

УДК 624.21

## ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОГО МОСТОСТРОЕНИЯ

А. Жосан<sup>1</sup>, В. Папин<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
г. Санкт-Петербург (Российская Федерация)

**Аннотация.** Строительство мостов, представляет собой не только процесс возведения конструкции, но это и научно-техническую деятельность, которая направлена на поиск новых технологий и материалов. Строительство и реконструкция мостов – это одно из наиболее сложных видов строительства. Особенность строительства мостов в том, что практически каждый из них уникален. Многие современные мосты являются памятниками инженерного искусства и уже давно стали частью городской архитектуры. Строительство мостов ведется с учетом особенностей местности, поэтому для каждого из мостовых сооружений требуются сложные расчеты, учитывающие особенности грунтов, нагрузки и еще целый ряд сложных параметров. Кроме того, необходимо учитывать возможный рост интенсивности движения и действие факторов внешней среды. С каждым годом в России все больше мостовых конструкций приходят в аварийное состояние или разрушаются вовсе. Мосты и многие искусственные мостовые сооружения достаточно изношены, ведется их реконструкция и строительство новых. В статье описаны современные технологии возведения мостов, а также выявлены проблемы современного мостостроения, среди которых: аварийные ситуации при строительстве, эксплуатации и разборке мостов, внештатные ситуации при строительстве или в начале эксплуатации мостов, незавершенное в течение многих лет строительство, мелкие локальные повреждения мостов при строительстве, проблемы с финансированием, а также снижение квалификации мостостроителей и проектировщиков. Строительство мостов требует участия профессионалов, которые смогут обеспечить не только безопасность возведения мостов, но и необходимую надежность сооружений.

**Ключевые слова:** строительство, мост, мостовые сооружения, реконструкция, незавершенное строительство, проектирование, надежность сооружений.

**Ссылка для цитирования:** Жосан А., Папин В. Проблемы современного мостостроения // Инженерные исследования. 2021. № 1 (1). С. 20-25. – URL: <http://eng-res.ru/archive/2021/1/20-25.pdf>

## PROBLEMS OF MODERN BRIDGE CONSTRUCTION

A. Zhosan<sup>1</sup>, V. Papin<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, St.Petersburg (Russian Federation)

**Abstract.** The construction of bridges is not only the process of erecting a structure, but also a scientific and technical activity, which is aimed at finding new technologies and materials. Construction and reconstruction of bridges is one of the most difficult types of construction. The peculiarity of the construction of bridges is that almost each of them is unique. Many modern bridges are monuments of engineering and have long been part of urban architecture. The construction of bridges is carried out taking into account the peculiarities of the terrain, therefore, for each of the bridge structures, complex calculations are required, taking into account the peculiarities of soils, loads and a number of other complex parameters. In addition, it is necessary to take into account the possible increase in traffic intensity and the effect of environmental factors. Every year in Russia more and more bridge structures come into disrepair or are destroyed altogether. Bridges and many artificial bridge structures are sufficiently worn out, they are being reconstructed and new ones are being built. The article describes modern technologies for the construction of bridges, and also identifies the problems of modern bridge construction, including: emergency situations during the construction, operation and dismantling of bridges, emergency situations during the construction or at the beginning of the operation of bridges, construction in progress for many years, minor local damage to bridges during construction, problems with financing, as well as a decline in the qualifications of bridge builders and designers. The construction of bridges requires the participation of professionals who can ensure not only the safety of the construction of bridges, but also the necessary reliability of the structures.

**Keywords:** construction, bridge, bridge structures, reconstruction, construction in progress, design, reliability of structures.

**For citation:** Zhosan A., Papin V. Problems of modern bridge construction // Inzhenernyye issledovaniya [Engineering Research]. 2021. No. 1 (1). Pp. 20-25. – URL: <http://eng-res.ru/archive/2021/1/20-25.pdf>

## ВВЕДЕНИЕ

Строительство мостов, представляет собой не только процесс возведения конструкции, но это и научно-техническую деятельность, которая направлена на поиск новых технологий и материалов. Современные мосты являются памятниками инженерного искусства и уже давно стали частью городской архитектуры [1, 6].

