде всего результатами гидрологических и гидравлических расчетов на стадии проектирования мостового сооружения. Возможные ошибки в таких расчетах, связанные с неправильным определением отверстия моста, паводковой или ледовой нагрузки на конструкции сооружения, могут привести к возникновению различного рода повреждений мостовых конструкций и насыпи автомобильных дорог, а также созданию предаварийных (а с течением времени и аварийных) ситуаций на мостовых переходах [3–7].

Данные обследований мостовых сооружений, проведенных научно-исследовательской лабораторией мостов и инженерных сооружений БНТУ (НИЛ МИС БНТУ), свидетельствуют о том, что одна из причин снижения долговечности и надежности эксплуатации особенно малых мостов – это недостаточное отверстие моста, которое характеризуется величиной подмостового габарита менее 1 м. Это препятствует нормальной эксплуатации сооружения, а именно – проведению осмотров, ремонтных работ и других работ по содержанию. Возможные причины появления такого дефекта: проектные ошибки; строительные ошибки; уменьшение живого сечения русла с течением времени, связанное с отложениями наносов в русле и на поймах; повышение уровня воды в русле в результате изменений гидрологического режима реки. Дальнейшее повышение уровня воды может привести к повреждению несущих конструкций моста, размывам насыпи, возникновению аварийной ситуации на сооружении. При уровнях воды, превышающих допустимые значения, на сооружении устанавливается круглосуточное наблюдение с проведением комплекса спецработ. При подъеме уровня воды до низа пролетных строений ситуация объявляется предаварийной и проводятся работы по минимизации повреждений конструкций и обеспечению безопасности движения по сооружению.

Снижение долговечности мостового сооружения при недостаточном отверстии моста связано с затрудненностью, а иногда и с невозможностью проведения работ по содержанию сооружения, а именно – работ по текущему и периодическому осмотрам, а также своевременных работ по текущему ремонту сооружения. Вследствие этого процессы разрушения основных несущих конструкций мостового сооружения могут стать неконтролируемыми, что приведет к снижению грузоподъемности сооружения и, как следствие, к возможности возникновения аварийных ситуаций. Кроме того, при невыполнении своевременных работ по текущему ремонту элементов мостовых конструкций значительно увеличиваются объемы работ по восстановлению конструкций сооружения, в результате чего зоны дефектов несущих конструкций могут достигнуть состояния непригодности к ремонту. Поэтому эксплуатирующей организации для устранения причин сложившейся ситуации по результатам обследования мостового сооружения рекомендуется:

- рассмотреть вопрос о ликвидации отложений и наносов в русле и на поймах, срезки участков пойм ниже их проектного положения с целью увеличения отверстия моста;
- рассмотреть вопрос о реконструкции сооружения при невозможности обеспечения требуемого отверстия моста работами по содержанию.

2. Загрязнение рек при строительстве и ремонте мостов

При строительстве и ремонте мостов нередко происходит загрязнение рек [8–11]. Источниками загрязнения вод признаются объекты, с которых осуществляется сброс в водоемы вредных веществ, ухудшающих качество воды, ограничивающих ее использование, а также негативно влияющих на состояние дна и берегов.

Как показали проведенные исследования, основными загрязняющими компонентами при строительстве и ремонте мостов являются:

- строительный мусор;
- нефтепродукты в виде утечек горюче-смазочных материалов из строительных машин, механизмов и автомобилей;
- лакокрасочные материалы и другие химические вещества, применяемые при проведении строительных работ;
- продукты коррозии и остатки краски при пескоструйной обработке арматуры, стальных мостовых конструкций (пролетных строений, опорных частей, ограждающих конструкций мостового полотна и др.);
- промывочные воды из емкостей автобетоносмесителей и автосамосвалов;
- хозяйственные стоки функционирующих строительных городков, бытовые отходы.

