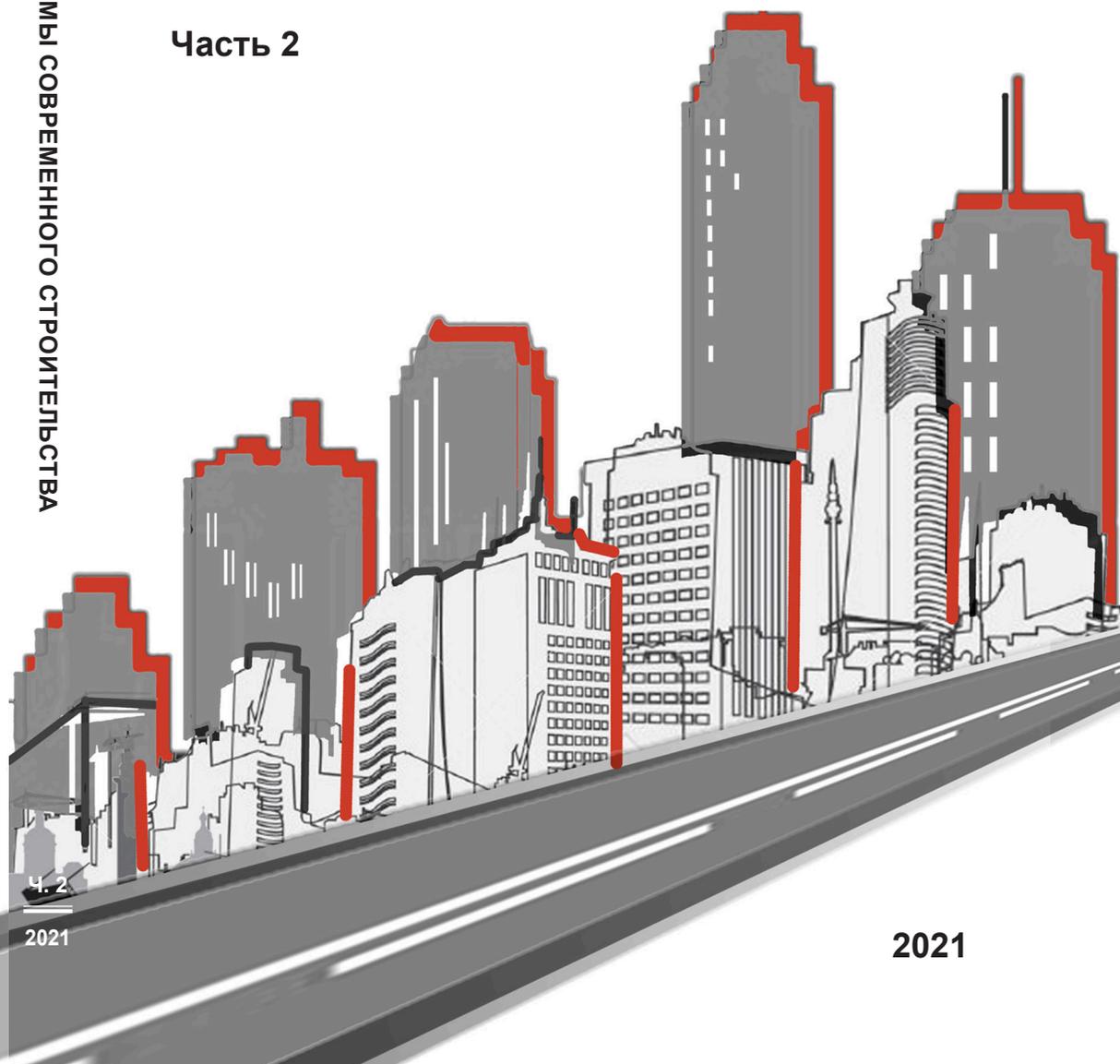




# АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Часть 2

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА



Ч. 2  
2021

2021

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации

Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет

# **АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

## **Часть 2**

Материалы LXXIV Всероссийской  
научно-практической конференции  
студентов, аспирантов и молодых ученых

5–9 апреля 2021 года

Санкт-Петербург  
2021

УДК 69(063)  
А 437

*Рецензенты:*

д-р техн. наук, профессор *Ю. А. Беленцов* (Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I);

д-р техн. наук, профессор *Т. А. Белаиш* (Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I)

**Актуальные проблемы современного строительства** : материалы LXXIV Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых [5–9 апреля 2021 года] : в 2 ч. – Ч. 2. – Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2021. – 220 с. – Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-9227-1193-7

ISBN 978-5-9227-1195-1

Представлены труды студентов, аспирантов и молодых ученых Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета и других учебных заведений.

*Редакционная коллегия:*

проректор по научной работе *И. В. Дроздова* (председатель);

декан архитектурного факультета *Ф. В. Перов*;

декан автомобильно-дорожного факультета *А. В. Зазыкин*;

декан строительного факультета *А. Н. Панин*;

декан факультета инженерной экологии и городского хозяйства *И. И. Суханова*;

декан факультета экономики и управления *Г. Ф. Токунова*;

декан факультета судебных экспертиз в строительстве

и на транспорте *Д. В. Иванов*;

председатель Совета молодых ученых *П. В. Подопригора*;

председатель Студенческого научного общества *Т. Х. Аблязов*;

специалист Управления научной работы *Л. В. Груба* (ответственный редактор)

*Печатается по решению Научно-технического совета СПбГАСУ*

ISBN 978-5-9227-1193-7

ISBN 978-5-9227-1195-1

© Авторы статей, 2021

© Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2021

© Дизайн обложки: Е. Измайлова, Т. Попова

## **ИНЖЕНЕРНАЯ ЭКОЛОГИЯ** **И ГОРОДСКОЕ ХОЗЯЙСТВО**

УДК 628.237

*Анна Максимовна Телятникова,*  
аспирант

*Антон Павлович Мандров,*  
студент

(Санкт-Петербургский  
государственный архитектурно-  
строительный университет)

*E-mail: sik3000@list.ru,*

*a.mandrov2506@gmail.com*

*Anna Maksimovna Telyatnikova,*  
postgraduate student

*Anton Pavlovich Mandrov,*  
student

(Saint Petersburg  
State University of Architecture  
and Civil Engineering)

*E-mail: sik3000@list.ru,*

*a.mandrov2506@gmail.com*

### **ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ВЫБРОСАМИ СЕРОВОДОРОДА ОТ КАМЕР ГАШЕНИЯ НАПОРА**

#### **ATMOSPHERE AIR POLLUTION WITH HYDROGEN SULFIDE EMISSIONS FROM THE ENERGY DISSIPATION CHAMBER**

Рассмотрена проблема загрязнения атмосферного воздуха выбросами сероводорода от камер гашения напора (КГН). Для качественной и количественной оценки распространения канализационного газа выполнен натурный эксперимент на действующем объекте КГН в г. Череповце Вологодской обл. Результаты мониторинга выявили многократное превышение предельно допустимых концентраций для городских и сельских поселений рядом с объектом. Данные натурных измерений были применены для конечно-элементного моделирования распространения газоздушного облака при различных погодных условиях. В результате исследования сформирован подход к оценке воздействия КГН с применением методов компьютерного моделирования, установлена зона влияния для натурального объекта КГН, а также выдвинуто предложение по размерам санитарно-защитной зоны.

*Ключевые слова:* канализационный газ, сероводород, санитарно-экологическая обстановка, компьютерное моделирование, *ANSYS CFX*.

This article deals with the problem of atmospheric air pollution with hydrogen sulfide emissions from energy dissipation chamber (EDC). An experiment to measure the concentrations of hydrogen sulfide near the EDC was made for the qualitative and quantitative assessment of the distribution of sewer gas. EDC is in Cherepovets. It was found that the maximum permissible concentrations were repeatedly exceeded. The monitoring results were used for finite element modeling of the gas-air cloud distribution under various weather conditions. The results of the work were as follows: formation of an approach using computer modeling methods to estimate the distribution of sewage hydrogen sulfide; the zone of influence for the object EDC is set; the dimensions of the sanitary protection zone are proposed.

*Keywords:* sewer gas, hydrogen sulfide, sanitary and environmental conditions, computer modelling, ANSYS CFX.

Загрязнение атмосферного воздуха в результате хозяйственной деятельности человека является весьма насущной проблемой. Наибольшее внимание специалистов направлено в сторону крупных техногенных объектов, таких как промышленные предприятия, полигоны твердых бытовых отходов, станции аэрации сточных вод и т. д. [1–3]. В свою очередь, источники загрязнения меньших масштабов часто оказываются недооцененными, а их строительство и эксплуатация не сопровождаются необходимыми экологическими расчетами и документацией [4]. К подобного рода источникам относятся сети и сооружения на сетях водоотведения.

Важно понимать, что при транспортировке сточной жидкости в канализации образуются газы: сероводород ( $H_2S$ ), аммиак ( $NH_3$ ), метан ( $CH_4$ ), метилмеркаптан ( $CH_4S$ ) и др. [5]. Безусловно, выделение каждого из них в окружающую среду имеет ряд негативных последствий, но наиболее часто исследователями упоминается  $H_2S$ , что связано с его остронаправленным механизмом действия на живые организмы [6].

Интенсивность образования и выделения сероводорода в канализации зависит от конструктивных, гидро-, аэродинамических и физических характеристик. В связи с этим потенциал сооружений различного назначения к загрязнению атмосферного воздуха также может быть весьма разнообразен. Согласно статистике, особого внимания заслуживают камеры гашения напора (КГН), так как концентрации сероводорода в них могут достигать весьма опасных

значений [7]. Отдельно отметим, что сети канализации, находящиеся в городской черте, часто оказываются легкодоступными для контакта. Это еще раз подтверждает необходимость инженерно-экологических расчетов влияния данных объектов с возможным установлением границ санитарно-защитной зоны (СЗЗ). В связи с этим, целью данного исследования стала оценка распространения канализационного сероводорода в воздушном пространстве рядом с сооружением КГН.

В рамках работы авторами был проведен мониторинг состояния атмосферного воздуха вблизи КГН производительностью до 3200 м<sup>3</sup>/ч, расположенной в г. Череповец Вологодской области. Натурные измерения концентрации H<sub>2</sub>S у люка сооружения выполнялись сеансами по 90 мин. при помощи газоанализаторов Микросенс МЗ. На рис. 1 представлены результаты, полученные за один сеанс в день наибольшего газовыделения.

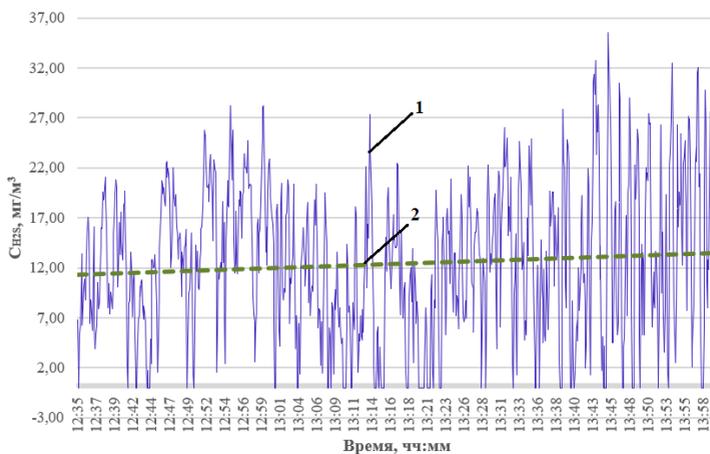


Рис. 1. Изменения концентраций H<sub>2</sub>S в атмосферном воздухе рядом с КГН, зафиксированные 13.08.2020 г.:  
1 – фактические значения; 2 – линейная аппроксимация

Для дальнейшей качественной и количественной оценки распространения канализационного сероводорода в атмосферном воздухе

было применено конечно-элементное моделирование в программном комплексе *ANSYS CFX*. Созданная твердотельная расчетная область включала в себя люк сооружения КГН и область воздушного пространства над ним. Для подбора оптимальной конфигурации сеточного поля были выполнены испытания, в результате которых была принята вариация с наилучшими качественными показателями. Моделирование производилось на основании данных натуральных измерений исходя из средней концентрации сероводорода на поверхности люка  $13 \text{ мг/м}^3$  (рис. 1). В начальный момент времени в домене определяется присутствие только воздуха, далее в него начинала поступать газо-воздушная смесь температурой  $T = 18 \text{ }^\circ\text{C}$ . Для атмосферного воздуха при моделировании устанавливались следующие температуры:

- средняя температура самого холодного месяца (для Вологодской области  $T_{\min} = -11,7 \text{ }^\circ\text{C}$  [8]);
- средняя максимальная температура наиболее теплого месяца ( $T_{\max} = 22,7 \text{ }^\circ\text{C}$  [8]);
- фактическая температура, зафиксированная во время натурального эксперимента ( $T_{\text{факт}} = 16 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

Отметим, что первые два температурных режима выбраны на основании данных литературы [9] как наиболее неблагоприятные. Кроме того, для каждого из трех температурных режимов были выполнены расчеты в условиях полного отсутствия ветра, а также при скорости ветра  $1 \text{ м/с}$ . Граничные условия моделирования представлены на рис. 2.