История строительства мостов в России началась достаточно давно. Многие мосты того времени сохранились до наших дней в прекрасном состоянии: Дворцовый мост в Санкт-Петербурге (рис.1), Лефортовский мост в Москве, Большой мост через овраг (рис.2) и фигурный мост в Царицыно и другие. Но и современные мосты в России ничем не уступают не только по красоте, но и по надежности конструкции, европейским мостовым сооружениям. Например, Крымский мост, Русский, Темерницкий, Бугринский, Богучанский, Золотой и другие.



Рис. 1. Дворцовый мост в Санкт-Петербурге<sup>1</sup>  
Fig. 1. Palace bridge in St. Petersburg



Рис. 2. Большой мост через овраг в Царицыно<sup>2</sup>  
Fig. 2. Big bridge over the ravine in Tsaritsyno

Чтобы построить мост, необходимо ответить на ряд вопросов: какой тип моста выбрать, какие материалы будут использоваться, какова будет конструкция моста и технология его возведения. Важно также учитывать местоположение будущего моста, чтобы гарантировать его безопасность и качество [2-5].

Проектирование и строительство мостов, особенно большой длины – это сложный и дорогостоящий процесс, занимающий несколько лет и включающий значительный объем строительного-монтажных работ. Современные технологии мостостроения и суперпрочные строительные конструкции позволяют возводить сооружения любых форм и размеров, как в городах и поселках, так и в самых труднодоступных местах [6-12].

Возведение моста начинается с инженерных изысканий и разработки проектной документации. Благодаря современным технологиям, используя специальные программные комплексы можно значительно сократить время проектирования. А опыт специалистов позволяет подобрать наиболее эффективные технологические решения при строительстве мостов, для сокращения сроков и стоимости строительства, с учетом возможностей завода-изготовителя и монтажной организации.

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ МОСТОВ

При разработке плана строительства мостового сооружения в зависимости от вида моста учитывают глубину залегания, строение грунта в разных состояниях, климатические особенности, особенности растительного покрова, возможность паводка, возможность деформации русла и прочее.

Строительство мостов в обязательном порядке включает в себя следующие этапы: подготовительные работы, возведение опалубки, армирование, заливку бетона, уход за бетоном и заключительные мероприятия.

В подготовительные работы входят как комплексные изыскания, так и различные замеры, создание насыпи и прочее. К внеплощадочным подготовительным работам относят: строительство дорог, прокладку инженерных сетей и возведение инженерных сооружений, взрывные работы в карьерах и отвалах, создание прочей инфраструктуры. Внутриплощадочные работы включают: устройство геодезической основы, очистку территории строительства, откачку воды, перенос транзитных коммуникаций и устройство основных внутриплощадочных инженерных сетей, контроль за состоянием окружающей среды, ограждение и освещение.

Следующий этап – возведение опор. Выбор конструкции опоры зависит обычно от высоты опор, конструкции пролетных строений, от назначения сооружения, от уровня нагрузки. Но не маловажным фактором являются гидрологические условия (характер течения воды под мостом) и геологические условия.

По способу возведения опорные сооружения делятся на три типовых вида: сборные, монолитные и сборно-монолитные. Для каждого способа возведения опорных сооружений соответствует свой порядок заложения.

<sup>1</sup> Дворцовый мост разведут днем для парада кораблей [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.fiesta.ru/spb/news/dvortsovyuy-most-razvedut-dnem-dlya-parada-korabley> (дата обращения: 26.07.2021)

<sup>2</sup> Большой мост через овраг в Царицыно [Электронный ресурс]. – URL: <https://mos-holidays.ru/bolshoj-most-cherez-ovrag-v-caritsyno> (дата обращения: 26.07.2021)

Любое отклонение от нормативов может привести к большим последствиям. Это могут быть как экономические проблемы, так и социальные или экологические проблемы. Поэтому для каждого мостового сооружения требуется особое внимание при проектировании и возведении.

