

DOI: 10.15593/24111678/2017.02.09

УДК 69.059.1

А.А. Сенникова, М.А. СубботинаПермский национальный исследовательский
политехнический университет, Пермь, Россия**КОМПЛЕКСНЫЕ ПРОЕКТЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ МОСТОВ**

Мост является одним из древнейших инженерных изобретений человечества. Он представляет собой искусственное сооружение, возведенное через любое водное препятствие (например, реку, озеро, болото, пролив и т.д.). Инженерное сооружение, возведенное через дорогу, называют путепроводом, через овраг или ущелье – виадуком [1].

В мире возведено немалое количество совершенно разных, не похожих друг на друга мостовых сооружений. Все они классифицируются по назначению, виду применяемых материалов, ширине проезжей части, типу опор и пролетных строений, длине, статической схеме. Искусственное сооружение в течение своего существования проходит ряд жизненных циклов, таких как проектирование, строительство, эксплуатация, ликвидация. Реальная работа и долговечность мостового сооружения определяются не только в период проектирования и строительства, но и в период его эксплуатации, включающей в себя своевременные осмотры, в процессе которых выявляют дефекты сооружения [2].

Для удовлетворения потребительских свойств необходимы комплексные проекты (режим движения по сооружению, соблюдение, выполнение всех ремонтных работ по содержанию моста и т.д.).

Транспортно-эксплуатационные потребительские показатели поддерживаются путем предотвращения или ликвидации последствий физического и морального износа.

В данной статье приведена система организации эксплуатации моста. Детально описаны работы по его содержанию в зимний и летний периоды. Представлена важность показателей потребительских свойств сооружения. Подробно изложена техника безопасности производства работ и охраны окружающей среды, что является важным при эксплуатации искусственного сооружения в составе комплексного проектирования.

Ключевые слова: мост, мостовое сооружение, искусственное сооружение, эксплуатация, содержание, срок службы, виды работ.

A.A. Sennikova, M.A. Subbotina

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

COMPLEX PROJECTS OPERATION OF BRIDGES

Bridge construction is one of the oldest engineering inventions of mankind. The bridge is an artificial structure erected through any water obstacle, for example: across the river, lake, the swamp, the strait and so on. Engineering structure erected across the road is called an overpass. Structure erected through the ravine or gorge is called a viaduct.

There are a lot of different not similar to each other bridge structures in the world. All of them classified according to their invented use, by type of materials used, along the width of the carriage way, according to the type of supports and span structures, by length, according to the static scheme.

An artificial structure during its existence passes through a number of life cycles. Such as designing, construction, the operation, the liquidation of structures. Real work and durability of the bridge structure are determined not only during the period of design, construction, but also in the period of its operation. This period includes timely inspections in the course of which defects in the structure are detected.

To satisfy consumer properties complex projects are needed (the mode of movement for the construction, performance of all repair work on the maintenance of the bridge).

Transport – operational consumer indicators are maintained by preventing or eliminating the consequences of physical and moral depreciation.

This article describes the system for organizing the operation of the bridge. Detailed work on the content in the winter and summer periods. The importance of indicators of the consumer properties of the structure is presented.

The safety of production and environmental protection is set out in detail. They are an important factor in the operation of an artificial structure in the complex design.

Keywords: bridge, bridge structure, artificial structure, operation, maintenance, service life, types of work.

Мост является сложной технической системой целевого назначения, которая должна обеспечить:

1) непрерывное, удобное и безопасное движение транспортных потоков с заданными на перспективу характеристиками транспортных средств и интенсивностью движения;

2) заданные на перспективу параметры функционирования пересекаемого препятствия;

3) сохранность архитектурной выразительности и окружающей среды [3].

Чтобы обеспечить срок службы мостового сооружения (МС), нужно не только правильно его спроектировать и построить, но и уделить внимание эксплуатации моста.

Эксплуатация моста – это совокупность организационных и технических мероприятий, которые обеспечивают сохранность и работу моста в исправном состоянии в течение всего расчетного срока службы. Оптимальная долговечность искусственных сооружений для центральных районов России составляет 80 лет.

Виды эксплуатационных работ зависят от типа моста и его назначения. Например, долговечность железобетонных мостов зависит от прочности строительных материалов, технологии заводского изготовления сборных элементов, укладки бетонной смеси.