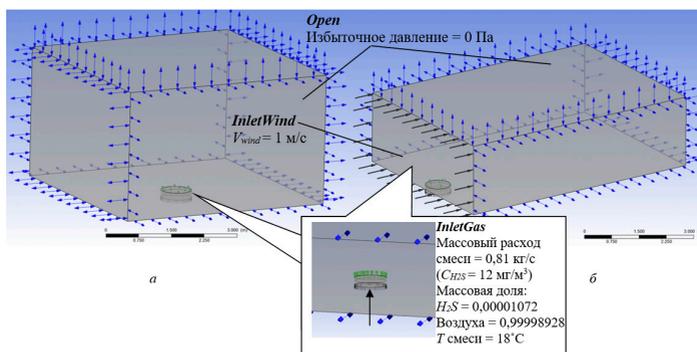


Рис. 2. Граничные условия моделирования воздушного пространства рядом с КГН: а – при отсутствии ветра; б – при ветре

В условиях отсутствия ветра наибольший интерес представляют результаты, фиксируемые для наиболее холодных условий. В данном случае наблюдается формирование термикообразующей струи (рис. 3), что соответствует явлениям на реальных объектах [10].

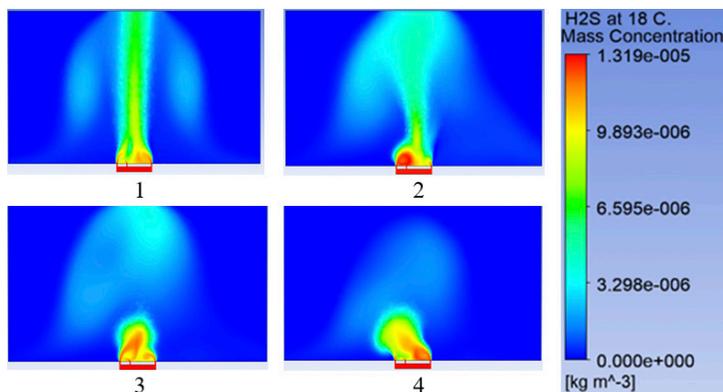


Рис. 3. Результаты моделирования при температуре атмосферного воздуха  $T_{\min} = -11,7$  °С. Образование термика: 1 – 1 этап; 2 – 2 этап; 3 – 3 этап; 4 – 4 этап

Аэродинамические картины, наблюдаемые при наличии ветра для режимов, характеризующихся температурами окружающего воздуха ниже температуры выходящей газовоздушного потока, были весьма схожи. В данных случаях фиксировалось опускание струи потока сероводорода к поверхности земли. Принципиальный вид формируемой струи представлен на рис. 4. Важно отметить, что опускание струи происходило на различных расстояниях от источника, что принципиальным образом влияло на концентрации сероводорода в приземных слоях атмосферы. В случае максимально низких температур струя опускалась на расстоянии  $\approx 4,5$  м от источника, а концентрации в основной части зоны влияния составляли  $1 \div 10$  мг/м<sup>3</sup>. При фактических условиях радиус влияния составлял  $\approx 7,5$  м с концентрациями  $0,5 \div 6$  мг/м<sup>3</sup>.

Наиболее благоприятные условия формировались при максимально высокой температуре окружающей среды  $T_{\max} = 22,7$  °С.

В данном случае струя на расстоянии 3,5 м от источника поднялась на высоту, безопасную для человека ( $>3$  м) и рассеивалась в атмосферном воздухе. Оседание сероводорода на землю наблюдалось на расстоянии более 20 м, при этом приземные концентрации не превышали нормативных значений [6]. Данное явление связано с увеличением скорости протекания процессов диффузии при повышении температуры окружающей среды, а также меньшим сопротивлением, оказываемым струе, из-за уменьшения плотности воздуха.

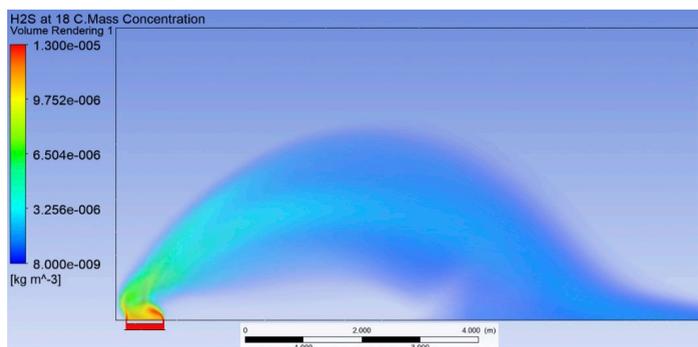


Рис. 4. Результаты моделирования при температуре атмосферного воздуха  $T_{\text{факт}} = 16$  °С и скорости ветра  $V_{\text{wind}} = 1$  м/с

В результате данного исследования сформирован подход и выполнена непосредственная оценка влияния КГН, расположенной в г. Череповце на окружающий атмосферный воздух. Установлена зона влияния объекта при различных погодных условиях, а также выполнена количественная оценка содержания сероводорода. Отметим, что для всех рассмотренных случаев в пределах зоны влияния можно говорить о многократном превышении гигиенических нормативов для населенных мест [6], что позволяет сказать об острой необходимости установки СЗЗ для данного объекта. На основании полученных результатов авторы считают возможным рекомендовать установку СЗЗ для данного объекта не менее 15 м.

### **Литература**

1. Методы расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе: утв. Приказом Минприроды России от 6 июня 2017 г. № 273 // Рос. газ. 2017. 14 августа.
2. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. М.: ФГУП ЦПП, 2003. 51 с.
3. Методические рекомендации по расчету выбросов (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух от неорганизованных источников станций аэрации сточных вод. СПб., 2015.
4. Перечень загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды: распоряжение Правительства Российской Федерации от 8 июля 2015 г. № 1316-р // Рос. газ. 2015. 13 июля.
5. Hvitved-Jacobsen T., Vollertsen J., Nielsen A. H. Sewer processes. Microbial and Chemical Process Engineering of Sewer Networks. Miami: Taylor & Francis Group, LLC, 2013. 399 p.
6. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. М., 2021. 496 с.
7. *Лейбович Л. И., Пацурковский П. А.* Моделирование динамики поступления сероводорода в окружающую среду при работе насосов канализационных насосных станций // *Вестн. ХНАДУ.* 2016. № 72. С. 176–181.
8. СП 131.13330.2018. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*. М.: Стандартинформ, 2019. 110 с.
9. *Берлянд М. Е.* Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. Л.: Гидрометеоздат, 1985. 272 с.
10. *Гиргидов А. Д.* Механика жидкости и газа (гидравлика). СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2007. 546 с.

УДК 332.3

Элина Ильдусовна Кутдусова,  
студент  
(Санкт-Петербургский  
горный университет)  
E-mail: elkt21@gmail.com

Elina Ildusovna Kutdusova,  
student  
(Saint Petersburg  
Mining University)  
E-mail: elkt21@gmail.com

## ОБ ОСОБЕННОСТЯХ СОЗДАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ

### ABOUT THE FEATURES OF CREATING ARTIFICIAL LAND PLOTS

Проведен анализ действующего законодательства, регулирующего вопросы создания искусственных земельных участков и осуществления кадастровых работ по ним. Искусственный земельный участок является уникальным объектом как с точки зрения механизма формирования, так и в аспекте регулирования правовых вопросов. На основе изучения действующих нормативно-правовых актов составлена принципиальная схема формирования искусственных земельных участков. Кроме того, по результатам исследования выявлен и сформулирован ряд основных законодательных проблем, требующих обсуждения и принятия решений по совершенствованию правовой базы в рассматриваемой области.

*Ключевые слова:* искусственный земельный участок, кадастровые работы, государственный кадастровый учет, земельный участок, сооружение.

The purpose of the work is to analyze the current legislation governing the creation and implementation of cadastral works in relation to artificial land plots. An artificial land plot is a unique object both from the point of view of the mechanism of its formation and from the point of view of the regulation of legal issues related to this object. Based on the study of the existing legal acts, a basic scheme for the formation of artificial land plots has been drawn up. According to the results of the study, a number of main problems of the legislation of the considered area are also identified and formulated, which require discussion and decision-making on improving the regulatory legal acts regulating the procedure for creating artificial land plots.

*Keywords:* artificial land plot, cadastral work, state cadastral registration, land plot, structure.

Рассматривая вопросы, касающиеся искусственного земельного участка, можно определить данный объект недвижимости

как уникальный ввиду неоднозначности процедуры его создания и дальнейшего присвоения ему статуса и характеристик земельного участка [1–4]. При обращении к определению, приведенному в Федеральном законе от 19.07.2011 № 246-ФЗ «Об искусственных земельных участках, созданных на водных объектах, находящихся в федеральной собственности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» становится очевидным сложный переход вида данного объекта недвижимости от сооружения к земельному участку: «Искусственный земельный участок, созданный на водном объекте, находящемся в федеральной собственности (далее также – искусственный земельный участок, искусственно созданный земельный участок) – сооружение, создаваемое на водном объекте, находящемся в федеральной собственности, или его части путем намыва или отсыпки донного грунта либо использования иных технологий и признаваемое после ввода его в эксплуатацию также земельным участком» [5].

Весь комплекс работ по созданию искусственного земельного участка на водном объекте, находящемся в федеральной собственности, также приведен в вышеуказанном нормативно-правовом акте [5]. На рис. 1 представлена схема этапов осуществления данной процедуры.

Данная схема наглядно отображает отсутствие упоминания в Федеральном законе от 19.07.2011 № 246-ФЗ необходимости осуществления государственного кадастрового учета создаваемого объекта, а также этапов проведения данной процедуры относительно такого уникального и неоднозначного объекта недвижимости, как искусственного земельного участка [6].

Рассмотрим наиболее яркий практический пример создания территории на водном объекте – проект дополнительного расширения Васильевского острова в сторону Невской губы в Санкт-Петербурге. Проект занимает территории площадью 476 га и имеет статус стратегического. На рис. 2 представлена планируемая схема размещения объектов на данной территории, опубликованная на официальном сайте инициаторов данного проекта АО «Терра Нова».

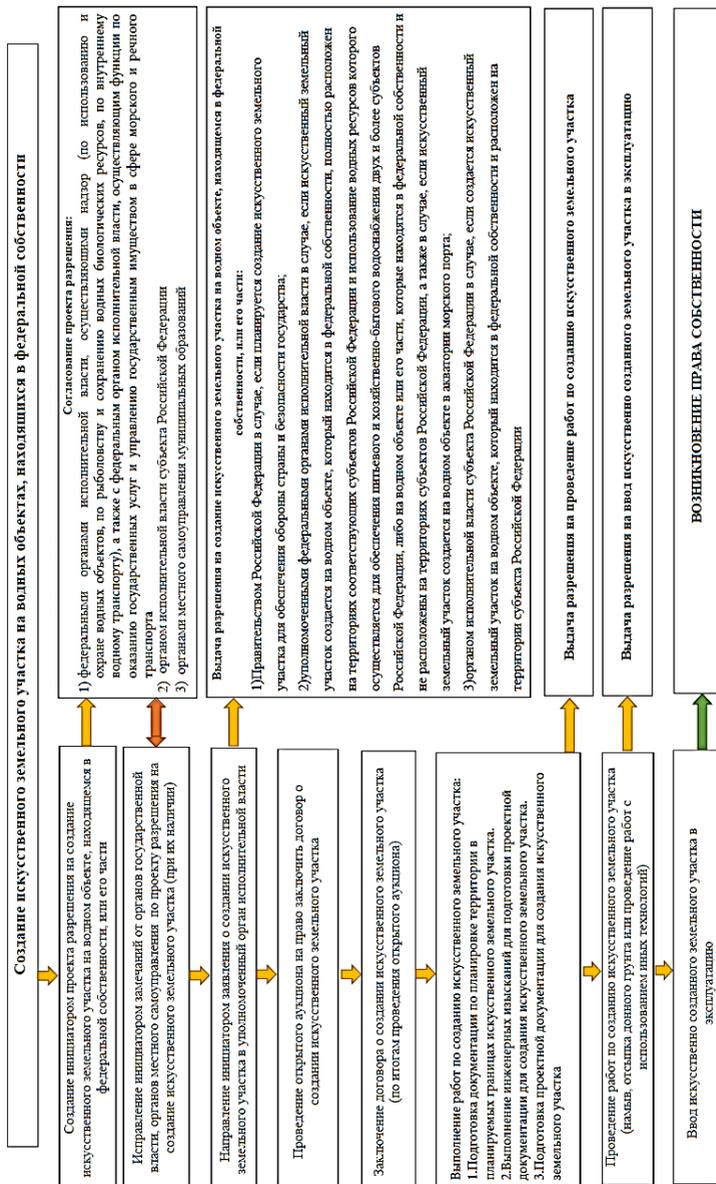


Рис. 1. Этапы создания искусственного земельного участка



Рис. 2. Планируемая схема размещения объектов по проекту «Морской фасад»

На картах со спутниковым отображением можно увидеть промежуточные результаты осуществления данного проекта (рис. 3). Однако при обращении к публичной кадастровой карте можно обнаружить земельные участки с кадастровыми номерами (например, 78:06:0002924:13, 78:06:0002924:23) на еще несформированной территории (рис. 4).

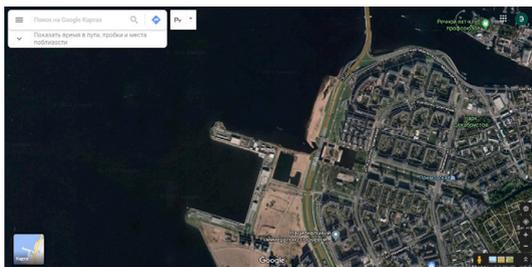


Рис. 3. Фрагмент Карт Google

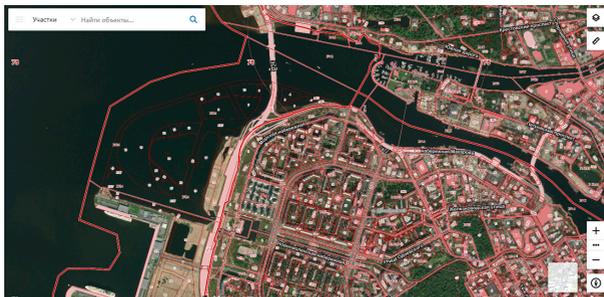


Рис. 4. Фрагмент публичной кадастровой карты

Очевидно, что в данный момент создание рассматриваемых территорий не пришло к завершающей стадии, а объект (искусственный земельный участок, выступающий в роли сооружения на этапе строительства) не введен в эксплуатацию, но при этом на данных территориях образованы земельные участки, им присвоены кадастровые номера, а сведения о них содержатся в Едином государственном реестре недвижимости. Следовательно, нарушается логика действующего определения искусственно созданного земельного участка.