Кроме этого, негативное влияние на водные биологические ресурсы оказывают ливневые стоки с мостового полотна, образующиеся при эксплуатации мостов.

К числу наиболее вредных химических загрязнений относятся нефтепродукты. Образующаяся на поверхности воды нефтяная пленка нарушает все физико-химические процессы в водоеме – повышается температура поверхностного слоя воды, ухудшается газообмен, погибает кормовая база, рыба, а осевшая на дно нефть еще долгое время вредит всему живому в водоеме.

Особо следует остановиться на крупногабаритном мусоре. Это прежде всего строительный мусор после строительства и ремонта мостов: остатки строительных материалов, а также строительных конструкций (рис. 1, 2).

Кроме того, рядом с мостовыми переходами в руслах рек и каналов нередко можно увидеть затопленные (или полузатопленные) строительные конструкции: балки и плиты пролетных строений, сваи, блоки насадок опор и т.д., оставшиеся после строительства или капитального ремонта мостов. Также встречаются железобетонные и стальные трубы большого диаметра, оставшиеся от разобранных объездных путей или технологических площадок после завершения строительных работ. Можно встретить в руслах рек и затопленные плавсредства: понтоны, баржи, лодки и т.д.



Рис. 1. Строительный мусор в русле р. Ведрич под мостом на автодороге Н-4162 Речица – Горваль – Василевичи, км 70,061



Рис. 2. Остатки деревянных свай, арматура в русле канала под мостом на автодороге Н-3900 Буки – Мосар, км 7,32

Наличие вышеперечисленных крупногабаритных предметов в подмостовом русле или выше и ниже моста по течению приводит прежде всего к стеснению русла и нарушению режима протекания воды, а также образованию местных и общих размывов. По этим же причинам происходит подмыв берегов, деформация русла (как правило, уширение) и изменение глубин по сечению русла под мостом. Нарушает гидрологический режим рек в результате уменьшения отверстия моста также нагромождение плавника (стволов деревьев и кустарников).

Такие изменения состояния берегов и русла были отмечены при обследовании моста через р. Свислочь на 9 км автомобильной дороги Н-9350 Голоцк – Зазерье – Седча – Озеричино и моста через р. Свислочь на 9 км а/д П00056 Подъезд от а/д Минск – Гомель к д. Пуховичи, расположенных в Пуховичском районе Минской области (рис. 3, 4). Нагромождение посторонних предметов в русле мостов привело в первом случае к возникновению размыва берега и местного размыва у ростверка одной из русловых опор, во втором случае – к значительному размыву берега, включению пойменной опоры в русло и возникновению подмыва ростверка этой опоры. При этом максимальная глубина русла оказалась именно у вышеуказанной опоры, так как основное русло было значительно стеснено остатками старых свай и строительных конструкций, препятствующих течению. На рис. 5 представлено нагромождение плавника в русле р. Черница под мостом на автодороге Н-2906 Костеево – Бабиновичи, км 10,165.



Рис. 3. Нагромождение плавника в русле р. Свислочь под мостом на 9 км автодороги Н-9350 Голоцк – Зазерье – Седча – Озеричино



Рис. 4. Остатки деревянных свай в русле р. Свислочь под мостом на 9 км автодороги П00056 Подъезд от а/д Минск – Гомель к д. Пуховичи



Рис. 5. Нагромождение плавника в русле р. Черница под мостом на автодороге Н-2906 Костеево – Бабиновичи, км 10,165

Ситуация усугубляется тем, что работники эксплуатирующих организаций рассматривают пересекаемые препятствия, особенно водотоки, как элемент, не относящийся к мостовому сооружению, и не считают нужным уделять им внимания. Однако в соответствии с нормативными документами службы эксплуатации должны производить ежегодную очистку русла в зоне мостового перехода после прохождения весеннего паводка.