Чтобы отремонтировать металлические конструкции, привлекают специализированные строительные организации. Во время эксплуатации деревянных мостов нужно строго соблюдать скоростной режим. Должна быть организована противопожарная служба, нужно обеспечить защиту древесины от гниения и безопасный пропуск ледохода [3].

Обслуживание моста проводится в рамках границ территории, представленной на рис. 1. Зона обслуживания мостового сооружения включает в себя:

– в продольном направлении мост и участки подходов по 6 м с каждой стороны, обочины за ограждениями безопасности и откосы подходов, водоотводные лотки с гасителями на откосах подходах [4];

– в поперечном направлении по 25 м с обеих сторон от сооружения при конусах насыпи, за руслом следят сверху и снизу моста на расстоянии 100 м.

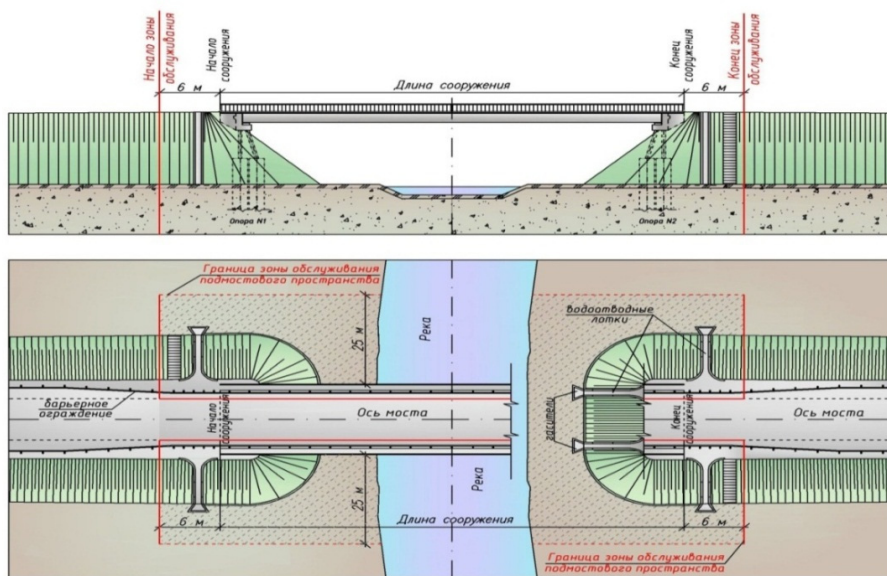


Рис. 1. Зона обслуживания мостового сооружения

Эксплуатация мостов включает в себя следующие основные работы: содержание, ремонт, капитальный ремонт, реконструкцию.

Одним из главных критериев эксплуатации моста является его содержание. Оно обеспечивает сохранность состояния сооружения в соответствии с временем года и определяет границы производства работ (см. рис. 1). Работы по содержанию мостовых сооружений включают (рис. 2):

- надзор: постоянный надзор; текущие, периодические, специальные осмотры; диагностику; испытание сооружения (при необходимости); технический учет сооружений, ведение технической документации;
- уход;
- профилактику;
- планово-предупредительный ремонт [5].

Работы по содержанию разделены на годовые периоды: с 1 октября по 1 апреля (зимнее содержание) и с 1 апреля по 30 сентября (летнее содержание) (характерно для Пермского края). Работы по зимнему и летнему содержанию детально представлены в табл. 1, 2 [6].