Рассмотренный пример показывает ряд проблем касательно проведения кадастровых работ при создании искусственных земельных участках на водном объекте: неоднозначность действующего определения искусственного земельного участка; отсутствие рассмотрения вопросов кадастрового учета в Федеральном законе от 19 июля 2011 г. № 246-ФЗ, который непосредственно регулирует процесс создания искусственных земельных участков на водных объектах, находящихся в федеральной собственности; отсутствие правового регулирования порядка осуществления кадастрового учета искусственно созданного земельного участка, как уникального объекта гражданско-правового оборота, в нормативно-правовых актах, регламентирующих осуществление кадастровой деятельности на территории РФ. Также следует отметить тот факт, что неполнота законодательства в данном вопросе затрудняет развитие городских территорий в целом, не позволяя населенным пунктам, требующим расширения своих территорий за счет прироста населения,

стабильно, планомерно и структурированно осуществлять градостроительную деятельность [7–9].

Таким образом, при отсутствии четкого, законодательно установленного регламента вопрос осуществления государственного учета при создании искусственных земельных участков, а также место кадастровых работ в этом процессе остается открытым.

### Литература

1. Скачкова М. Е., Процик Е. В. Особенности формирования искусственно созданных земельных участков (намывных территорий) // *Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире*. 2013. № 3. С. 135–138.
2. Быстрова Д. А. Конституционно-правовое регулирование порядка создания намывных территорий в Российской Федерации // *Конституционное и муниципальное право*. 2010. № 8. С. 38.
3. Задорожнюк Е. И., Замышляев Д. В. К проблеме создания искусственных территорий // *Юрист*. 2008. № 6. С. 36–39.
4. Канская Е. В. Искусственные земельные участки: понятие и проблемы, возникающие при государственной регистрации прав на них // *Молодой ученый*. 2015. № 19(99). С. 483–486. URL: <https://moluch.ru/archive/99/22160/> (дата обращения: 21.01.2021).
5. Об искусственных земельных участках, созданных на водных объектах, находящихся в федеральной собственности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон от 19.07.2011 № 246-ФЗ. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_116987/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_116987/) (дата обращения: 15.01.2021).
6. Быкова Е. Н., Морозов А. В. Комплексная оценка пространственных условий для размещения земельных участков // *Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия: международная научно-практическая конференция*. Комсомольск-на-Амуре, 2018. С. 117–122.
7. Скачкова М. Е., Шелегова Н. И. Реновация городских территорий в целях их градостроительного развития на примере Санкт-Петербурга // *Известия ВУЗов. Геодезия и аэрофотосъемка*. 2014. № 7–2. С. 36–38.
8. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 № 136-ФЗ. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_33773/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33773/) (дата обращения: 17.01.2021).
9. О государственной регистрации недвижимости: Федеральный закон от 13.07.2015 № 218-ФЗ (ред. от 30.12.2020). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_182661/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182661/) (дата обращения: 19.01.2021).

УДК 628:628.54

*Ксения Геннадьевна Дмитриева,*  
аспирант  
(Санкт-Петербургский  
государственный архитектурно-  
строительный университет)  
*E-mail: ksyu.dmitr@gmail.com*

*Kseniya Gennadievna Dmitrieva,*  
postgraduate student  
(Saint Petersburg  
State University of Architecture  
and Civil Engineering)  
*E-mail: ksyu.dmitr@gmail.com*

## **ПОЛУЧЕНИЕ УГЛЕРОДНОГО АДСОРБЕНТА ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ИЗ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

### **PRODUCTION OF CARBON ADSORBENT FOR WATER PURIFICATION FROM CARBON-CONTAINING INDUSTRIAL WASTE**

Водные ресурсы загрязняются как естественным путем (в ходе природных катаклизмов), так и в результате антропогенной деятельности. В условиях постоянной урбанизации и технологического прогресса экологическая обстановка на всей планете с каждым годом становится все хуже и хуже. По данным на конец 2020 г., источники чистой воды продолжают загрязняться сточными водами от бытовой и производственной деятельности, техническими веществами, выбросами нефтепродуктов и масел после техногенных катастроф и т. д. В то же время методы и материалы, используемые для очистки воды, не в полной мере отвечают современным потребностям. Следовательно, разработка недорогих и эффективных технологий очистки остается актуальной задачей для всего человечества.

*Ключевые слова:* адсорбция, углеродный адсорбент, активированный уголь, очистка воды, отходы промышленных предприятий.

Water resources are naturally polluted during and after natural disasters, or as a result of anthropogenic activities. In the current conditions of constant urbanization and technological progress, the ecological situation of the entire planet is getting worse and worse every year. According to the data for the end of 2020, clean water sources continue to be polluted by wastewater from household and industrial activities, technical substances, emissions of petroleum products and oils after man-made disasters, etc. At the same time, the methods and materials used for water treatment do not fully meet modern needs. Therefore, the development of inexpensive and effective water treatment technologies remains an urgent task for all humanity.

*Keywords:* adsorption, carbon adsorbent, activated carbon, water purification, industrial waste.

Среди различных методов очистки воды адсорбционные методы оказываются наиболее привлекательными в технико-экономическом отношении, благодаря своей дешевизне, универсальности и экономичности.

В качестве адсорбентов могут быть использованы: глины, активированный оксид алюминия, силикагель, известняк, цеолиты, хитозан и активированный уголь, который занимает ведущее место среди фильтрующих материалов как универсальный адсорбент для очистки природных и сточных вод, а также при ликвидации техногенных катастроф, связанных с разливом нефтепродуктов, как на поверхности воды, так и на поверхности земли [1].

Сырьем для получения активированных углей по сей день является древесина и ее отходы, торф, торфяной кокс некоторые каменные и бурые угли, полукокк бурых углей, а также отходы сельскохозяйственных производств (скорлупа орехов, очистки сельскохозяйственных культур) [2].

Политика в области экологии на сегодняшний момент очень строга. Все больше технологий направлены на вторичное использование всех продуктов. В области очистки воды приветствуется применение в качестве сырья всевозможные недорогие отходы и остатки, с последующей переработкой их с помощью экологически чистых технологий в высококачественные углеродные адсорбенты (активированные угли). Так, в кандидатской диссертации за основу в качестве сырья берется осадок производственных сточных вод бумажной фабрики «Гознак».

Известно, что ежедневно на фабрике образуется 5 тонн влажного осадка (влажность 80 %), а в пересчете на сухой – 1 тонна. Качественный и количественный состав осадка – исходного сырья для углеродного адсорбента представлен в табл. 1.

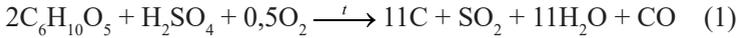
Из табл. 1 видно, что осадок содержит 80 % воды, 17,44 % целлюлозы и 2,5 % диоксида кремния, что может говорить нам о том, что осадок представляет собой экологически чистое углеродсодержащее сырье для получения углеродного адсорбента.

Таблица 1

**Качественный и количественный состав осадка**

№	Наименования показателей	Концентрация	
		мг/кг	%
1	Влажность	800 000	80
2	Нефтепродукты	590	0,059
3	Никель	< 1,0	0
4	Алюминий	< 1,0	0
5	Медь	< 1,0	0
6	Цинк	2,6	0,00026
7	Кадмий	< 1,0	0
8	Марганец	< 1,0	0
9	Хром	< 1,0	0
10	Свинец	< 1,0	0
11	Железо	5,1	0,00051
12	Кремния диоксид	25 000	2,5
13	Целлюлоза	Остальное	17,44
	ИТОГО		100

За основу для получения углеродного адсорбента из осадка сточных вод бумажной фабрики «Гознак», взята технология получения сульфоугля методом термохимической деструкции, путем обработки его концентрированной серной кислотой (96 %) с последующим нагревом. Деструкция происходит в соответствии с уравнением химической реакции (1), исходя из стехиометрических коэффициентов которой были взяты массовые соотношения целлюлозы и концентрированной серной кислоты, необходимой для полной деструкции влажного исходного сырья и получения углеродного адсорбента.



В ходе эксперимента происходит смешивание влажного осадка с серной кислотой, где сначала происходит набухание полученной массы и частичное испарение воды. Далее осуществляется процесс нагрева полученной массы, в результате которого происходит обугливание и выделение паров воды и сернистого газа. В процессе термохимической деструкции исходная масса вспучивается, увеличиваясь в объеме, что доказывает нам образование пор и формирование пористой структуры адсорбента, где роль активаторов играют образовавшиеся газы (пары воды и сернистый газ). При тех же условиях, взяв уже сухой осадок, процесс деструкции происходит не во всем объеме, а только на ее поверхности. Поэтому более технологично и, соответственно, более экономично использовать именно влажный осадок.

В результате лабораторных исследований была проверена адсорбционная способность полученного углеродного адсорбента по йоду [3], насыпная плотность [4], а также определение суммарного объема пор адсорбента по воде [5]. Из данных табл. 2 видно, что полученный аналог сульфуголя уступает АУ-1 и БАУ-А1, но показывает адсорбционную активность в два раза выше по сравнению с самим сульфуголем.

Таблица 2

**Сравнение физико-химических характеристик полученного адсорбента и промышленных активных углей**

Наименование адсорбента	Насыпная плотность, г/дм <sup>3</sup> , не более	Адсорбционная активность по йоду, мг/г, не менее	Массовая доля влаги, %, не более	Суммарный объем пор по воде, см <sup>3</sup> /г, не менее
Кокосовый АУ	550	950	5	
БАУ-А1	240	600	10	1,6
Сульфуголь	630	254	15	
Углеродный адсорбент из осадка сточных вод	420	438		1,2

На данный период проводятся исследования методами ИК-спектроскопии, КР-спектроскопии, микрофотографии. Дальнейшие исследования будут направлены на изучение адсорбционных свойств по отношению к нефтепродуктам, органическим соединениям и маслам, уточнению и исследованию физико-химических характеристик и определение наилучших условий термохимической деструкции осадка. Планируется изучение ионообменных свойств полученного адсорбента, поскольку сульфогли широко используются для умягчения воды и удаления катионов металлов из природных и сточных вод.

#### Литература

1. Ali M. E., Hoque M. E., Safdar Hossain S. K. et al. Nanoadsorbents for wastewater treatment: next generation biotechnological solution // International Journal of Environmental Science and Technology. 2020. No. 17. P. 4095–4132.
2. Кинле Х., Бадер Э. Активные угли и их промышленное применение. Л.: Химия, 1984. 216 с.
3. ГОСТ 6217-74. Уголь активированный древесный дробленый. Технические условия. Введ. 1976-01-01. М.: Изд-во стандартов, 2003. 8 с.
4. ГОСТ 16190-70. Сорбенты. Метод определения насыпной плотности. Введ. 1971-01-07. М.: Изд-во стандартов, 1985. 7 с.
5. ГОСТ 17219-71. Угли активные. Метод определения суммарного объема пор по воде. Введ. 1973-01-01. М.: Изд-во стандартов, 1987. 4 с.

**УДК 621.355**

*Егор Дмитриевич Пилипенко,*  
студент  
(Санкт-Петербургский  
государственный архитектурно-  
строительный университет)  
*E-mail: pilipok13@mail.ru*

*Egor Dmitrievich Pilipenko,*  
student  
(Saint Petersburg  
State University of Architecture  
and Civil Engineering)  
*E-mail: pilipok13@mail.ru*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НИКЕЛЬ-ВОДОРОДНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ В СИСТЕМАХ АВТОНОМНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

### **USE OF NICKEL-HYDROGEN BATTERIES IN AUTONOMOUS ELECTRIC POWER SUPPLY SYSTEMS**

Представлен обзор основных типов аккумуляторных батарей, используемых в составе систем автономного электроснабжения потребителей от альтернативных источников энергии – фотоэлектрических электростанций (ФЭС) и малых ветряных электростанций (ВЭС). Проведен сравнительный анализ основных типов аккумуляторных батарей в зависимости от их технических и эксплуатационных характеристик. Внесено предложение по использованию никель-водородных батарей в качестве альтернативы свинцово-кислотным и литий-ионным, описаны основные их преимущества.

*Ключевые слова:* аккумулятор, никель-водородный аккумулятор, свинцово-кислотный аккумулятор, литий-ионный аккумулятор, энергоёмкость, система автономного электроснабжения.

An overview of the main types of storage batteries used as part of autonomous power supply systems for consumers from alternative energy sources, for example, photovoltaic power plants (PVP) and small wind power plants (WPP), is presented. A comparative analysis of the main types of batteries, depending on their technical and operational characteristics, is made. A proposal has been made for the use of nickel-hydrogen storage batteries as an alternative to lead acid and lithium storage batteries. The main advantages of using nickel-hydrogen storage batteries in comparison with lead-acid, lithium-ion batteries and their subtypes are described.

*Keywords:* battery, nickel-hydrogen battery, lead-acid battery, lithium-ion battery, energy capacity, autonomous power supply system.