Многолетний опыт обследования мостовых сооружений Беларуси специалистами НИИ МИС БНТУ позволяет сформулировать основные причины, порождающие вышеуказанные загрязнения:

- низкая общая и экологическая культура работников строительно-монтажных организаций;
- аварийные сбросы загрязняющих веществ;
- отсутствие емкостей для сбора отходов, в том числе для отработанных смазочных материалов;
- отсутствие надлежащего контроля за состоянием строительных площадок и производством строительно-монтажных работ со стороны местных органов охраны природы;
- невнимание эксплуатирующих организаций к состоянию русла в зоне мостового перехода, отношение к пересекаемым препятствиям как к элементам, отдельным от мостовых сооружений.

Кроме того, в строительных проектах разделы, посвященные охране окружающей среды, как правило, малосодержательны и состоят в основном из ссылок на законодательные акты и нормативные документы. В проектах производства работ практически отсутствуют рекомендации по предотвращению загрязнения рек, то же можно сказать и о генеральных планах стройплощадок, разрабатываемых в составе проектов строительства и капитального ремонта мостов.

Для минимизации загрязнения речных вод при строительстве и ремонте мостов необходимо:

- с участием экологов разработать специальную инструкцию по охране рек от загрязнения при строительстве и ремонте мостов;
- разработать типовые проектные решения по организованному сбору стоков с мостового полотна и отводу их за пределы сооружения в специальные колодцы, исключающие попадание агрессивных стоков в реки;
- применить инновационные материалы и технологии, которые уменьшают вредное воздействие на водотоки;
- повысить экологическую культуру работников строительно-монтажных и эксплуатирующих организаций;
- ужесточить систему штрафов и налагать их на непосредственных виновников загрязнения.

Для повышения экологической культуры работников строительно-монтажных и эксплуатирующих организаций в состав учебных программ при обучении и повышении квалификации рабочих и руководящего персонала должны быть включены темы по охране окружающей среды с подробным изучением:

- основных законов и нормативных документов;
- видов ответственности за нарушение установленных правил по охране окружающей среды;
- основных требований к производству работ и содержанию сооружений с учетом предупреждения ущерба для природной среды.

3. Пересечение животными автомобильных дорог

В Республике Беларусь многие автомобильные дороги проходят по территории заказников, заповедников, национальных парков и обычных лесных массивов, при этом пересекаются пути многолетней миграции диких животных и земноводных, что часто приводит к нежелательной и опасной встрече автомобилей и животных на проезжей части автомобильных дорог с возможными трагическими последствиями.

Постоянное увеличение интенсивности автомобильного движения по автодорогам способствует, как показывают наблюдения биологов, массовой гибели земноводных в период сезонной

миграции при пересечении ими автомобильных дорог. С их гибелью связано также уменьшение популяции и других животных, например ежей, так как земноводные и пресмыкающиеся являются объектами их охоты. В последнее время участились случаи серьезных дорожно-транспортных происшествий на автодорогах нашей страны с участием крупных диких животных. Так, в последние годы происходит до 20 дорожно-транспортных происшествий ежегодно с участием лосей и кабанов. Как правило, это ДТП с тяжелыми последствиями – травмированием и гибелью людей, гибелью животных, серьезными повреждениями транспортных средств. Анализ таких аварийных случаев показывает, что к трагическим последствиям может привести не только непосредственное столкновение с животными, но и само их появление на дороге, так как это может стать причиной опасного замешательства водителя. Основное решение проблемы безопасного и безаварийного пересечения автомобильных дорог животными связано с устройством в насыпи автодорог специальных переходов для пропуска животных и строительством экодуков для пропуска крупных диких животных через автомобильные дороги [12–15].



Рис. 6. Переход для пропуска земноводных в Березинском биосферном заповеднике

В 2006 г. в Березинском биосферном заповеднике на трассе Минск – Витебск был построен первый в Беларуси переход для пропуска земноводных через насыпь автомобильной дороги, расположенной на пути их сезонной миграции (рис. 6).