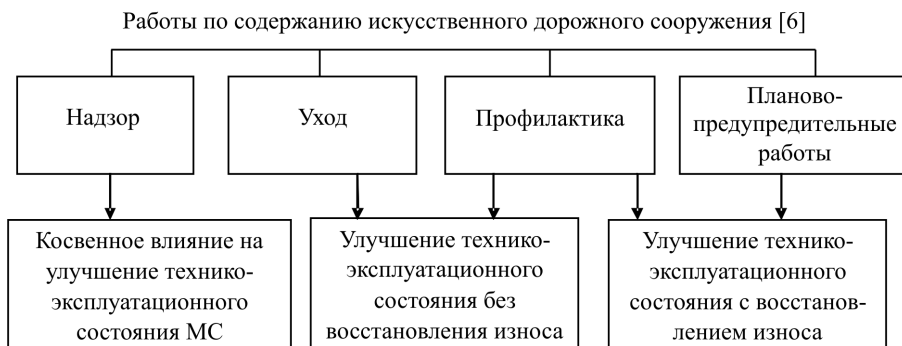


Рис. 2. Работы по содержанию искусственного дорожного сооружения

Таблица 1

Работы по зимнему содержанию

№ п/п	Наименование элементов	Наименование работ
1	Проезжая часть	1. Очистка проезжей части от снега плужными снегоочистителями. 2. Противогололедная обработка проезжей части мостовых сооружений противогололедным реагентом «Нордвэй». 3. Удаление снежного вала лаповыми снегоуборщиками.
2	Деформационные швы	Очистка пазов и зазоров для перемещения конструкций деформационных швов и поверхностей швов от снега и льда.
3	Тротуары	1. Очистка тротуаров от снега вручную. 2. Противогололедная обработка тротуаров песком.
4	Ограждения безопасности	1. Очистка барьерного ограждения от снега и грязи. 2. Уборка снега из-под ограждения безопасности вручную.
5	Перильные ограждения	Очистка перильных ограждений от снега.
6	Водоотвод	1. Очистка водоотводных лотков от снега. 2. Очистка гасителей от снега. 3. Очистка водоотводных трубок от снега и льда.
7	Лестничные сходы	1. Очистка лестничных сходов от снега. 2. Противогололедная обработка лестничных сходов песком.
8	Устои	Очистка горизонтальных площадок устоев от снега.
9	Опорные части	Очистка опорных частей от снега.

Надзор регламентируется нормативными документами и производится с определенной периодичностью.

Постоянный осмотр осуществляется с периодичностью 1 раз в 10 дней мостовым мастером эксплуатирующей организации. Его цель – выявление видимых существенных разрушений и повреждений конструкций. Мостовой мастер обязан при постоянном осмотре в зимний

период с температурой окружающей среды ниже -40°C контролировать раскрытие зазоров в деформационных швах и следить за опорными частями мостового сооружения.

Таблица 2

Работы по летнему содержанию

№ п/п	Наименование элементов	Наименование работ
1	Проезжая часть	1. Очистка покрытий от пыли и грязи механической щеткой. 2. Механизованная очистка покрытий от пыли и грязи с увлажнением. 3. Уборка различных предметов и мусора с элементов автомобильной дороги. 4. Сбор загрязнений в зоне ограждений безопасности дороги вакуумными подметальными машинами.
2	Деформационные швы	Очистка пазов и зазоров для перемещения конструкций деформационных швов от грязи и мусора.
3	Тротуары	1. Очистка тротуаров. 2. Очистка участков под ограждениями безопасности от грязи и мусора вручную. 3. Механизованная промывка покрытия тротуаров и участков под ограждениями безопасности водой.
4	Ограждения безопасности	1. Очистка и мойка барьерного ограждения от пыли и грязи. 2. Замена отдельных секций металлического барьерного ограждения. 3. Очистка и мойка световозвращающих элементов.
5	Перильные ограждения	Очистка и мойка перильных ограждений от загрязнений.
6	Водоотвод	1. Очистка водоотводных лотков и быстротоков. 2. Очистка гасителей от грязи и мусора. 3. Очистка водоотводных трубок на проезжей части мостовых сооружений.
7	Лестничные сходы	Очистка лестничных сходов вручную.
8	Устои	Очистка горизонтальных площадок устоев от мусора вручную.
9	Опорные части	Очистка опорных частей.
10	Опоры	Нанесение вертикальной разметки на опоры.
11	Пролетные строения	Нанесение вертикальной разметки на пролетные строения.

Текущий осмотр конструкций производят мостовой мастер и дорожные рабочие 2 раза в год (весна и осень). При осмотре выявляются разрушения и повреждения конструкций любого вида. Данный тип осмотра преобладает над постоянным осмотром, поскольку обязан производится более тщательно.

Периодический осмотр конструкций искусственных сооружений осуществляется 1 раз в год мостовым мастером под руководством главного инженера и совместно с дорожными рабочими [7]. Его цель – обнаружение разрушений и повреждений конструкций любого вида, а также контроль работы мостового мастера. При периодическом осмотре проводятся также следующие работы: нивелирование профиля проезжей части и пролетных строений мостового сооружения, инструментальный контроль геометрического положения опор, промеры глубин русла в реке.