### **Особенности эксплуатации аккумуляторов в энергонезависимом доме**

Непостоянство генерации электроэнергии ввиду цикличности наличия ресурса для генерации рождает необходимость использования аккумуляторных батарей в системах автономного питания потребителей: фотоэлектрических электростанциях (ФЭС), малых ветряных электростанциях (ВЭС) и т. д.

Использование аккумуляторов необходимо для сохранения постоянства питания потребителей в то время, когда не происходит генерация электроэнергии, например, в случае использования солнечных фотоэлектрических панелей, в ночное время.

Ввиду цикличности генерации электроэнергии, количество циклов заряда-разряда аккумуляторов увеличивается и, следовательно, аккумуляторы должны выдерживать достаточное количество циклов заряда-разряда без повреждения и значительного сокращения срока службы.

В случае, если аккумуляторные батареи используются в составе систем электроснабжения жилого дома, необходимо учитывать факт выделения некоторыми типами аккумуляторов токсичных газов при работе.

Кроме того, аккумуляторы в системе автономного электроснабжения не должны требовать частого, сложного и затратного обслуживания.

### **Требования к аккумуляторам в системе альтернативного независимого энергоснабжения**

Аккумуляторы, используемые в таких системах, должны обладать следующими техническими характеристиками:

- большое количество циклов зарядки;
- высокая энергоемкость;
- простота обслуживания.

### **Основные типы аккумуляторов для автономного энергоснабжения**

В данный момент в системах энергонезависимого дома (потребителя) в основном используются следующие типы аккумуляторов:

- свинцово-кислотные;
- свинцово-кислотные гелевые герметичные *AGM/GEL*;
- свинцово-кислотные панцирные *OPzS, OPzV*;
- литий-ионные *Li-ion*;
- литий-титанатные *LTO*;
- литий-железо-фосфатные  $\text{LiFePO}_4$

Свинцово-кислотные аккумуляторы являются самыми распространенными в системах ФЭС. Существует несколько подвидов свинцово-кислотных аккумуляторов.

*Свинцово-кислотные с жидким электролитом.* Наиболее часто встречающийся подвид таких аккумуляторов, представляет собой электрохимическую аккумуляторную батарею (АКБ) со свинцовыми ( $\text{Pb}, \text{PbO}_2$ ) плоскими или трубчатыми пластинами, залитыми жидким электролитом в виде водного раствора серной кислоты.

Во время зарядки этих аккумуляторов газообразные водород и кислород, образующиеся из воды в результате химической реакции на отрицательной и положительной пластинах, а также испарения серной кислоты выходят через вентиляционные отверстия батареи. Поэтому данный тип аккумуляторов требует периодического добавления воды [1].

*Свинцово-кислотные гелевые герметичные аккумуляторы.* Имеют схожую конструкцию со свинцово-кислотными аккумуляторами с жидким электролитом, но при этом герметичны и электролит в таких батареях находится в иммобилизованном виде (в виде геля). Газы, выделяемые в процессе работы и зарядки такого аккумулятора, рекомбинируют с образованием воды, поэтому необходимость в добавлении воды исчезает [2].

*Свинцово-кислотные панцирные аккумуляторы* ввиду своей конструкции имеют большее число циклов заряда-разряда, по сравнению с другими подвидами свинцово-кислотных аккумуляторов.

По типу электролита и герметичности корпуса все тяговые панцирные АКБ делят на *PzS, PzV, OPzS* или *OPzV*. *PzS* с жидким электролитом относятся к категории открытых, обслуживаемых аккумуляторов. Рассчитанные на 1500 циклов, они используются на протяжении 6–8 лет при глубине разряда, не превышающей 80 % [3].

*PzV* с гелевым электролитом, загущенным двуокисью кремния  $\text{SiO}_2$ , не требуют обслуживания. Их отличают надежность и экологическая безопасность. К ним обращаются, когда эксплуатация АКБ с жидким электролитом недопустима, отсутствует возможность и условия для проведения их обслуживания либо это экономически нецелесообразно.

*OPzS* – это аккумуляторы с жидким электролитом и намазными пластинами со сроком эксплуатации до 20 лет. Предназначены для использования в системах резервного энергоснабжения промышленного оборудования, электростанций, телекоммуникаций, стандартных источниках питания.

*OPzV* представляют собой герметизированные гелевые батареи с трубчатыми электродами. Показывают высокие электрические характеристики при относительно небольшом весе. Обладают способностью восстанавливать 100%-ную номинальную емкость даже после длительного разряда.

Из группы свинцово-кислотных аккумуляторов данный подвид (панцирные) лучше всего подходит для использования в автономных системах [3].

*Литий-ионные Li-ion аккумуляторы* состоят из катода на алюминиевой фольге и анода на медной, разделенных пористым сепаратором, пропитанным электролитом. Катоды изготавливают из литий-феррофосфата, литий-марганцевой шпинели, кобальта лития.

Данный тип аккумуляторов сочетает высокую энергоемкость и малый вес, однако эксплуатация данного типа аккумуляторов связана с некоторыми сложностями. В частности, при повреждениях батареи либо работе ее в нештатных режимах она может воспламениться. Кроме того, требуют наличия системы балансировки и защиты батареи от переразряда. Батареи такого типа достаточно дороги, однако срок службы и технические характеристики нивелируют стоимость их использования в сравнении со свинцово-кислотными, так как за время эксплуатации литий-ионных аккумуляторов свинцово-кислотные аккумуляторы израсходуют срок своей службы несколько раз.

*Литий-железо-фосфатные и литий-титановые аккумуляторы* являются подвидом литий-ионных аккумуляторов, но имеют

некоторые особенности, в частности литий-железо-фосфатные менее пожаро- и взрывоопасны, а литий-титановые имеют возможность зарядки высокими токами, что ускоряет процесс заряда в разы. Однако литий-железо-фосфатные и литий-титановые аккумуляторные батареи также требуют систем защиты и балансировки [4].

В табл. 1 сведены основные параметры АКБ, применяемых в системах электроснабжения, работающих от альтернативных источников энергии (табл. 1).

Таблица 1

**Сравнение параметров АКБ,  
применяемых в системах электроснабжения,  
работающих от альтернативных источников энергии**

Тип АКБ	Обслуживание	Количество циклов	Удельная энергоёмкость, (Вт · ч)/кг	Допустимая глубина разряда, %
Свинцово-кислотные	Требуется [1]	До 500 [5]	25–40 [5]	До 55 [5]
Свинцово-кислотные гелевые герметичные <i>GEL</i>	Не требует [2]	До 500 [5]	30–45 [5]	До 55 [5]
Свинцово-кислотные панцирные <i>OPzS</i> , <i>OPzV</i>	Требуется [1]	До 500 [5]	30–45 [5]	60 [6]
Литий-ионные <i>Li-ion</i>	Не требует [4]	До 2000 [6]	110–160 [6]	80 [6]
Литий-титанатные <i>LTO</i>	Не требует [4]	До 10 000 [4]	110–270 [4]	80 [4]
Литий-железо-фосфатные $\text{LiFePO}_4$	Не требует [4]	До 7000 [4]	90–160 [4]	80 [4]

Как видно из табл. 1, наилучшими характеристиками для использования в автономных системах обладают литий-ионные аккумуляторы и их подвиды, в частности литий-титановые аккумуляторы.

### **Использование никель-водородных аккумуляторов в системах автономного электроснабжения**

В качестве альтернативы литиевым и свинцово-кислотным предлагается использовать никель-водородные аккумуляторы в системах автономного электроснабжения на солнечных батареях и малых ВЭС.

Никель-водородные аккумуляторы тяжелее литий-ионных той же ёмкости, однако в условиях эксплуатации в наземных недвижимых автономных системах этот недостаток не играет существенной роли.

Хотя плотность энергии на единицу массы у них ниже примерно втрое, в сравнении с литиевыми АКБ, они выдерживают очень большое число циклов перезарядки.

Кроме того, в отличие от литий-ионных аккумуляторов никель-водородные обладают большим сроком службы (от 15 лет) при глубине разряда более 80 %. Также никель-водородные аккумуляторы не требуют дополнительных систем балансировки, что облегчает эксплуатацию.

Высокая стоимость таких аккумуляторов нивелируется сроком их эксплуатации.

Сравнение основных характеристик никель-водородных и литий-ионных аккумуляторов приведено в табл. 2.

*Таблица 2*

**Сравнение основных характеристик никель-водородных и литий-ионных аккумуляторов**

Основные параметры	Никель-водородные аккумуляторы	Литий-ионные аккумуляторы
Количество циклов	До 20 000 [7]	До 10 000
Удельная энергоёмкость, Вт · ч/кг	30–90 [8]	110–270
Допустимая глубина разряда	≤ 85 % [8]	≤ 80 %

### **Выводы**

Внесено предложение по использованию никель-водородных аккумуляторных батарей в системах автономного питания потре-

бителей от альтернативных источников энергии ввиду исключительных характеристик количества циклов заряда-разряда и возможной глубины разряда, что значительно увеличит срок службы конечной установки.

### **Литература**

1. *Болотовский В. И., Вайсгант З. И.* Эксплуатация, обслуживание и ремонт свинцовых аккумуляторов. Л.: Энергоатомиздат, Ленингр. отд-ние, 1988. 208 с.
2. Классификация свинцово-кислотных аккумуляторов. URL: [https://pulsar.kiev.ua/cvincovo-kislotnye\\_akkumulyatory](https://pulsar.kiev.ua/cvincovo-kislotnye_akkumulyatory) (дата обращения: 24.02.2021).
3. Тяговые панцирные аккумуляторы. Каталог и характеристики. URL: <https://gws-energy.ru/category/katalog/akb/tyagovye-pantsirnye/> (дата обращения: 22.02.2021).
4. Какой должен быть идеальный аккумулятор для автономного дома? URL: <https://zen.yandex.ru/media/alter220/kakoi-doljen-byt-idealnyi-akkumulator-dlia-avtonomnogo-doma-5ecff2df7906ff4e9c5918cb> (дата обращения: 22.02.2021).
5. Свинцово-кислотный аккумулятор. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Свинцово-кислотный\\_аккумулятор](https://ru.wikipedia.org/wiki/Свинцово-кислотный_аккумулятор) (дата обращения: 23.02.2021).
6. Выбор и эксплуатация аккумуляторов URL: <http://www.power.eltechno.ru/pages/2506.html> (дата обращения: 23.02.2021).
7. Никель-водородный аккумулятор. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Никель-водородный\\_аккумулятор#Характеристики](https://ru.wikipedia.org/wiki/Никель-водородный_аккумулятор#Характеристики) (дата обращения: 23.02.2021).
8. Никель-водородный аккумулятор для наземных фотоэлектрических систем. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/59267?arnumber=59267> (дата обращения: 24.02.2021).

## **БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ**

**УДК 69.059.623**

*Вячеслав Олегович Барсуков,*

студент

*Роман Рустамович Букиров,*

студент

*Полина Владимировна Васильева,*

студент

(Санкт-Петербургский

государственный архитектурно-

строительный университет)

*E-mail: barsukovvyach@yandex.ru*

*Vyacheslav Olegovich Barsukov,*

student

*Roman Rustamovich Bukirov,*

student

*Polina Vladimirovna Vasileva,*

student

(Saint Petersburg

State University of Architecture

and Civil Engineering)

*E-mail: barsukovvyach@yandex.ru*

## **ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ ПО ДЕМОНТАЖУ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

### **INNOVATIVE METHOD EXECUTION OF WORKS FOR DEMOLITION OF BUILDINGS AND STRUCTURES**

Проведение демонтажных работ связано с учетом воздействия на окружающую среду отрицательных факторов, возникающих при сносе сооружений. Наиболее распространено разрушение объектов с применением взрывчатых веществ, задействие которых приводит к повышению допустимого уровня пыли, разлёту осколков, возникновению опасности выброса химических веществ. Внедрение современных технологий способствует изменению количества и качества используемого специального оборудования. Одним из решений проблемы разбора конструкций с минимальным влиянием на расположенные вблизи объекты может служить применение электрогидравлического оборудования.

*Ключевые слова:* негабариты, эффект Юткина, электрогидравлический эффект, инновационный способ сегментации валунов, демонтаж сооружения, разрядно-импульсные технологии, электротермическое разрушение проводника.

We face the need of structure demolition nowadays. Execution of demolition work involves ecological stress factors, which appears while building destruction. Common way of destruction is the use of explosive substances. This type of work is followed by raising dust level, splintering after explosion, appearing of chemical pol-

lution danger. New technologies facilitate changes in special equipment quantity and quality. The use of electrohydraulic machines provides one of the ways of addressing the problem of structure demolition with minimum influence on nearby objects.

*Keywords:* over-sized cargo, Yutkin effect, electrohydraulic effect, innovative method of noddle segmentation, dismantling of structure, pulse discharge technology, electro-thermal destruction of conductor.

Любой предмет, в том числе и плод деятельности человека, так или иначе, меняет свойства. Отслужившие срок здания сносятся, как и морально устаревшие сооружения, эффективность которых крайне низка в современных условиях.

Применение буровзрывных работ – наиболее экономически выгодный способ демонтажа сооружений. Решение же той или иной задачи далеко не всегда сводится к минимизации затрат по производству работ. Следует учитывать, что большая часть данных работ выполняется в стесненных условиях.

К специальным взрывным работам относят взрывные работы, выполняемые при проходке траншей, котлованов, вертикальной планировке, строительстве земляного полотна дорог, разборке фундаментов, сносе строений и сооружений, вентиляционных и дымовых труб, стен и т. п. Имеется ряд недостатков взрывного способа: воздействие сейсмических и ударных воздушных волн взрывов на охраняемые объекты, разлет кусков взорванных грунтов и конструкций, выбросы вредных химических веществ в атмосферу, повышенная запыленность [1].