Строительство опор мостов начинают с устройства фундаментов: разрабатывают котлован, подготавливают фундаментную подушку, которая может бетонироваться на месте или собираться из сборных блоков, омоноличиваемых в стыках. После готовности подушки фундамента проводится обратная засыпка котлована. Далее переходят к строительству устоев и промежуточных опор.

Следующий этап – непосредственное возведение пролетных строений (рис.3). Технологии сооружения пролётов зависят от сложности формы моста. Используются не только подъёмные краны, но и передвижные подмости. В других случаях основная часть моста сооружается на берегу, погружается на баржи, на которых отправляется к готовым опорам будущего моста, и подъёмными приспособлениями устанавливается на отведённое ей место. Для арочных и сводчатых мостов устанавливают строительные леса, систему распорок, сооружают временные конструкции, которые по окончании строительства моста разбирают. На строительных площадках возле строящихся мостов возникают рабочие посёлки, а также промышленные заводы по изготовлению отдельных конструкций, крупных элементов и блоков конструкции, перевозимых разными видами транспорта. Монтаж металлоконструкций на месте осуществляется путем сварки, заклёпки, винтовых соединений.

Конструкции из металла требуют защиту от коррозии. Для этого используют специальные химические средства, защищающие от коррозии. Распространёнными, экономичными и быстро возводимыми являются мосты из предварительно напряженного железобетона. Они могут быть построены либо ступенчатый, либо струйное или набивки. При строительстве висячих и вантовых мостов прокладываются канаты или растяжки. Для висячих мостов, тросы состоят из нитей, которые устанавливаются отдельно, а затем собираются на концах. Нагрузка на тросы распределяется равномерно. На строительных площадках выполняют работу по сборке конструкции мостовых сооружений, одним из следующих способов: сборка на сплошных подмостях из заводских и укрупненных на площадке элементов, навесная или полунавесная сборка, сборка большими секциями.



**Рис. 3.** Возведение пролетных строений: а - балки пролетного строения, б - монтаж ребристого пролетного строения<sup>3</sup>  
**Fig. 3.** Construction of superstructures: a - superstructure beams, б - installation of ribbed superstructure

### ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОГО МОСТОСТРОЕНИЯ

В мире насчитывается очень большое количество мостов. Эти мосты делятся на пешеходные, железнодорожные, транспортные, а также комбинированные. Несмотря на это проблем в современном мостостроении очень много (рис.4):