Итогами вышеперечисленных осмотров являются наблюдение за общим состоянием искусственных сооружений с выделением дефектов, определение объемов ремонтных работ, контроль выполненных работ по содержанию и ремонту, установление порядка работы сооружения и дальнейшего надзора за ними.

Специальные осмотры предназначены для определения технического состояния искусственных сооружений с выявлением дефектов, снижающих грузоподъемность, долговечность и безопасность движения, проверки качества содержания сооружений, наличия и качества ведения технической документации, при необходимости – проведения статических и динамических испытаний. Проводятся 1 раз в 10 лет. Первое специальное обследование моста с динамическими и статическими испытаниями производят во время запуска моста в эксплуатацию в соответствии с нормативными требованиями.

Уход предусматривает летнюю и зимнюю очистку сооружения и устранение мелких повреждений его элементов, подготовку сооружения к зиме, пропуск паводка и ледохода.

Профилактика сооружений необходима для устранения неисправностей, повреждений, возникших в процессе эксплуатации (текущий ремонт).

Планово-предупредительный ремонт представляет собой выполнение комплекса ремонтных работ по предупреждению снижения работоспособности отдельных конструктивных элементов сооружения. Уход, профилактика, планово-предупредительный ремонт позволяют продлить срок службы сооружения до 50 лет. После этого срока сооружение можно будет капитально отремонтировать или реконструировать.

Когда дефекты и повреждения конструкций сооружения возникают пропорционально в срок его службы с увеличением денежных за-

трат, принимается система эксплуатации мостового перехода, которая удовлетворяет следующим положениям:

1. На мостовом переходе выполняется полный комплекс регламентных работ по уходу (летнее и зимнее нормативное содержание, электротехнические работы). Они являются регламентными и должны выполняться в течение всего срока службы моста.

2. Профилактические работы на мосту не должны требоваться в течение 5 лет (исключения составляют повреждения элементов, возникшие в результате аварий техногенного характера, строительного брака, природных явлений и т.д.) после запуска моста в эксплуатацию [8]. В течение данного срока должны действовать гарантийные обязательства, согласно которым все возникающие повреждения и дефекты (кроме аварий и последствий природных явлений) устраняются строительной организацией.

3. Система постоянного надзора, организованная на сооружении, позволяет выявлять дефекты и повреждения в элементах конструкций на ранней стадии развития, что дает возможность предпринять своевременные решения по их устранению и минимизировать дальнейшие бюджетные затраты.

4. Работы по профилактическим и планово-предупредительным работам производятся адресно и планоно.

Содержание моста не может гарантировать полную надежность конструкции, поэтому необходима оценка технического состояния мостового сооружения [5].

Оценка технического состояния выполняется по основным показателям [5]: грузоподъемности, долговечности, безопасности.

Основное требование к мостовому сооружению – сохранение грузоподъемности, рассчитанной по проекту (рис. 3). Снижение эксплуатационных характеристик моста можно только замедлить, но не предотвратить полностью.

Не всегда удается сохранить установленную грузоподъемность, поэтому вводят ограничения в движении. Важным фактором является рост интенсивности движения. Грузоподъемность, соответствующие дорожные знаки, скорость движения являются показателями режима эксплуатации [9].

Общая оценка сооружения принимается по наихудшему показателю качества. Она служит для определения эксплуатации и определения видов работ, необходимых для обеспечения требуемого техни-

ческого и транспортно-эксплуатационного состояния сооружения на автомобильной дороге.

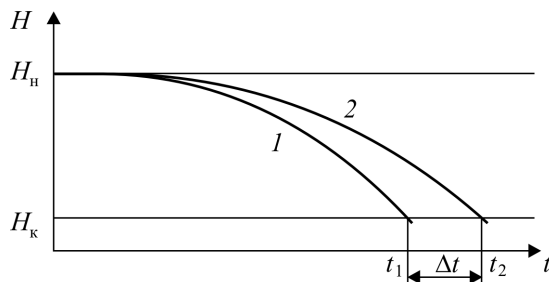


Рис. 3. График грузоподъемности (график снижения надежности H со временем):
 1 – содержание моста не ведется; 2 – содержание моста ведется;
 H_n – начальная надежность; H_k – критическая (допустимая) надежность;
 t_1, t_2 – долговечность моста; Δt – эффективность содержания моста, $\Delta t = t_2 - t_1$