Сооружение представляет собой трубу в насыпи автомобильной дороги с устройством фронтальной вертикальной бетонной стенки, препятствующей передвижению земноводных по откосам насыпи и направляющих их в трубу для пересечения автомобильной дороги. Передвижение по этому переходу земноводных позволило значительно сократить их гибель под колесами автомобилей.

На сегодняшний день подобные переходы для земноводных в РБ устроены и на других дорогах: на автодороге Брест – Каменец – Национальный парк «Беловежская пуща» на территории государственного национального парка, на автодороге Минск – Гомель, а также на Кольцевой автодороге вокруг г. Минска.

Кроме того, при реконструкции на автодорогах Минск – Гомель и Минск – Гродно – граница Республики Польша были сооружены подземные переходы для животных тоннельного типа из гофрированной стали с бетонным укреплением откосов насыпи, которые препятствуют подъему животных по откосам и выходу их на проезжую часть. Однако устройство таких переходов для животных возможно только при значительной высоте насыпи.

Решение проблемы безопасного пропуска крупных диких животных (таких как лоси, козули, кабаны и т.д.) через автодороги, проходящие в выемке, или при небольшой высоте насыпи требует проектирования и строительства искусственных сооружений, пересекающих автомобильную дорогу поперек, – экодуков.

Во многих странах мира, где уделяется большое внимание вопросам охраны природы, в том числе сохранению животного мира с целью исключения гибели животных на автомобильных и железных дорогах, построены «перекрестки для природы» – экодуки. Первые экодуки были созданы во Франции в середине прошлого века. С тех пор в Нидерландах, Швейцарии, Германии, США, Канаде, Австралии были построены тысячи подобных сооружений. Среди построенных экодуков есть конструкции из монолитного железобетона и засыпные арочные из гофрированной стали. Непременной деталью экодуков является ограждение проходов для животных. Ограждение, как правило, устраивается двух видов: общего типа из стали, дерева и других материалов и живое ограждение – кустарник, пни, обваловка, покрытая травой.

Наряду со строительством экодуков для обеспечения безопасности движения широко применяется огораживание участков автодорог, на которых фиксируется большое количество дорожно-транспортных происшествий с участием животных. Изгороди при этом должны быть малозаметны, поэтому размещаются не сразу вдоль дорог, а на некотором удалении от них. Аналогичные ограждающие конструкции из металлической сетки установлены в Республике Беларусь вдоль автомагистрали Минск – Могилев при ее реконструкции в 2012 г. и автомагистрали Минск – Гомель при ее реконструкции в 2014 г.

Конструктивные схемы экодуков во многом аналогичны путепроводам. Ширина прохода для животных должна быть не менее 20 м. Проход огораживается стальной сеткой или деревянным противозумовым экраном высотой не менее 2,0–2,5 м. Вдоль ограждений устраиваются естественные преграды в виде живой изгороди или одернованной обваловки. Поверхность пролетного строения засыпается растительным грунтом с засевом трав. Для привлечения животных могут устраиваться места подкормки (кормушки) и солонцы. Вдоль пересекаемой автомобильной дороги устраиваются ограждения на длину до 100 м в обе стороны от экодука.

На сегодняшний день на территории Беларуси пока нет ни одного построенного экодука над автомобильными дорогами. Причин существенного запаздывания Республики Беларусь в проектировании и строительстве экодуков несколько. Одна из основных причин связана с нехваткой финансирования, так как экодуки – это дорогостоящие сооружения. Так, например, стоимость первого в Эстонии экодука, построенного в 2013 г. на шоссе Таллинн – Тарту (рис. 7), составила около 5 млн евро. Стоимость первого в России экодука, который был построен в 2016 г. в Калужской области на трассе М-3 «Украина» (рис. 8), составила 1,5 млн долл.