Проведение буровзрывных работ сопровождается привлечением высококвалифицированных специалистов, в чьи обязанности входит обеспечение безопасности персонала на объекте, а также находящихся неподалёку зданий и сооружений.

При разрушении объекта основная задача – обеспечение безопасности. Разработка и развитие новых методов позволяет выполнять работу с большей эффективностью без непредвиденного причинения ущерба. К альтернативам буровзрывных и механизированных работ относят специальные способы разрушения:

- гидровзрывной;
- термический;

- способ гидрораскалывания;
- электрогидравлический [2].

Применение гидровзрывного способа: разрушение резервуаров, конструкций коробчатой формы, каменные, бетонные и железобетонные конструкции. Шпурсы наполняются водой или глиняным раствором. После этого в отверстия помещаются устройства (рис. 1) с встроенным зарядом, подключенным к детонатору [3].

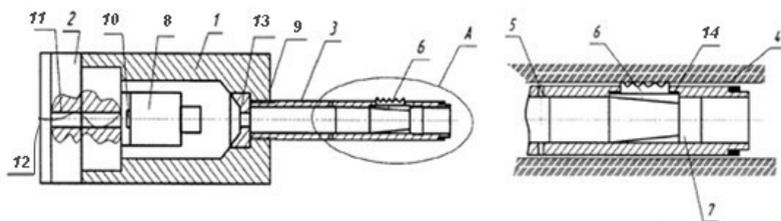


Рис. 1. Устройство для раскалывания каменных блоков: 1 – взрывная камера; 2 – затвор; 3 – ствол; 4 – шпур (скважина); 5 – отверстие для выхода газов; 6 – упоры; 7 – расклинивающий элемент; 8 – заряд взрывчатого вещества; 9 – поверхность объекта; 10 – электродетонатор; 11 – отверстия для подвода проводов; 12 – провода; 13 – перегородка; 14 – сквозные отверстия [3]

Способ гидрораскалывания применяют в стесненных условиях для раскола монолитных конструкций. Проводимые в данном случае работы состоят из бурения скважин и активации помещенных в отверстия гидроклиньев. Давление жидкости в гидросистеме обеспечивает внедрение клина, тем самым создавая разрушающие объект распирающие усилия. Несмотря на безопасность метода и отсутствие влияния на находящиеся вблизи объекты, его применяют в ограниченных пространствах в связи с большей стоимостью проведения работ.

Сущность термического метода заключается в следующем: в струе кислорода продукты сгорания железа оказывают влияние на монолитную конструкцию, в результате чего материал плавится. В настоящее время ведутся разработки в этом направлении (рис. 2). Способ считается экологически небезопасным [4].

Метод разрушения монолитных конструкций на основе электрогидравлического эффекта (эффекта Юткина). Поражающим фак-

тором является ударная волна. Для проведения работ пробуриваются шпуры, в которые помещается рабочий орган оборудования (рис. 3) и от воздействия нагрузки, возникающей в результате электрогидравлического эффекта, происходит образование и удлинение трещин, раскалывающих объект [5].



Рис. 2. Образец до и после испытаний [4]

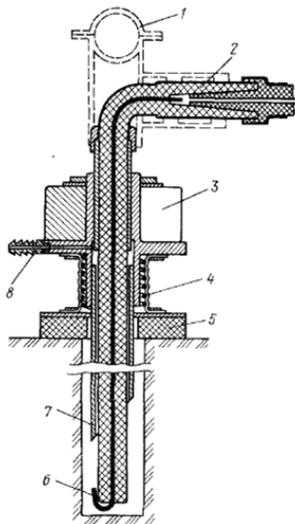


Рис. 3. Электрогидравлическое оборудование: 1 – съемное упорное кольцо; 2 – высоковольтная соединительная муфта; 3 – накладной груз; 4 – амортизирующая пружина; 5 – кольцевая эластичная подушка; 6 – центральный положительный электрод; 7 – труба; 8 – штуцер для подвода воды [5]

Полностью не раскрыт потенциал, относящийся к последнему из рассмотренных методов. Разработки в этой области повышают производительность выполнения работ.

Таким образом, было внесено предложение использования полиэтилена как материала, передающего ударную волну [5]. Вода в городских условиях – наиболее доступный вариант рабочей среды. С этой точки зрения она незаменима. Однако вполне вероятно, что дальнейшие исследования в области передачи энергии из жидкой (или аморфной) среды в твердую существенно улучшат производительность передачи энергии ударной волны.

Наиболее качественной передаче энергии соответствует соединение электродов испаряющейся проволокой [6]. Ввиду высокого уровня проходящей через данную проволоку энергии происходит «высвобождение» частиц с поверхности проводника. Образуется канал из продуктов распада, через который разряжается конденсатор.

Расширение возможностей электротермического разрушения соединяющей электроды проволоки позволяет увеличить область применения электрогидравлических технологий. При установке оборудования в шпур используют провод, закрученный в спираль. Такое исполнение изделия способствует равномерному распределению ударной волны в качестве поражающего фактора.

Развитие технологии проведения работ – не менее важный аспект повышения производительности. Для разрушения крупногабаритных объектов целесообразно бурить «холостые» шпуры [7]. Круглые отверстия являются концентраторами напряжений. Таким образом, появляется возможность направления распространения трещин, а планирование шпуров, в которые помещают инициирующее разрядное устройство, применять с большей эффективностью.

На рис. 4 изображена схема размещения электрогидравлической установки. В её состав входит рабочий орган, помещаемый в шпур и шкаф управления, в котором размещаются пульт управления, генератор и конденсатор. Такая конструкция мобильна и компактна.

Оборудование может быть включено в состав передвижной автомобильной мастерской или прицепа. Данное решение облегчит планирование проведения работ.

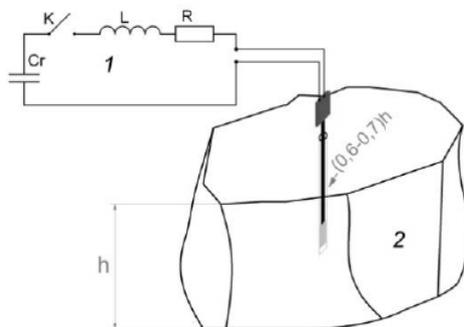


Рис. 4. Электрогидравлическая установка для разрушения негабаритов:  
 $h$  – толщина разрушаемого материала; 1 – генератор импульсных токов;  
2 – разрушаемый объект [7]

Эффект Юткина – относительно новое открытие. Советский ученый Лев Александрович Юткин развил теорию электрогидравлического эффекта и предложил ряд способов применения данной технологии. На сегодняшний день наследие не утеряно. Низкие затраты на проведение работ способствуют повышению интереса к разработкам устройств, облегчающих труд рабочего.

Разрядно-импульсные технологии, применяемые в строительной отрасли, продолжают развиваться в России. В последнее время наблюдается повышение интереса и в области производства буронабивных свай с использованием электрогидравлических буров, электрогидравлических установок для переработки материала из бетона и железобетона, а также электрогидравлических установок для дробления валунов, которым было уделено особое внимание в статье.

#### Литература

1. Кутузов Б. Н. Критерии, определяющие выбор способа производства специальных взрывных работ // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2014 № 6. С. 336–341.

2. Колодяжный С. А. Снос зданий и использование материалов, образующихся при реновации городских территорий // Вестник МГСУ. 2020. Т. 15. № 2. С. 271–293. DOI: 10.22227/1997-0935.2020.2.271-293.

3. Устройство для раскалывания каменных блоков: пат. 2379509 Рос. Федерация. № 2008110217/03 / А. К. Ботвинкин, Е. Б. Моисеев, В. Н. Хворостин; заявл. 27.09.2009; опублик. 20.01.2010, Бюл. № 2. 6 с.

4. Микрюков К. В. Использование тепловых составов для разрушения железобетонных конструкций // Вестник казанского технологического университета. 2013. Т. 16. № 18. С. 85–86.

5. Иванов Н. А. Шпуровое разрушение горных пород // Известия томского политехнического университета. 2012. Т. 321. № 2. С. 136–140.

6. Юткин Л. А. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности. Л.: Машиностроение, 1986. 253 с.

7. Войтенко Н. В. Применение электроразрядного способа для разрушения негабаритов и откола от массива горных пород при добыче природных ресурсов // Проблемы экологии и освоения недр: труды XX Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня основания Томского политехнического университета: в 2 томах; под редакцией А. Ю. Дмитриева. Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2016. С. 606–608.

**УДК 629.3.016**

*Ульяна Николаевна Мейке,*  
аспирант  
*Кирилл Игоревич Фомин,*  
аспирант  
*Мария Михайловна Блиндер,*  
аспирант  
(Санкт-Петербургский  
государственный архитектурно-  
строительный университет)  
*E-mail: ulyana.meike@ya.ru*

*Ulyana Nikolaevna Meike,*  
postgraduate student  
*Kirill Igorevich Fomin,*  
postgraduate student  
*Maria Mikhailovna Blinder,*  
postgraduate student  
(Saint Petersburg  
State University of Architecture  
and Civil Engineering)  
*E-mail: ulyana.meike@ya.ru*

**ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ  
НТТМ КАК ОДНА ИЗ АКТУАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ  
СОВРЕМЕННОГО СТРОИТЕЛЬНОГО  
ПРОИЗВОДСТВА**

**IMPROVING THE COMPETITIVENESS OF LTTV  
AS ONE OF THE URGENT PROBLEMS  
OF MODERN CONSTRUCTION PRODUCTION**

Повышение конкурентоспособности продукции, развитие высокотехнологичного и конкурентоспособного на внутреннем и внешнем рынке производства являются необходимыми факторами для обеспечения потребностей граждан и нужд национальной экономики конкурентоспособной техникой, соответствующей современному уровню международных требований по безопасности, экологичности и экономичности. В статье раскрыто понятие конкурентоспособности наземных транспортно-технологических машин (НТТМ), рассмотрена законодательная база, регулирующая ее повышение, разработан алгоритм ее оценки и предложены адаптированные методики для анализа уровня качества с последующим расчетом единичных и групповых показателей для таких машин, как бульдозеры, экскаваторы и автосамосвалы.

*Ключевые слова:* конкурентоспособность, технический уровень, бульдозер, экскаватор, автосамосвал.

Improving the competitiveness of products, development of high-tech and competitive production in the domestic and foreign markets, are necessary factors for providing the needs of citizens and the needs of the national economy with competitive equipment that meets the current level of international requirements for safety, environmental friendliness and economy. The article reveals the concept of machine

competitiveness, considers the legislative framework governing the improvement of the competitiveness of LTTV, develops an algorithm for assessing the competitiveness of vehicles and offers adapted methods for analyzing the quality level, followed by the calculation of individual and group indicators for such machines as bulldozers, excavators and dump trucks.

*Keywords:* competitiveness, technical level, bulldozer, excavator, dump truck.

Конкурентоспособность – это уровень технических, эксплуатационных, экономических, социальных, экологических параметров машины, которые позволяют выдерживать конкуренцию с аналогичной машиной на рынке [1].

В последние годы вопрос повышения конкурентоспособности НТТМ стал интересовать не только производителей техники, но и вышел на государственный уровень, что нашло отражение в Государственной программе Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» [2], утвержденной постановлением правительства РФ № 328 от 15 апреля 2014 г., а также в Приказе Министерства промышленности и торговли РФ «Об утверждении перечня продукции для целей реализации государственной поддержки организаций, реализующих корпоративные программы повышения конкурентоспособности» от 2 июля 2020 г. № 2095.

На основании постановления правительства Российской Федерации № 328 от 15 апреля 2014 г. «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» [2], программа реализуется в три этапа:

- 1 этап – 2013–2015 гг.;
- 2 этап – 2016–2020 гг.;
- 3 этап – 2021–2024 гг.

Постановление включает в себя 9 подпрограмм, направленных на развитие производства и промышленности, одна из которых – развитие транспортного и специального машиностроения.

*Цель программы* – развитие высокотехнологичного и конкурентоспособного на внутреннем и внешних рынках производства российской техники транспортного и специального машиностроения

с высоким уровнем добавленной стоимости и локализацией наиболее критически важных технологий и компонентов [2].

К основным задачам программы можно отнести удовлетворение российскими производителями спроса на современную конкурентоспособную технику, развитие ее производства на территории России, создание кадрового потенциала и повышение производительности труда в отраслях транспортного и специального машиностроения.

Согласно Приложению 1 «Сведения о показателях (индикаторах) государственной программы», на начало 2021 г. получены следующие результаты, относящиеся к сфере машиностроения, показанные на рис. 1.



Рис. 1. Объем экспорта продукции машиностроения за 2019 г.

По Подпрограмме 1 «Развитие транспортного и специального машиностроения. Автомобильная промышленность» показаны следующие данные (рис. 2).

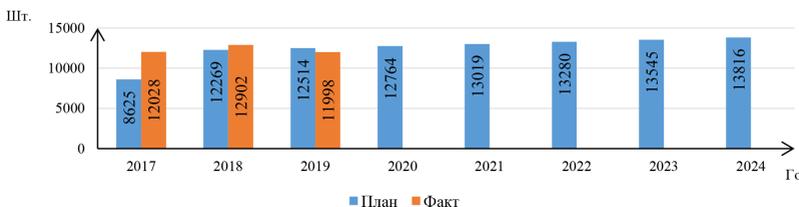


Рис. 2. Индекс производства автомобилей, прицепов и полуприцепов по отношению к предыдущему году, %

Машиностроение специализированных производств (строительная, дорожная и коммунальная техника, пожарная, аэродромная,

лесная техника), производство важнейших видов продукции (машиностроение специализированных производств) (рис. 3).