Для оценки состояния мостового сооружения вначале определяют износ всех элементов сооружения, представленных в каталоге элементов, а затем износ конструктивных частей – мостового полотна, всех пролетных строений, опор, регулиционных сооружений и сооружения в целом. Общий показатель качества износа U принимают по той части сооружения, которая имеет наибольшую величину износа с учетом коэффициента значимости. Показатель качества грузоподъемности K_r (в процентах) определяют по формуле

$$K_r = \left(1 - \frac{Q_{\phi}}{Q_{\text{тр}}} \right) \cdot 100 \%,$$

где Q_{ϕ} – фактическая грузоподъемность; $Q_{\text{тр}}$ – требуемая грузоподъемность.

Во время эксплуатационных работ, производимых на мосту, соблюдается техника безопасности.

Для обеспечения безопасности пешеходов, проезжающего транспорта, работников дорожной службы необходимо перед началом работ оградить рабочую зону техническими средствами дорожного движения. Для этого заранее составляются схемы организации дорожного движения, которые учитывают работы на полосе безопасности, одной из полос, а также половине ширины проезжей части. При организации движения в местах производства дорожных работ должны применяться

все необходимые технические средства, предусмотренные схемой. Отклонение от утвержденных схем, а также применение неисправных технических средств недопустимы [10].

Во время работ должны выполняться следующие требования: при осмотре элементов мостового полотна и подходов все рабочие обязаны надевать сигнальные жилеты оранжевого цвета. Подъем и спуск людей на подмости разрешается только по надежно закрепленным лестницам. Переносные лестницы должны устанавливаться с уклоном, не превышающим 60°. Запрещается установка лестниц на различных подкладках. Работа на автогидроподъемниках допускается только при полной их исправности, категорически запрещается превышать указанную в технических условиях грузоподъемность агрегатов в целом и его отдельных частей.

Мостовое сооружение не должно ухудшать качество среды обитания, изменять природные параметры и превышать определенные пределы, которые могут вызвать необратимые изменения отрицательного характера. Во время эксплуатации проблемой охраны окружающей среды является загрязнение транспортными средствами и людьми. Необходимо также рационально использовать природные ресурсы.

Таким образом, для обеспечения эффективности использования и планирования бюджетных средств, а также выполнения работ на мостовом сооружении требуется комплексное проектирование. Вышеуказанный порядок системы эксплуатации должен детально отображаться в проекте. Проект составляется не только на строительство, но и на эксплуатацию.

Список литературы

1. Мост [Электронный ресурс]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Мост> (дата обращения: 14.11.2016).
2. Все о мостах [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.bridgeart.ru> (дата обращения 14.11.2016).
3. Пестряков А.Н., Маринин А.Н., Ситников С.В. Эксплуатация и диагностика мостов: метод. указания к курсовому проекту по дисциплине «Эксплуатация мостов» для студентов дневной формы обучения специальности 291100 «Мосты и транспортные тоннели». – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. ун-та путей сообщения, 2007. – 122 с.

4. Картопольцев А.В. Эксплуатация и ремонт мостов: метод. указания. – Томск: Изд-во Том. гос. арх.-строит. ун-та, 2008. – 122 с.
5. Неволин А.П., Богоявленский Н.А., Сырков А.В. Эксплуатация мостов: учеб.-метод. пособие. Ч. 1. Особенности эксплуатации железобетонных конструкций мостов. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – 173 с.
6. Рабочий проект по содержанию и эксплуатации мостового перехода через р. Каму и подходов в Пермском районе Пермского края, I и II очередь. – Пермь, 2008. – 230 с.
7. Инженерные сооружения в транспортном строительстве: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений: в 2 кн. / П.М. Саламихин, Л.В. Маковский, В.И. Попов [и др.]; под ред. П.М. Саламихина. – М.: Академия, 2008. – Кн. 1. – 352 с.
8. Инженерные сооружения в транспортном строительстве: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений: в 2 кн. / П.М. Саламихин, Л.В. Маковский, В.И. Попов [и др.]; под ред. П.М. Саламихина. – М.: Академия, 2007. – Кн. 2. – 272 с.
9. Рузов А.М. Эксплуатация мостового парка: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Академия, 2007. – 176 с.
10. Проект содержания и эксплуатации моста через р. Чусовая на автомобильной дороге Пермь – Березники в Пермском крае. – Пермь, 2009. – 425 с.