Рис. 7. Экодук в Эстонии на шоссе Таллинн – Тарту



Рис. 8. Экодук в России на трассе М-3 «Украина»

Но главной мотивацией для проектирования и строительства экодуков должно стать понимание того, что экология – это прежде всего наука о взаимосвязях в природе, об экологическом равновесии, которое люди нарушают, в том числе при строительстве дорог в среде обитания животных. Именно с этим связана наша обязанность предоставить возможность животным переходить эти дороги без риска. Нельзя научить правилам пешеходного перехода лосей и кабанов, для которых пересечение дороги может быть смертельно опасным, но можно создать для них безопасный мост, покрытый растительностью, – экодук, что будет соответствовать высоким экологическим принципам развития современного общества.

Выводы

Для решения экологических проблем, возникающих при проектировании, строительстве и содержании мостовых сооружений, необходим комплексный подход, включающий в себя мероприятия по обеспечению безаварийного функционирования системы «мостовое сооружение – окружающая среда»:

1. Следует исключить возможность изменения гидрологического режима водотока, связанную с ошибками гидрологических и гидравлических расчетов на стадии проектирования мостового сооружения, приводящими к неправильному определению отверстия моста, паводковой или ледовой нагрузки. На существующих мостах с недостаточными отверстиями необходимо проводить мероприятия по устранению последствий сложившейся ситуации. Для этого эксплуатирующей организации следует проводить ликвидацию отложений и наносов в русле и на поймах, срезку участков пойм ниже их проектного положения с целью увеличения отверстия моста. При невозможности обеспечения требуемого отверстия моста работами по содержанию, необходимо выполнить реконструкцию сооружения.

2. При проектировании новых мостовых сооружений либо ремонта существующих следует обращать внимание на расположение сложившихся русловых и пойменных нерестилищ для недопущения изъятия этих территорий для нужд строительных либо ремонтных работ.

3. Не допускать загрязнение водотоков при строительстве и ремонте мостов. Для минимизации последствий загрязнения речных вод при строительстве и проведении капитального или текущего ремонта мостов необходимо применять инновационные материалы и технологии, которые уменьшают вредное воздействие на водотоки; повышать экологическую культуру работников строительно-монтажных и эксплуатирующих организаций; ужесточать систему штрафов и налагать их на непосредственных виновников загрязнения.

4. Разработать типовые проектные решения по организованному сбору стоков с мостового полотна и отводу их за пределы сооружения в специальные колодцы, исключая попадание агрессивных стоков в реки. Обязать проектные организации использовать такие решения при проектировании новых сооружений, а эксплуатирующие организации – устраивать такие водоотводы на существующих мостах.

5. Необходимо обеспечить безопасное пересечение животными автомобильных дорог. Для решения задачи снижения количества дорожно-транспортных происшествий на автодорогах, проходящих по лесным угодьям, следует сооружать переходы для пропуска земноводных через насыпи автомобильных дорог, возводить экодуги для безопасного прохода диких животных над автомагистралями. Решение проблем огораживания автомобильных дорог с последующим строительством экодуг в местах переходов и миграций копытных позволит существенно сократить количество дорожно-транспортных происшествий, сохранить потенциал популяций животных и обеспечить максимально возможную безопасность движения автомобилей.