Рис. 3. Производство важнейших видов продукции машиностроения

Приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 2 июля 2020 г. № 2095 «Об утверждении перечня продукции для целей реализации государственной поддержки организаций, реализующих корпоративные программы повышения конкурентоспособности» утвержден перечень продукции: товары машиностроения, химической и металлургической промышленности, лесопромышленного комплекса, фармацевтической, косметической, легкой промышленности и другие [3].

Продукция машиностроительного комплекса, соответствующая следующим кодам единой товарной номенклатуры внешнеэкономической деятельности Евразийского экономического союза (ТН ВЭД ЕАЭС), представлена в табл. 1.

Таблица 1

**Коды продукции машиностроительного комплекса**

Код ТН ВЭД ЕАЭС	Наименование продукции (товара)
Машиностроение	
Сельскохозяйственное, строительно-дорожное и пищевое машиностроение	
8429	Бульдозеры с неповоротным или поворотным отвалом, грейдеры, планировщики, скреперы, механические лопаты, экскаваторы, одноковшовые погрузчики, трамбовочные машины и дорожные катки, самоходные

Код ТН ВЭД ЕАЭС	Наименование продукции (товара)
Машиностроение	
Сельскохозяйственное, строительно-дорожное и пищевое машиностроение	
8705	Моторные транспортные средства специального назначения, кроме используемых для перевозки пассажиров или грузов: автомобили грузоподъемные аварийные, автокраны, пожарные транспортные средства, автобетономешалки, автомобили для уборки дорог, поливочные автомобили, автомастерские, автомобили с рентгеновскими установками

В связи с тем, что рынок строительной техники сегодня предлагает большое количество машин, имеющих близкие по значениям технические параметры и показатели, представленные в каталогах продукции и паспортной документации, такой информации достаточно для оценки пригодности конкретной модели НТТМ к выполнению определенных видов и объемов работ. Однако, когда рынок предоставляет возможность выбора машины из числа нескольких образцов, имеющих схожие характеристики основных эксплуатационных свойств, выбор зачастую основывается на субъективных предпочтениях потребителя и в основном предпочтение отдается зарубежным образцам.

Для определения конкурентоспособности НТТМ и путей дальнейшего ее повышения целесообразно воспользоваться алгоритмом, приведенным на рис. 4.

Одним из пунктов алгоритма прописан «Анализ уровня качества (ТУ). Расчет единичных и групповых показателей». Провести анализ и повысить объективность выбора, возможно на основе сравнительной квалиметрической оценки. Методические подходы к решению такой задачи известны, однако применение их в интересах выбора строительной техники требует определенной адаптации, что и определяет цель и актуальность исследования.

Например, для оценки и повышения конкурентоспособности бульдозеров, экскаваторов и автосамосвалов по техническим

и эксплуатационным параметрам целесообразно рассмотреть показатели, приведенные в табл. 2–4 [4, 5].

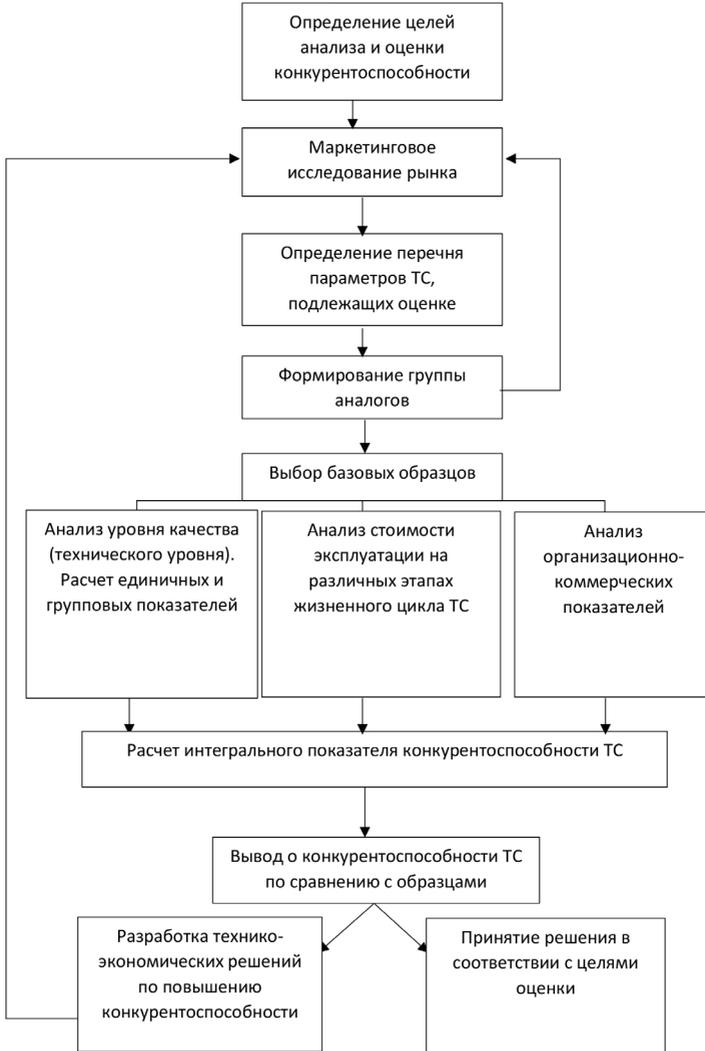


Рис. 4. Алгоритм оценки конкурентоспособности транспортного средства

Таблица 2

**Группы (кластеры) эксплуатационных свойств бульдозеров  
и коэффициенты весомости их показателей**

Показатели функциональности $Q_1$ ( $P_1 = 0,5$ )		Показатели подвижности $Q_2$ ( $P_2 = 0,35$ )		Показатели экономичности $Q_3$ ( $P_3 = 0,15$ )	
Показатели $q_{1j}$	$m_{1i}$	Показатели $q_{2j}$	$m_{2i}$	Показатели $q_{3j}$	$m_{3i}$
Максимальная скорость движения вперед, км/ч	0,2	Полная масса машины, кг	0,1	Многотопливность (да/нет)	0,15
Максимальная скорость движения назад, км/ч	0,15	Габаритная ширина машины, м	0,05	Расход топлива, л/ч	0,3
Ширина отвала, м	0,3	Ширина колеи, м	0,05	Емкость топливных баков, л	0,2
Высота отвала, м	0,15	Дорожный просвет, м	0,25	Тип КП: механический/ гидромеханический	0,15
Угол поперечного поворота отвала, град.	0,05	Удельное давление на грунт, МПа	0,25	Число передач вперед	0,1
Максимальное расстояние перемещения породы, м	0,15	Мощность двигателя, кВт	0,3	Число передач назад	0,1

Таблица 3

**Группы (кластеры) эксплуатационных свойств экскаваторов  
и коэффициенты весомости их показателей**

Показатели функциональности $Q_1(P_1 = 0,7)$		Показатели подвижности $Q_2(P_2 = 0,3)$	
Наименование	Коэффициент весомости $m_i$	Наименование	Коэффициент весомости $m_i$
Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	0,3	Удельная мощность, кВт/т	0,35
Глубина копания, м	0,1	Скорость маши- ны, м/с	0,2
Высота подъёма, м	0,15	Среднее давление на грунт, МПа	0,3
Продолжительность рабочего цикла, мин.	0,25	Преодолеваемый уклон $i = \sin \alpha$	0,15
Радиус рабочей зоны, м	0,2	–	–

Таблица 4

**Группы (кластеры) эксплуатационных свойств автосамосвалов  
и коэффициенты весомости их показателей**

Показатели функциональности $(P_1 = 0,3)$		Показатели маршевой подвижности $(P_2 = 0,45)$		Показатели маневровой подвижности, $(P_3 = 0,25)$	
Показатель $q_{1i}$	$m_{1i}$	Показатель $q_{2i}$	$m_{2i}$	Показатель $q_{3i}$	$m_{3i}$
Грузоподъем- ность, т	0,45	Удельная мощ- ность двигателя, кВт/т	0,30	Количество ведущих осей	0,10
Объем кузова, м <sup>3</sup>	0,35	Максимальная ра- бочая скорость движения, м/с	0,35	Максимальный уклон подъема пути, град.	0,15
Угол опрокидыва- ния кузова, град.	0,10	Число передач в трансмиссии	0,10	Минимальный радиус поворота, м	0,20

Окончание табл. 4

Показатели функциональности ( $P_1 = 0,3$ )		Показатели маршевой подвижности ( $P_2 = 0,45$ )		Показатели маневровой подвижности ( $P_3 = 0,25$ )	
Показатель $q_{1i}$	$m_{1i}$	Показатель $q_{2i}$	$m_{2i}$	Показатель $q_{3i}$	$m_{3i}$
Количество направлений разгрузки	0,10	Путевой расход топлива, л/км	0,25	Габаритный коридор поворота с $R_{\min}$ , м	0,15
				Удельное давление колеса на опорную поверхность, МПа	0,40

Результаты расчетов коэффициентов технического уровня для попарного сравнения нескольких типов машин одного класса приведены в табл. 5. Незначительная разница в КТУ возникает из-за схожести технических параметров, его определяющих. Следовательно, для повышения объективности оценки необходимо учитывать экономические показатели: провести анализ стоимости эксплуатации на различных этапах жизненного цикла и организационно-коммерческих показателей.

Таблица 5

Сводная таблица коэффициентов ТУ и результаты расчетов

	Экскаватор 1	Экскаватор 2	Бульдозер 1	Бульдозер 2	Автосамосвал 1	Автосамосвал 2
Функциональность	4,07	4,59	7,39	7,77	8,01	9,22
Подвижность	26,24	26,23	5,70	5,65	20,76	22,04
Маршевая подвижность	–	–	–	–	20,76	22,04
Маневровая подвижность	–	–	–	–	1,77	3,12
Экономичность	–	–	6,53	6,98	–	–
КТУ	10,72	11,08	6,67	6,91	30,54	34,38

	Экскаватор 1	Экскаватор 2	Бульдозер 1	Бульдозер 2	Автосамосвал 1	Автосамосвал 2
Результат модернизации/сравнения, %	3,36		3,6		12,57	

### Выводы

Проведя оценку технического уровня машин и проанализировав затраты на эксплуатацию, можно будет сделать вывод о конкурентоспособности машины по сравнению с другими образцами, а также принять решение по повышению конкурентоспособности образцов, улучшив определенные свойства НГТМ, что позволит в дальнейшем развить высокотехнологичное и конкурентоспособное на внутреннем и внешних рынках производство российской техники специального машиностроения с высоким уровнем добавленной стоимости и локализацией наиболее критически важных технологий и компонентов.

### Литература

1. ГОСТ Р 53057–2008. Машины сельскохозяйственные. Методы оценки конкурентоспособности. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200068706> (дата обращения: 06.02.2021).
2. Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности: постановление Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. № 328 (с изменениями и дополнениями). URL: <https://base.garant.ru/70643464/> (дата обращения: 10.02.2021).
3. Об утверждении перечня продукции для целей реализации государственной поддержки организаций, реализующих корпоративные программы повышения конкурентоспособности: приказ Министерства промышленности и торговли от 2 июля 2020 г. № 2095. URL: <https://base.garant.ru/74438468/> (дата обращения: 11.02.2021).
4. Пищулина В. В., Мейке У. Н., Клименко А. Ю. Модернизация одноковшового экскаватора применением рукояти изменяемой длины // Актуальные проблемы современного строительства: материалы 72-й Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 2-х ч. Ч 2. СПб.: СПбГАСУ, 2019. С. 113–129.
5. Dobromirov V., Lukashuk E., Meike U. A method for the comparative assessment of the technical quality of dump trucks with different structures // Architecture and Engineering. 2020. № 3. P. 49–55.

**УДК 625.08**

*Дмитрий Александрович Семенов,*

аспирант

*Алена Анатольевна Коломеец,*

аспирант

*Андрей Александрович Кондратенко,*

магистрант

(Санкт-Петербургский

государственный архитектурно-

строительный университет)

*E-mail: semyonov.d@inbox.ru,*

*super.helen.k2009@yandex.ru,*

*89216571912@mail.ru*

*Dmitry Alexandrovich Semenov,*

postgraduate student

*Alena Anatolyevna Kolomeets,*

postgraduate student

*Andrey Alexandrovich, Kondratenko,*

master's degree student

(Saint Petersburg

State University of Architecture

and Civil Engineering)

*E-mail: semyonov.d@inbox.ru,*

*super.helen.k2009@yandex.ru,*

*89216571912@mail.ru*

**ПЕРСПЕКТИВА ВНЕДРЕНИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ  
РЕАЛЬНОСТИ В ОРГАНИЗАЦИЮ РАБОТЫ  
ВИЛОЧНОГО ПОГРУЗЧИКА**

**PROSPECTS FOR IMPLEMENTING VIRTUAL REALITY  
IN ORGANIZING FORKLIFT LOADER OPERATION**

Рассмотрено применение виртуальной реальности при проведении складских работ. Приведен перечень стран, заинтересованных как в автоматизации виловых погрузчиков, так и в беспилотном управлении погрузочно-разгрузочными работами на складе в целом. Описаны современные тенденции развития европейских и азиатских потребителей, выделены популярные производители виловых погрузчиков, занимающиеся конкретно беспилотным усовершенствованием своих машин. Прослежена история развития беспилотных погрузчиков, и сделан вывод о том, почему эта технология до сих пор не вошла в российскую практику. Предложен модернизированный погрузчик на автоматизированном управлении с визуализацией процесса работы с целью повышения производительности погрузочно-разгрузочных работ и возрастания эффективности работы складских помещений. Именно погрузчик с новым описанным алгоритмом функционирования в помещении позволит приблизить нашу страну сначала к внедрению машин визуализации пространства, а затем и к созданию полноценных складов на беспилотном управлении, что будет являться актуальной перспективой развития вилового погрузчика, поскольку виртуальная и дополненная реальности в транспорте и логистике – это уже не далекое будущее, а существующие тенденции развития.