References

1. Most [Bridges], available at: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Most> (accessed 14 November 2016).
2. Vse o mostakh [All about bridges], available at: <http://www.bridgeart.ru> (accessed 14 November 2016).
3. Pestriakov A.N., Marinin A.N., Sitnikov S.V. Ekspluatatsiia i diagnostika mostov [Operation and diagnostics of bridges: methodology instructions to the term project on the discipline «Operation of bridges»]. Ekaterinburg, Ural'skii gosudarstvennyi universitet putei soobshcheniia. 122 p.
4. Kartopol'tsev A.V. Ekspluatatsiia i remont mostov [Operation and repair of bridges]. Tomsk: Tomskii gosudarstvennyi arkhitekturno-stroitel'nyi universitet, 2008. 122 p.
5. Nevolin A.P., Bogoiavlenskii N.A., Syrkov A.V. Ekspluatatsiia mostov Ch. 1. Osobennosti ekspluatatsii zhelezobetonnykh konstruksii mostov [Operation of bridge. Part. 1: features of operation of reinforced con-

crete structures of bridges: study guide]. Perm: Permskii natsional'nyi issledovatel'skii politekhnicheskii universitet, 2012. 173 p.

6. Rabochii proekt po sodержaniuu i ekspluatatsii mostovogo perekhoda cherez r. Kamu i podkhodov v Permskom raione permskogo kraia, I i II ochered' [Production project to maintain and operate a bridge across the Kama River and approaches in Perm district of Perm region, I and II turn]. 230 p.

7. Salamakhin P.M., Makovskii L.V., Popov V.I. et al. Inzhenernye sooruzheniia v transportnom stroitel'stve. Part 1 [Engineering structures in transport construction. Part 1: manual for graduate students]. Moscow: Izdatel'skii tsentr «Akademii», 2008. 352 p.

8. Salamakhin P.M., Makovskii L.V., Popov V.I. et al. Inzhenernye sooruzheniia v transportnom stroitel'stve. Part 2 [Engineering structures in transport construction. Part 2: manual for graduate students]. Moscow: Izdatel'skii tsentr «Akademii», 2007. 272 p.

9. Ruzov A.M. Ekspluatatsiia mostovogo parka [Operation of bridge park: manual for graduate students]. Moscow: Izdatel'skii tsentr «Akademii», 2007. 176 p.

10. Proekt sodержaniia i ekspluatatsii mosta cherez r.Chusovaia na avtomobil'noi doroge Perm' – Berezniki v Permskom krae [Project to maintain and operate a bridge across the river Chusovaya on the road Perm – Berezniki in Perm region]. 425 p.

Получено 18.05.2017

Об авторах

Субботина Мария Анатольевна (Пермь, Россия) – студентка, кафедры «Автомобильные дороги и мосты», Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614013, г. Пермь, ул. Академика Королева, 19а, e-mail: Mariia.Sub@yandex.ru).

Сенникова Алина Александровна (Пермь, Россия) – студентка, кафедры «Автомобильные дороги и мосты», Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614013, г. Пермь, ул. Академика Королева, 19а, e-mail: alina_s95@mail.ru).

Научный руководитель

Богоявленский Николай Анатольевич (Пермь, Россия) – старший преподаватель кафедры «Автомобильные дороги и мосты», Перм-

ский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: nb1848@yandex.ru).

About the authors

Mariia A. Subbotina (Perm, Russian Federation) – Student, Motor Roads and Bridges Department, Perm National Research Polytechnic University (19a, Akademika Koroleva st., Perm, 614013, Russian Federation, e-mail: Mariia.Sub@yandex.ru).

Alina A. Sennikova (Perm, Russian Federation) – Student, Motor Roads and Bridges Department, Perm National Research Polytechnic University (19a, Akademika Koroleva st., Perm, 614013, Russian Federation, e-mail: alina_s95@mail.ru).

Scientific adviser

Nikolai A. Bogoiavlenskii (Perm, Russian Federation) – Senior Lecturer, Motor Roads and Bridges Department, Perm National Research Polytechnic University (29, Komsomolsky av., Perm, 614990, Russian Federation, e-mail: nb1848@yandex.ru).