Список литературы

1. Евгенийев И.Е., Савин В.В. Защита природной среды при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1989. – 239 с.
2. Трофименко Ю.В. Оценка и регулирование взаимодействия транспортного сооружения с окружающей средой // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2005. – № 4 (35). – С. 30–32.
3. Андреев О.В. Проектирование мостовых переходов. – М.: Транспорт, 1980. – 216 с.
4. Морфодинамика русел равнинных рек / Р.С. Чалов [и др.]. – М.: ГЕОС, 1998. – 287 с.
5. Шабанов В.В., Маркин В.Н. Мониторинг состояния берегов и режима использования водоохранных зон // Природоустройство. – 2014. – № 4. – С. 6–11.
6. Андрианов Ю.А. Актуальность проблемы эксплуатационной надежности мостов // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета. – 2014. – № 2 (37). – С. 77–81.
7. Гулицкая Л.В., Куш Н.Н., Шиманская О.С. О загрязнении рек при строительстве и капитальном ремонте мостов // Вестник БНТУ. – 2012. – № 6. – С. 55–57.
8. Попов А.В., Чернова Г.А. Основы путей сообщения. Автомобильные дороги: учеб. пособие. – Волгоград: Изд-во Волгоград. гос. техн. ун-та, 2015. – 207 с.
9. Проблемы экологической безопасности дорожно-строительных и ремонтных работ [Электронный ресурс] / Е.В. Путинцева, М.С. Агафонова, В.С. Малыгина, А.В. Барышова //

Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2017. – Т. 2. – С. 519–529. – URL: <http://e-koncept.ru/2017/570103.htm>. (дата обращения: 10.09.2018).

10. Агапов А.Г., Корольченко Д.А. Промышленная безопасность при реконструкции и строительстве новых мостов // Вестник МГСУ. – 2011. – № 1. – С. 434–439.

11. Ремонт и восстановление элементов конструкций транспортных сооружений с использованием полимерных композиционных материалов / А.Б. Бондарев [и др.] // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2015. – № 39 (58). – С. 17–25.

12. Гулицкая Л.В., Кушч Н.Н., Шиманская О.С. Проблема пересечения животными автомобильных дорог в Республике Беларусь // Автомобильные дороги и мосты. – 2016. – № 1 (17). – С. 82–84.

13. Кашкина Е.В., Хандогина А.В. К вопросу обеспечения безопасности дорожного движения // Транспортное право. – 2013. – № 2. – С. 16–19.

14. Трофименко Ю.В., Лелюхин А.М. Переходы для животных как метод снижения аварийности на автомобильных дорогах // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета. – 2016. – № 1 (44). – С. 114–122.

15. Gryz J. Mortality of vertebrates on a road crossing the Biebrza (NE Poland) // Eur. J. Wildl. Res. – 2008. – № 54. – P. 709–714.

References

1. Evgen'ev I.E., Savin V.V. Zashchita prirodnoi sredy pri stroitel'stve, remonte i sodержanii avtomobil'nykh dorog pokrytii [Protection of the natural environment in the construction, repair and maintenance of roads]. Moscow, Transport, 1989, 239 p.

2. Trofimenko Iu.V. Otsenka i regulirovanie vzaimodeistviia transportnogo sooruzheniia s okruzhaiushchei sredoi [Assessment and regulation of the interaction of the transport facility with the environment]. *Nauka i tekhnika v dorozhnoi otrasli*, 2005, no. 4 (35), pp. 30–32.

3. Andreev O.V. Proektirovanie mostovykh perekhodov [The design of the bridge]. Moscow, Transport, 1980, 216 p.

4. Chalov R.S. et al. Morfodinamika rusel ravninnykh rek [River rift morphodynamics of river channels of lowland rivers]. Moscow, GEOS, 1998, 287 p.

5. Shabanov V.V., Markin V.N. Monitoring sostoianiia beregov i rezhima ispol'zovaniia vodookhrannykh zon [Monitoring of the state of shores and regime of water protection zones use]. *Prirodoustroistvo*, 2014, no. 4, pp. 6–11.

6. Andrianov Iu.A. Aktual'nost' problemy ekspluatatsionnoi nadezhnosti mostov [Relevance of the problem of operational reliability of bridges]. *Vestnik Moskovskogo avtomobil'no-dorozhnogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2014, no. 2 (37), pp. 77–81.

7. Gulitskaia L.V., Kushch N.N., Shimanskaia O.S. O zagriaznenii rek pri stroitel'stve i kapital'nom remonte mostov [About pollution of the rivers at construction and capital repairs of bridges]. *Vestnik Belorusskogo natsional'nogo tekhnicheskogo universiteta*, 2012, no. 6, pp. 55–57.