*Ключевые слова:* виловый погрузчик, виртуальная реальность, визуализация, беспилотное управление, автоматизированный погрузчик.

Virtual and augmented reality in transport and logistic is not just a prospect for the future, it is the development trend of the present time. The article describes the use of virtual reality in warehouse operations. A list of countries which are interested both in the automation of forklift trucks and in the unmanned management of loading and unloading operations in a warehouse is given. The current trends in the development of European and Asian consumers are described, popular manufacturers of forklifts are listed, the ones which are specifically engaged in unmanned improvement of their machines. In the course of reading the article, you can trace the history of the development of unmanned loaders and draw a conclusion about why the technology has not yet entered the modern mainstream of our country. Closer to the end of the study, a modernized loader with automated control with visualization of the work process is proposed in order to increase the productivity of loading and unloading operations, as well as increase the efficiency in the work of warehouses. It is the proposed loader with the new described algorithm of functioning in the room that will bring our country closer to the process of first introducing space visualization into the machine system, and then creating full-fledged warehouses on unmanned control, which will be the actual promising development of a forklift truck.

*Keywords:* forklift, virtual reality, visualization, unmanned control, automated forklift.

Виртуальная реальность. Как она может быть применена в работе подъемно-транспортных машин? Несколько десятилетий назад об этом никто и подумать не мог, что сейчас такая технология воплотится в жизнь.

Исследования в области визуализации пространства вокруг объекта начались с начала 2000-х гг. Тогда на основе внедрения в быденную жизнь различных датчиков, стереоскопических камер и контролеров был создан вполне неплохой программный комплекс, который впоследствии и дал толчок развитию беспилотного транспорта [1].

Корейские и американские конструктора всерьез поставили перед собой задачу не просто создать беспилотный транспорт, а сделать автоматизацию широкоформатной, т. е. применимой не только на легковых автомобилях, но и на другой технике, в том числе и на складской.

Что касается именно вилочного погрузчика, то над идеей беспилотного управления задумались ещё конструкторы из Японии и Южной Кореи в конце 60-х гг. XX в. Но тогда мир был не готов

поддерживать такую тенденцию развития, большие затраты ради непроверенной технологии и неоправданный риск при покупке и эксплуатации – одним словом, в то время потребителей волновали совсем другие нюансы и требования. Сейчас же уже на протяжении восьми лет идет тщательная разработка проектов и опытных образцов для последующего ввода в эксплуатацию беспилотной техники. На рис. 1 показаны те страны мира, которые заинтересованы в появлении в своих складских и производственных помещениях погрузчика с автоматизированным управлением [2, 3].

Ведущими странами-потребителями являются Япония, Китай, США, Южная Корея и Германия. Стоит отметить, что эти страны также являются и производителями этой техники. В число заинтересованных государств, которые готовы принять в свою работу беспилотный погрузчик, также входят Малайзия, Сингапур, Таиланд, Бразилия, Норвегия, Швеция, Финляндия, Великобритания и Португалия.



Рис. 1. Европейские и азиатские страны, заинтересованные в эксплуатации беспилотных погрузчиков

Большинство стран, описанных выше, имеют в приоритете создание полноценного автоматизированного складского помещения, и действительно, в частности Германия, предпринимает попытки реализации такой идеи в жизнь. При этом компания *Global Orange* уже не первый год предлагает такую технологию и нашей стране.

Но Россия на данном этапе ещё не готова пойти по пути полноценной автоматизации, хотя в будущем реализация этой тенденции в перспективе имеется.

Однако, создание техники на беспилотном управлении не подразумевает ничего сложного [4, 5]. За основу берется базовая машина, которая впоследствии поддается конструктивным изменениям.

В качестве конструктивных изменений предлагается установка на крышу погрузчика стереоскопических камер с углом обзора в  $120^\circ$  как спереди, так и сзади. В комплектации погрузчика их предлагается установить не менее двух пар (на передней части крыши и на задней). Помимо камер, также устанавливается и датчик движения, который улавливает препятствие или человека, траектория которого пересекается с траекторией движения погрузчика. При возникновении опасности камеры и датчики по специальной программе через электронный блок управления передают сигнал на монитор оператора, установленный отдаленно. При этом сигнал сопровождается звуковым эффектом. Оператор обращает внимание на предупреждение, и ситуация полноценно становится контролируемой. Помимо датчиков движения и камер погрузчик также оснащен и датчиком веса. При попытке поднятия груза, превышающего допустимое значение, происходит автоматическая блокировка управления, двигатель отключается, а на монитор оператора выводится информация о произошедшем. Примерный алгоритм работы системы приведен на рис. 2.

Система работает следующим образом: погрузчик подъезжает к необходимому паллету. Датчики и камеры считывают информацию по окружающей обстановке и пересылают информацию через блок управления на экран оператора. Примерное отображение картинки и подсказки при работе вилочного погрузчика представлено выше. Затем машина доставляет паллет в требуемое место назначения. Стоит отметить, что пусть погрузчик и работает в автономном управлении, оператор имеет возможность подключаться к управлению машины.

Развитие такой системы беспилотного управления позволит складским помещениям выйти на новый уровень производительности.

сти. При успешном функционировании системы затраты на оплаты труда будут снижены из-за сокращения лишнего количества персонала, в тоже время система сможет работать без перерыва, т. к. погрузчик не будет нуждаться в постоянном управлении оператором, при этом человек, отвечающий за удаленное поведение машины, может спокойно контролировать не одну машину, а сразу несколько. Как итог, складское предприятие сможет производить погрузочно-разгрузочные работы 24 ч в сутки. Именно такая тенденция и станет в будущем актуальной для нашей страны.

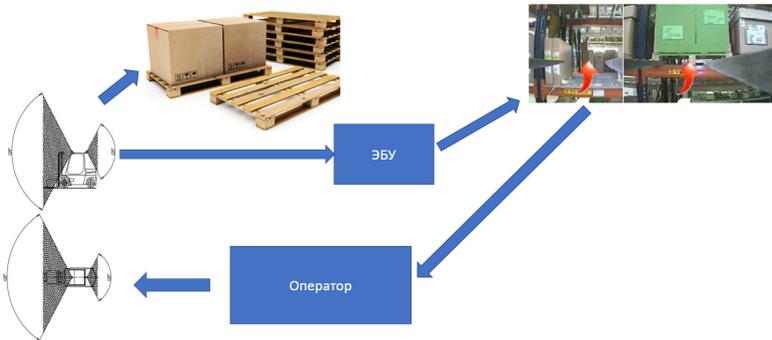


Рис. 2. Алгоритм работы системы с вилочным погрузчиком на беспилотном управлении

### Литература

1. Федотов П. И. Подъемно-транспортные машины. М.: Издательство АСВ, 2019. 200 с.
2. Минин В. В. Концепция повышения эффективности универсальных малогабаритных погрузчиков. М.: Инфра-М, 2020. 304 с.
3. Шестопапов К. К. Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины и оборудование. М.: Академия, 2017. 325 с.
4. Sarupuri B. Enhancing depth cues with AR visualization for forklift operation assistance in warehouse: Master's thesis. Canterbury: University of Canterbury, 2019. 91 p.
5. Shao Y. Design and analysis of new flexible and safe forklifts: Master's thesis. Boston: Northeastern University, 2015. 124 p.

УДК 656.132

*Дарья Радиевна Литвинова,*  
студент  
(Санкт-Петербургский  
государственный архитектурно-  
строительный университет)  
*E-mail: dashka9013@yandex.ru*

*Darya Radievna Litvinova,*  
student  
(Saint Petersburg  
State University of Architecture  
and Civil Engineering)  
*E-mail: dashka9013@yandex.ru*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОБУСОВ НА СЖИЖЕННОМ ПРИРОДНОМ ГАЗЕ**

### **RESEARCH OF THE SYSTEM OF OPERATION OF BUSES ON LIQUEFIED NATURAL GAS**

Внедрение газомоторной техники производится планомерно и синхронизировано с расширением сети автомобильных газонаполнительных компрессорных станций. В связи с этим идет работа по поиску и внедрению новейших технологий в области автобусных перевозок. Особое внимание уделяется транспортным средствам, работающим на альтернативных видах топлива. Одним из перспективных направлений является использование метана. Сжиженный природный газ в качестве топлива обладает преимуществами по сравнению с компримированным. Его использование – это одно из ключевых и наиболее эффективных решений для улучшения качества воздуха и борьбы с климатическими изменениями. Перевод автомобильного транспорта на газомоторное топливо, помимо снижения негативного воздействия на окружающую среду, способствует значительному повышению энергоэффективности транспортной системы.

*Ключевые слова:* сжиженный природный газ, компримированный природный газ, экологичность, эффективность, пассажирские перевозки.

The introduction of gas-powered equipment is synchronized with the expansion of the network of automobile gas-filling compressor stations. In this connection, the process of finding and implementing the latest technologies in the field of bus transportation is underway. Special attention is paid to vehicles running on alternative fuels. The use of methane is a promising direction. The equipment on the liquefied natural gas in comparison with the compressed gas has advantages. The use of natural gas is one of the key and most effective solutions to combat climate change and improve air quality. At the same time, in addition to reducing the negative impact of transport on the environment, the conversion of road transport to the consumption of gas-engine fuel also contributes to a significant increase in the energy efficiency of the transport system.

*Keywords:* liquefied natural gas, environmental friendliness, efficiency, passenger transportation.

В Санкт-Петербурге с 2014 г. реализуется проект по расширению использования газомоторного топлива в общественном транспорте. В целях повышения эффективности работы городского пассажирского транспорта и расширения использования подвижного состава, работающего на альтернативных источниках энергии, также прорабатывается вопрос эксплуатации на регулярных маршрутах автобусов, использующих сжиженный природный газ в качестве моторного топлива [1].

Автобусы на природном газе стали появляться вследствие подписания правительством РФ 13 мая 2013 г. распоряжения № 767-Р «О расширении использования природного газа в качестве моторного топлива», которое включает в себя поручения по разработке комплекса правовых, организационных, экономических мер государственной поддержки производства, выпуска в оборот и оборота транспортных средств и сельскохозяйственной техники на природном газе [2]. Согласно «Программе внедрения газомоторного топлива в автотранспортном комплексе Санкт-Петербурга на 2014–2023 годы», утвержденной распоряжением Правительства Санкт-Петербурга от 25.08.2014 № 52-рп, между «Газпромом» и Правительством Санкт-Петербурга действует Дорожная карта мероприятий по реализации пилотного проекта «Развитие рынка газомоторного топлива в Санкт-Петербурге» на 2019–2023 гг. Указом Президента от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития РФ на период до 2024 года» в качестве одного из приоритетных направлений стратегического развития Российской Федерации обозначен национальный проект «Экология».

Природный газ является наиболее экономичным, экологичным и безопасным топливом. Природный газ – это фактически готовое моторное топливо, поэтому он гораздо дешевле бензина и дизельного топлива. При этом двигатель такого транспортного средства соответствует высочайшим стандартам – Евро-5 и Евро-6. Согласно классификации МЧС, природный газ относится к самому безопасному классу горючих веществ. Сжиженный газ представляет собой криогенную жидкость с температурой  $-161$  °С. Благодаря своим свойствам, он легче транспортируется: при сжижении общий объем топлива уменьшается в 600 раз (так, в  $35$  м<sup>3</sup> сжиженного

газа находится примерно 18 000 м<sup>3</sup> обычного газа). Удельный вес сжиженного газа вдвое легче воды. А при переводе обратно в газообразное состояние его свойства идентичны свойствам природного газа. Другое его преимущество, это безопасность и не взрывоопасность: ведь сжиженный газ – это метан, который в случае аварийного разлива очень быстро испаряется и не накапливается как пропан в углублениях и нишах, тем самым создавая опасность взрыва [3]. Сжиженный газ не токсичен и не подвергает коррозии металл.

В конце 2019 г. в Челябинск были поставлены первые автобусы на сжиженном метане – MA3-203945, а уже в середине 2020 г. в Магнитогорске был представлен первый российский автобус, работающий на новом экологически чистом топливе (сжиженном природном газе) – ЛиАЗ-5292LNG [4]. Осенью прошла тестовая эксплуатация модели ЛиАЗ-5292LNG на регулярных маршрутах г. Челябинска: новая техника становится вкладом региона в нацпроект «Экология».

На маршрутной сети Санкт-Петербурга в конце 2020 г. прошла опытная эксплуатация автобусов на сжиженном природном газе: в ОАО «Третий парк» – ЛиАЗ-5292 LNG и в «СПб ГУП Пассажиравтотранс» – MA3-203945. Автобусы зарекомендовали себя хорошо.

Автобусы российского производства оснащены двигателем ЯМЗ 536, мощность двигателя 210 кВт, заправочный объем СПГ-бака 338 литров. Автобусы Минского автозавода оснащены двигателями: *Weichai WP7NG280E51*, мощностью 198 кВт, объем заправочного бака 300 л.