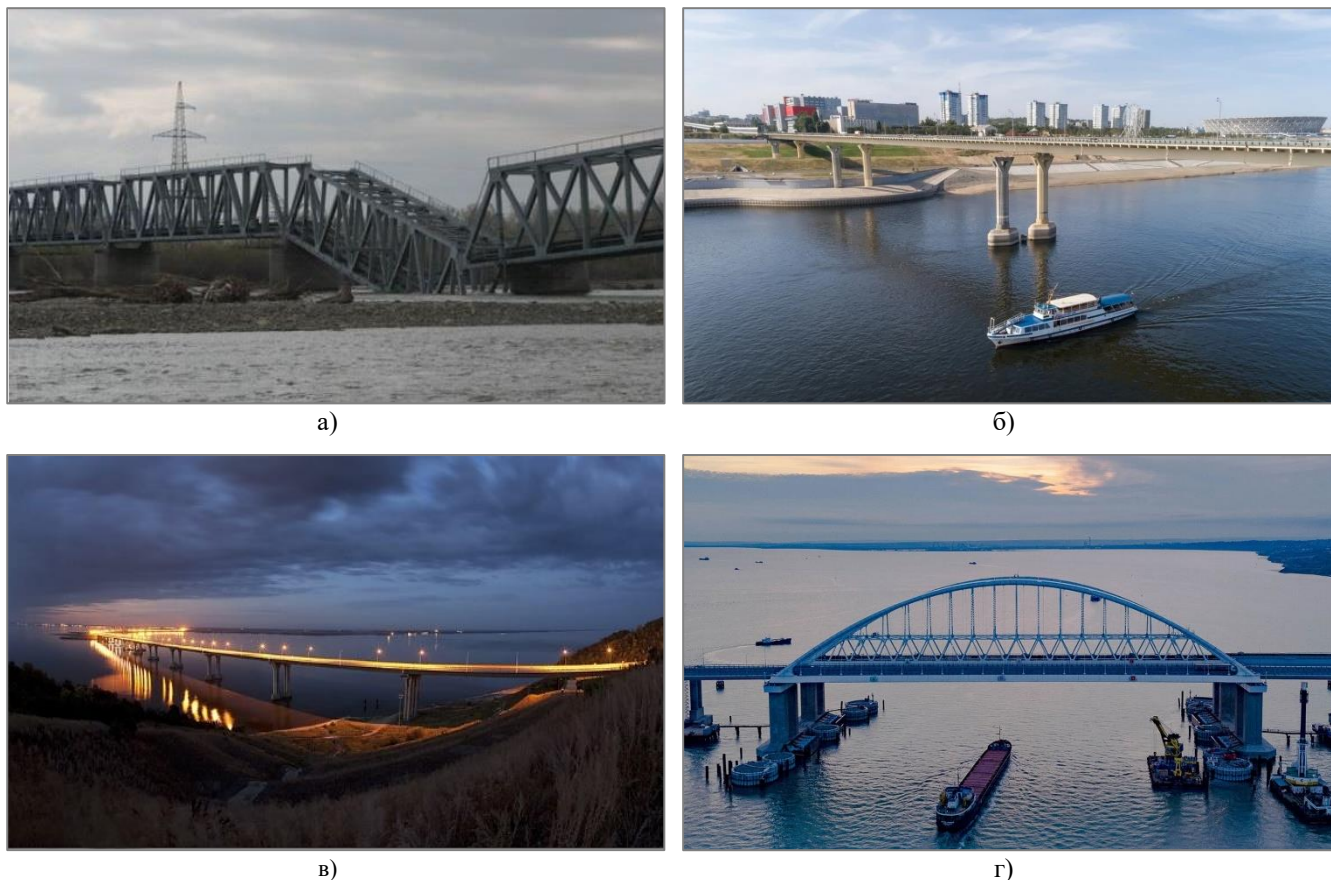
- аварийные ситуации при строительстве, эксплуатации и разборке мостов (например, обрушение железнодорожного моста в Хакасии);
- внештатные ситуации при строительстве или в начале эксплуатации мостов (например, Волгоградский «танцующий мост»);
- незавершенное в течение многих лет строительство мостовых сооружений (например, «замороженный» на 23 года Президентский мост в Ульяновске);
- мелкие локальные повреждения мостов при строительстве (например, обрушение части пролета Крымского моста) и др.

Анализ причин аварийных ситуаций показал, что одной из основных причин происшествий является неупорядоченность нормативной базы, а также несоответствие производственных работ утвержденному проекту и требованиям СНиП, что само по себе является основанием для остановки работ. Контроль качества выполненных

<sup>3</sup> Технология строительства мостов [Электронный ресурс]. – URL: Источник: <https://stroyone.com/bridge/tehnologiya-stroitelstva-mostov.html> (дата обращения: 27.07.2021)



работ отражается в журнале производителем работ или мастером. Законченные части сооружения и скрытые работы должны быть освидетельствованы и приняты при участии представителя заказчика или технического надзора с составлением промежуточного акта приемки работ установленной формы.



**Рис. 4.** Проблемы мостовых сооружений в России: а - обрушение железнодорожного моста в Хакасии [2], б – Волгоградский «танцующий мост»<sup>4</sup>, в – «замороженный» на 23 года Президентский мост в Ульяновске<sup>5</sup>, г – обрушение части пролета Крымского моста<sup>6</sup>.