8. Popov A.V., Chernova G.A. Osnovy putei soobshcheniia. Avtomobil'nye dorogi: uchebnoe posobie [Basics of communication paths. Roads: a training manual]. Volgograd: Izdatel'stvo Volgogradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta, 2015, 207 p.

9. Putintseva E.V., Agafonova M.S., Malykhina V.S., Baryshova A.V. Problemy ekologicheskoi bezopasnosti dorozhno-stroitel'nykh i remontnykh работ [Problems of environmental safety of road construction and repair works]. *Nauchno-metodicheskii elektronnyi zhurnal «Koncept»*, 2017, vol. 2, pp. 519–529, available at: <http://e-koncept.ru/2017/570103.htm>. ((accessed 10 September 2018)

10. Agapov A.G., Korol'chenko D.A. Promyshlennaia bezopasnost' pri rekonstruktsii i stroitel'stve novykh mostov [Industrial safety during reconstruction and construction of new bridges]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo stroitel'nogo universiteta*, 2011, no. 1, pp. 434–439.

11. Bondarev A.B., Borkov P.V., Bondarev B.A., Zharikov V.A. Remont i vosstanovlenie elementov konstruktsii transportnykh sooruzhenii s ispol'zovaniem polimernykh kompozitsionnykh materialov [Repair and restoration of structural elements of transport facilities using polymer composite materials]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arkhitektura*, 2015, no. 39 (58), pp. 17–25.

12. Gulitskaia L.V., Kushch N.N., Shimanskaia O.S. Problema peresecheniia zhivotnymi avtomobil'nykh dorog v Respublike Belarus' [The problem of crossing roads by animals in the Republic of Belarus]. *Avtomobil'nye dorogi i mosty*, 2016, no. 1 (17), pp. 82–84.

13. Kashkina E.V., Khandogina A.V. K voprosu obespecheniia bezopasnosti dorozhnogo dvizheniia [On the issue of road safety]. *Transportnoe parvo*, 2013, no. 2, pp. 16–19.

14. Trofimenko Iu.V., Leliukhin A.M. Perekhody dlia zhyvotnykh kak metod snizheniia avariinosti na avtomobil'nykh dorogakh [Transitions for animals as a method of reducing accidents on roads]. *Vestnik Moskovskogo avtomobil'no-dorozhnogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2016, no. 1 (44), pp. 114–122.

15. Gryz J. Mortality of vertebrates on a road crossing the Biebrza (NE Poland). *European Journal of Wildlife Research*, 2008, no. 54, pp. 709–714.

Получено 24.10.2018

Об авторах

Гулицкая Лариса Владимировна (Минск, Республика Беларусь) – кандидат технических наук, руководитель научно-исследовательской лаборатории мостов и инженерных сооружений (НИЛ МИС) Белорусского национального технического университета (220013, г. Минск, пр. Независимости, 65, e-mail: nilmis@mail.ru).

Шиманская Ольга Степановна (Минск, Республика Беларусь) – старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории мостов и инженерных сооружений (НИЛ МИС) Белорусского национального технического университета (220013, г. Минск, пр. Независимости, 65, e-mail: nilmis@mail.ru).

About the authors

Larisa V. Gulitskaya (Minsk, Republic of Belarus) – Ph.D. in Technical Sciences, Head of the Scientific and Research Laboratory of Bridges and Engineering Structures, Belarusian National Technical University (65, Nezavisimosti av., Minsk, 220013, Republic of Belarus, e-mail: nilmis@mail.ru).

Olga S. Shimanskaya (Minsk, Republic of Belarus) – Senior Researcher of the Research Laboratory of Bridges and Engineering Structures, Belarusian National Technical University (65, Nezavisimosti av., Minsk, 220013, Republic of Belarus, e-mail: nilmis@mail.ru).