**Fig. 4.** Problems of bridge structures in Russia: a - collapse of a railway bridge in Khakassia, б - Volgograd "dancing bridge", в - "frozen" for 23 years Presidential bridge in Ulyanovsk, г - collapse of a part of the Crimean bridge span.

Проблемы с финансированием строительства мостовых сооружений – еще одна причина проблем в этой сфере. Зачастую это приводит не просто к консервации мостов, а к тому, что они просто брошены на произвол судьбы. Кроме того, проблемы возникают и после проведения тендеров на проектирование и строительство мостов. Выигрывают компании, которые дают меньшую цену за объект, однако не всегда этих средств хватает для качественного выполнения работ. А что говорить про случаи, когда такие компании имеют весьма поверхностное представление о мостостроении.

Снижение квалификации мостостроителей и проектировщиков в ближайшем будущем может стать весьма острой проблемой. Большую тревогу вызывают у многих мостовиков-профессионалов негативные изменения в сфере высшего образования, связанные с непродуманными изменениями в учебных планах, а также сокращение приема студентов на обучение по профилю «Строительство мостов».

Еще одна немаловажная проблема современных мостов - отсутствие тщательного ухода за ними, регулярных обследований состояния конструкций. На проведение ремонтов мостовых сооружений существуют свои нормативы. Для каждого пункта типовой набор: работы по уходу - нормативные, профилактика и плано-предупредительный ремонт - сверхнормативные.

На разрушение мостов могут повлиять и природные факторы. Это может быть и разрушение берега, переполнение русла реки и тому подобные катаклизмы. Раньше было принято применять битумосодержащие

<sup>4</sup> «Танцующий» через Волгу мост: знаменитый, надежный, недостроенный [Электронный ресурс]. – URL: <https://v1.ru/text/gorod/2018/10/06/65471471> (дата обращения: 30.07.2021)

<sup>5</sup> Мосты Ульяновска: Императорский vs Президентский [Электронный ресурс]. – URL: <https://travelask.ru/russia/ulyanovsk/mosty-ulyanovska-imperatorskiy-vs-prezidentskiy> (дата обращения: 30.07.2021)

<sup>6</sup> Путь открыт: установлены все пролеты Крымского моста [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.gazeta.ru/auto/2019/03/24\\_a\\_12262771.shtml](https://www.gazeta.ru/auto/2019/03/24_a_12262771.shtml) (дата обращения: 30.07.2021)

мембранные материалы для гидроизоляции. Однако это давно уже считается недостаточным средством. В Грузии, например, очень популярен Пенетрон. Появляются новые материалы и в России.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С каждым годом в России все больше мостовых конструкций приходят в аварийное состояние или разрушаются вовсе. Причиной тому может являться долгий срок эксплуатации с отсутствующим уходом за ними. Из-за долгого срока возведения многие старые мосты не соответствуют современной пропускной способности или грузоподъемности, а также безопасности эксплуатации. Для минимизации подобных проблем необходимо провести комплексную проверку, которая смогла бы обеспечить полную диагностику мостов и привести в надлежащее состояние, которое обеспечило бы соответствие современным нормам.

Расходы на дорожные работы в России крайне малы в сравнении с другими странами. В России тратят меньше 2%, хотя норма для стран - не менее 3%. Если измерять стоимость инфраструктурных активов в процентах от ВВП, то получится: 179% - в Японии, 76% - в Китае, 61% - в России<sup>7</sup>.

Но самой главной причиной в разрушении мостовых сооружений является плохая учеба будущих «специалистов» и система образования (конечно, не во всех высших учебных заведениях). Мосты - это гениальные сооружения требующие отдельное внимание большого количества людей. При возведении мостовых сооружений требуется особая точность в проектировании и постройке. Большая нагрузка лежит на инженерах, проектировщиках, архитекторах и многих других специалистах. Для возведения мостовых сооружений также требуется соответствующая документация как до самой стройки, так и во время и после нее.

В данный момент строительство мостов – одно из направлений развития современной России. Очень часто можно заметить, что разные части одного региона могут жить совершенно по-разному, так как разделены водоемами, которые могут совсем не обустроены современными переправами. Такая ситуация наблюдается в Якутии. Мост через реку Лена обеспечил бы не только удобство горожанам, но и обеспечил жизненно необходимый товарооборот. При этом такие массивные инфраструктурные вложения почему-то кажутся сомнительным решением экономического ускорения. Но все же мост - искусственное сооружение, которое имеет огромное социальное-экономическое значение для большого количества людей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руссу М.В., Портных М.Д., Гамаюнова О.С. Исторический аспект строительства мостов Санкт-Петербурга // Творчество и современность. 2020. № 1 (12). С. 44-53.
2. Новак Ю.В., Тропилло А.В. Мероприятия по защите от вибрации, вызванной влиянием движения транспортных средств // Транспортное строительство. 2013. № 7. С. 28-30.
3. Мирошник В. А., Ключник С. В., Журбенко М. К. Проблемы аварийности мостовых конструкций // Мосты и тоннели: теория, исследования, практика. 2012. №1. С. 55-59
4. Аверченко Г.А., Баланин А.П., Новоселов А.В., Даляев Н.Ю. Пути повышения качества содержания, ремонта, реконструкции и строительства мостовых сооружений // Актуальные проблемы военно-научных исследований. 2021. № S3 (15). С. 36-48.
5. Зорина Е.А., Ким Дэ Ун, Аверченко Г.А., Уколов С.А. Устойчивость конструкций автодорожных и железнодорожных мостов при вынужденных колебаниях стержневых систем // Путевой навигатор. 2021. № 47 (73). С. 39-47.
6. Sviridenko V., Novik A., Jos V. The concept of a footbridge, that leading to the Lakhta Center // AlfaBuild. 2019. № 1 (8). С. 27-36.
7. Гуга Н.А., Аверченко Г.А., Васильев К.А., Борисов В.А., Исмаилов А.М. Планирование затрат и пути совершенствования службы эксплуатации мостов // Транспортные системы и технологии. 2021. Т. 7. № 2. С. 30-41.
8. Пискун А.С., Ганец Г.В., Аверченко Г.А. Методы натурного обследования железобетонного моста на примере моста через реку Косопаша // Вестник МГСУ. 2020. Т. 15. № 7. С. 957-967. DOI:10.22227/1997-0935.2020.7.957-967
9. Бирюков О.Р., Стройков В.А. Преимущества и недостатки применения полимерных композитных материалов в конструкциях военных автодорожных разборных мостов // Вестник Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В.Хрулева. 2018. № 1 (13). С. 65-69.
10. Васильев К.А., Борисов В.А., Аверченко Г.А. Понтонные (наплавные) мосты из некондиционных труб полиэтилена низкого давления // Транспортные системы и технологии. 2021. Т. 7. № 1. С. 37-45.
11. Трифонова А.А., Алексеев С.В., Егошин А.М. Актуальные конструкции деформационных швов автодорожных мостов // Транспортные системы и технологии. 2021. Т. 7. № 2. С. 42-54.
12. Алексеев С.В., Трепалин В.А., Шевченко С.М., Трифонова А.А. Современные методы совершенствования конструкций деформационных швов автодорожных мостов // Путевой навигатор. 2020. № 43 (69). С. 3.

<sup>7</sup> Исследование РБК: почему в России мало мостов [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.rbc.ru/research/society/24/05/2016/573de5139a79478774746561> (дата обращения: 30.07.2021)

## REFERENCES

1. Russu M.V., Portnykh M.D., Gamayunova O.S. The historical aspect of the construction of bridges in St. Petersburg // *Tvorchestvo i sovremennost'* [Creativity and modernity]. 2020. No. 1 (12). Pp. 44-53.
2. Novak Yu.V., Tropillo A.V. Measures for protection against vibration caused by the influence of vehicle traffic // *Transportnoe stroitel'stvo* [Transport construction]. 2013. No. 7. Pp. 28-30.
3. Miroshnik V.A., Klyuchnik S.V., Zhurbenko M.K. Problems of accident rate of bridge structures // *Mosty i tonneli: teoriya, issledovaniya, praktika* [Bridges and tunnels: theory, research, practice]. 2012. No. 1. Pp. 55-59.
4. Averchenko G.A., Balanin A.P., Novoselov A.V., Dalyaev N.Yu. Ways to improve the quality of maintenance, repair, reconstruction and construction of bridge structures // *Aktual'nyye problemy voyenno-nauchnykh issledovaniy* [Actual problems of military scientific research]. 2021. No. 3 (15). Pp. 36-48.
5. Zorina E.A., Kim Dae Un, Averchenko G.A., Ukolov S.A. Structural stability of road and railroad bridges under forced vibrations of rod systems // *Putevoy navigator* [Travel navigator]. 2021. No. 47 (73). Pp. 39-47.
6. Sviridenko V., Novik A., Jos V. The concept of a footbridge, that leading to the Lakhta Center // *AlfaBuild*. 2019. №1 (8). Pp. 27-36.
7. Guga N.A., Averchenko G.A., Vasiliev K.A., Borisov V.A., Ismailov A.M. Cost planning and ways to improve the bridge operation service // *Transportnyye sistemy i tekhnologii* [Transport systems and technologies]. 2021. Vol. 7. No. 2. Pp. 30-41.
8. Piskun A.S., Ganets G.V., Averchenko G.A. Methods of full-scale inspection of a reinforced concrete bridge on the example of a bridge across the Kosopasha river // *Vestnik MGSU*. 2020. Vol. 15. No. 7. Pp. 957-967. DOI:10.22227/1997-0935.2020.7.957-967
9. Biryukov O.R., Stroykov V.A. Advantages and disadvantages of the use of polymer composite materials in the structures of military road dismountable bridges // *Vestnik Voennoy akademii material'no-tekhnicheskogo obespecheniya im. generala armii A.V.Khruleva* [Bulletin of the Military Academy of Material and Technical Support. General of the Army A.V. Khrulev]. 2018. No. 1 (13). Pp. 65-69.
10. Vasiliev K.A., Borisov V.A., Averchenko G.A. Pontoon (floating) bridges made of substandard low-pressure polyethylene pipes // *Transportnyye sistemy i tekhnologii* [Transport systems and technologies]. 2021. T. 7. No. 1. P. 37-45.
11. Trifonova A.A., Alekseev S.V., Egoshin A.M. Actual designs of expansion joints of road bridges // *Transportnyye sistemy i tekhnologii* [Transport systems and technologies]. 2021. Vol. 7. No. 2. Pp. 42-54.
12. Alekseev S.V., Trepalin V.A., Shevchenko S.M., Trifonova A.A. Modern methods of improving the design of expansion joints of road bridges // *Putevoy navigator* [Putevoy navigator]. 2020. No. 43 (69). P. 3.

## ОБ АВТОРАХ

**Анастасия Жосан** – студентка бакалавриата. Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ). 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д.29. E-mail: zhosan.a@edu.spbstu.ru

**Владислав Папин** – студент бакалавриата. Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ). 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д.29. E-mail: papin.v@edu.spbstu.ru

## ABOUT THE AUTHORS

**Anastasia Zhosan** – student. Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University (SPbPU). 195251, Russia, St. Petersburg, Polytechnicheskaya st., 29. E-mail: zhosan.a@edu.spbstu.ru

**Vladislav Papin** – student. Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University (SPbPU). 195251, Russia, St. Petersburg, Polytechnicheskaya st., 29. E-mail: papin.v@edu.spbstu.ru