Газовое оборудование представляет собой криогенный газовый баллон *LNG* (см. рисунок) из нержавеющей стали, закреплен в кронштейнах стяжными лентами и установлен в заднем свесе автобуса, что облегчает технологический процесс обслуживания в отличие от автобусов на сжатом газе, где баллоны установлены на крыше автобуса. Бак в задней и верхней части имеет вентиляционные пазы. Электронная система управляет подачей газа и воспламенением газозооной смеси в газовом двигателе. Газ хранится в автомобильном криогенном баке в жидком состоянии при температуре до  $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$  под давлением 1,5 МПа. Из бака газ подается в испаритель, а затем к редуктору в газообразном состоянии, где снижается до рабочего давления. Из редуктора смесь подается в двигатель во впускной коллектор

в строго определенной пропорции в зависимости от нагрузки и состояния двигателя и окружающей среды, строго в определенное время на свечу подается искровой разряд определенной длительности и мощности [2]. Для правильного расчета алгоритмов управления подачей требуемого количества газа и искрового разряда на газовом двигателе установлены датчики и исполнительные механизмы. Информация с датчиков собирается в блоке управления и в соответствии с полученной информацией обрабатываются сигналы для воздушной заслонки, дозаторов газа и катушек искровой системы зажигания.

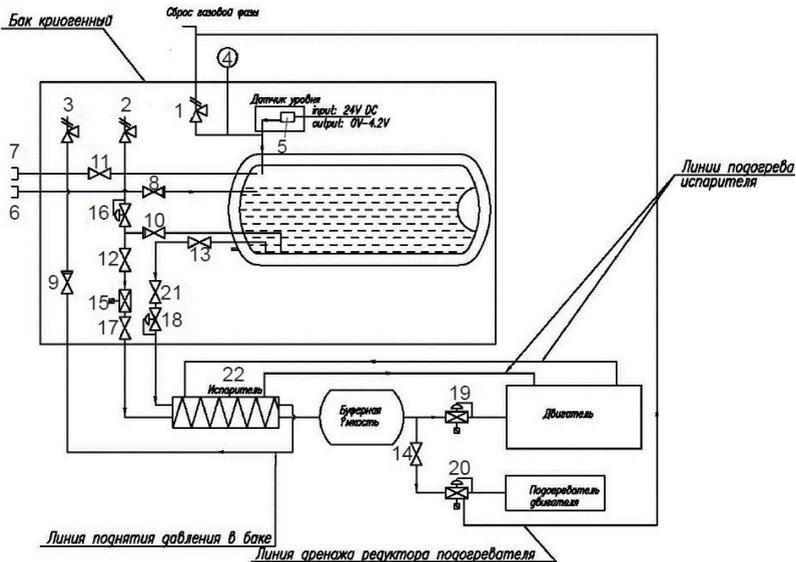


Схема питания топливом автобуса с газовым двигателем:

- 1 – основной предохранительный клапан; 2, 3 – второй предохранительный клапан; 4 – манометр; 5 – датчик уровня топлива; 6 – заправочный штуцер; 7 – штуцер возврата паров; 8, 9 – обратные клапаны; 10 – клапан; 11–14 – шаровые краны; 15 – электромагнитный клапан; 16 – экономайзер; 17, 21 – скоростные клапаны; 18–20 – регуляторы давления; 22 – испаритель

Сосуд бака представляет собой двустенную цилиндрическую емкость, выполненную из нержавеющей стали. Внутри внутреннего

сосуда смонтирован баллон (механизм защиты от переполнения), емкость которого составляет 10 % от вместимости сосуда.

Первичный предохранительный клапан 1 настроен на давление открытия 1,72 МПа. При достижении в сосуде давления настройки первичного предохранительного клапана, клапан открывается и осуществляется сброс давления из газовой полости внутренней емкости бака в дренажный трубопровод, который отводит газ в верхнюю точку автобуса (над крышей).

Вторичные предохранительные клапана 2 и 3 настроены на давление открытия 2,41 МПа. При достижении в сосуде давления настройки вторичных предохранительных клапанов (аварийная ситуация), клапаны открываются и осуществляется сброс давления из газовой полости внутренней емкости бака в пространство около бака. В крышках и люках отсека бака выполнены вентиляционные отверстия, через которые газ беспрепятственно отводится за пределы транспортного средства.

Одним из основных сдерживающих факторов развития газомоторной техники в Санкт-Петербурге является недостаточная инфраструктура. Заправка сжиженным природным газом автобусов возможна пока только на единичном заправочном комплексе Крио АЗС Шушары с одним шлангом для заправки. В случае его неисправности либо при работе топливозаправщика заправка ТС невозможна, резервные АЗС отсутствуют. Один из вариантов решения данной проблемы – это использование на территории автопарков криогенного передвижного газового заправщика СПГ.

#### Литература

1. Макарова И. В., Габсалихова Л. М., Буйвол П. А., Валиев И. И. Анализ рисков создания инфраструктуры для реализации государственной программы перевода общественного транспорта на газ // *Фундаментальные исследования*. 2013. № 11–5. С. 880–884.
2. Ерохов В. И. Экологическая эффективность газобаллонного автомобиля на компримированном природном газе // *Транспорт на альтернативном топливе*. 2017. № 2(56). С. 21–32.
3. Газомоторное топливо. URL: <https://www.gazprom.ru/about/production/ngv-fuel/> (дата обращения: 16.04.2021).
4. Россия готовится к серийному запуску заводов по производству сжиженного природного газа. URL: <https://rmm.ru/tehnika-i-tehnologii/50353-rossija-gotovitsja-k-serijnomu-zapusku-zavodov-po-proizvodstvu-szhizhennogo-prirodnogo-gaza.html> (дата обращения: 16.04.2021).

УДК 656.131.7

*Владислав Витальевич Матвиюк,*  
студент  
(Санкт-Петербургский  
государственный архитектурно-  
строительный университет)  
*E-mail: vladmatviyuk@gmail.com*

*Vladislav Vitalievich Matviyuk,*  
student  
(Saint Petersburg  
State University of Architecture  
and Civil Engineering)  
*E-mail: vladmatviyuk@gmail.com*

**КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ  
ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ  
(ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ)  
И ЭЛЕКТРОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ  
В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ**

**THE CONCEPT OF DEVELOPMENT  
OF ELECTRIC VEHICLES (PASSENGER CARS)  
AND ELECTRIC STATIONS IN ST. PETERSBURG**

Проведена оценка концепции развития легковых электрических транспортных средств и электрозаправочных станций в Санкт-Петербурге. Представлен максимально полный ряд возможных типов и видов зарядных станций. На основе анализа видовой линейки современной зарядной продукции сделан вывод о средних технических показателях каждого продукта и дано заключение, что современная зарядная инфраструктура предоставляет достаточно гибкую систему подзарядки за счет разных видов оборудования. Кроме того, оценена перспективность развития зарядной инфраструктуры на российском рынке силами крупных, подчиненных государству энергетических компаний.

*Ключевые слова:* легковые электрические транспортные средства, электромобиль, электрозаправочная станция, инфраструктура, экологически чистый вид транспорта.

The article examines the concept of development of light electric vehicles (EV) and electric filling stations in the city of Saint Petersburg. The most complete range of possible types and types of charging stations is presented. Based on the analysis of the entire range of modern charging products, a conclusion was made about the average technical indicators of each of them, and that modern charging infrastructure provides a fairly flexible charging system due to different types of equipment. In addition, the prospects for the development of the charging infrastructure on the Russian market by the efforts of large, state-subordinate energy companies were assessed.

*Keywords:* light electric vehicles, electric car, electric filling station, infrastructure, environmentally friendly mode of transport.

Сегодня приобретает все большую актуальность тема электромобиля как нового вида транспорта, не использующего продукты горения в качестве источника движущей силы. Они более экологичны и обладают значительным перечнем преимуществ. За электромобилями, доля которых в развитых странах неуклонно растет, многие видят новое будущее [1].

Для отечественного рынка данная проблема особенно актуальна, так как в Россию уже импортируются электрокары, и на новый экологичный и более дешевый в эксплуатации вид транспорта уже есть спрос. Но отсутствие необходимой, доступной и удобной инфраструктуры формирует сильные барьеры на пути внедрения новой ниши на российский автомобильный рынок. И эта проблема становится более значимой на фоне зарубежных рынков, где доля электромобилей уже достигает почти что 10 % всего автопарка.

Санкт-Петербург, как один из крупнейших мегаполисов страны, выступает одним из флагманов в реализации планов развития сегмента электромобилей в России. Но динамика развития данного сегмента в Северной столице за последние 5 лет не сравнима со среднемировыми тенденциями. Это может быть связано с большим числом факторов, в том числе, с экономическими аспектами строительства и развития новой инфраструктуры [1].

Электромобиль – транспортное средство, ведущие колеса которого приводятся от электромотора, питаемого аккумуляторными батареями. Впервые появился он в Англии и во Франции в начале 80-х гг. XIX в.

Количество электромобилей в мире растет. Многие аналитики считают, что начинается новая эра, в которой электрокары ознаменуют конец эпохи нефти. Вместе в тем, несмотря на растущую популярность этого альтернативного вида транспорта, век «черного золота» продлится еще долго, уверена другая сторона. Технологии добычи нефти становятся все более передовыми, тогда как недостатки электрокаров не позволяют рынку в полной мере принять их [2].

По данным Международного энергетического агентства, более 90 % мирового автопарка по-прежнему работает на нефтепродуктах.

При этом МЭА не исключает и сценария, при котором бум на электромобили продолжится, а цены на нефть упадут. В таком «агрессивном» сценарии указано, что к 2040 г. на дорогах будет 930 млн электромобилей или около половины мирового автопарка по сравнению с 10 млн в 2020 г. Спрос на нефть для автомобильного транспорта будет на 18 млн баррелей ниже, чем сегодня [3].

Текущая ситуация спроса на электротранспорт, динамику развития инфраструктуры зарядных станций и проекты стимулирования развития данной экосистемы в странах Европы, США и Японии, как наиболее передовых в данной области стран выглядит следующим образом:

- реализуются правительственные проекты перевода общественного транспорта на электротягу;
- созданы ряд стимулирующих программ, поддерживающих активный спрос на электромобили;
- активно развивается зарядная инфраструктура в сегменте строительства ЭЭС, установки зарядных устройств в публичном и частных секторах.

По предварительной оценке, анализируя динамику развития сектора возобновляемой энергии и прочих экологических проектов, можно прогнозировать, что большинство развитых стран к 2030 г. смогут перейти в новый этап транспортной логистики.

Российский рынок электромобилей в сравнении с зарубежным крайне малодинамичен. Так, по данным аналитического агентства «Автостат», объем российского рынка электромобилей таков: за 12 мес. 2020 г. были проданы 687 новых электромобилей, на 95 % больше, чем в январе-декабре 2019 г. (353 шт.). Самыми популярными электромобилями в России стали хэтчбек *Nissan Leaf* (144 шт.), кроссовер *Audi e-tron* (134 шт.) и седан *Tesla Model 3* (110 шт.). Общее число зарегистрированных электромобилей в России на момент 01 января 2021 г. составило примерно 10,8 тыс. шт., что меньше даже 0,01 % всего количества легковых автомобилей в России. Для сравнения, в Чехии, стране с населением 10,5 млн чел. (примерное население г. Москвы), примерно такое же число электромобилей, но планируемая динамика продаж на рынке – до 20 тыс. электромобилей в год.

В развитых странах мира, особенно в Западной Европе, тенденции к росту спроса на электромобили и динамика развития инфраструктуры электромобильности демонстрируют положительную направленность и наращиваемые темпы.

В то же время в России доля рынка электромобилей едва ли достигает до 0,01 % всего легкового автотранспорта, и при этом динамика роста крайне мала.

Однако необходимая инфраструктура все-таки должна развиваться, и сейчас в стране функционирует около 2,5 тыс. зарядных станций. При этом, несмотря на малые объемы и темпы рынка, он все-таки будет расширяться. В связи с чем, на сегодня требуемый спрос на зарядные станции существует на уровне примерно 10–15 тыс. зарядных станций.

На территории Санкт-Петербурга и пригорода установлено в совокупности 46 зарядных станций, из которых 32 шт. – это быстрые зарядные станции с типами разъемов *CCS*, *Chademo* и *mannekes* и 14 шт. – медленной зарядки с разъемами в основном *Type-2* и *Shuko*.

Главная энергетическая компания Санкт-Петербурга на сегодняшний день обеспечивает 28 разъемов для подзарядки электромобиля в центральной части города.

Флагманом развития инфраструктуры зарядных станций в России выступает ПАО «Россети». Наряду с данным крупным энергопроизводителем, программу развития зарядной инфраструктуры для электротранспорта России реализует Федеральная сетевая компания (ФСК ЕЭС).

Перспективным прогнозом развития является то, что ПАО «Ленэнерго» в стратегии развития энергоэффективности и инновации в области энергопотребления разработает проект, предусматривающий внедрение и развитие зарядной инфраструктуры для электротранспорта на территории Санкт-Петербурга с последующей интеграцией в создаваемые активно-адаптивные сети ПАО «Ленэнерго» с распределенной интеллектуальной системой автоматизации и управления. Иначе говоря, ПАО «Ленэнерго» планирует в Санкт-Петербурге реализацию проекта *Smart Grid*, в котором электромобили и зарядные станции станут активным элементом системы [4].

Проект предполагает ряд преимуществ, которые зарядная инфраструктура в совокупности с массовым использованием электромобилей предоставляет:

- существенно повысить эффективность использования электрических распределительных сетей за счет управляемой распределенной нагрузки;
- увеличить полезный отпуск электроэнергии в сеть;
- обеспечить выравнивание ночного провала профиля нагрузок энергетической системы;
- использовать электромобили как распределенные накопители электроэнергии для покрытия пиковых нагрузок энергетической системы;
- получить существенный экономический эффект от снижения операционных затрат и повышения энергоэффективности.

Одной из частных компаний, занявшихся на российском рынке развитием инфраструктуры зарядных станций, выступает компания *Revolta Motors* (ООО «Револьта Моторс»), которая занимается распространением и установкой зарядных станций в Москве и Санкт-Петербурге. Уже в 2015 г. ООО «Револьта» совместно с компанией *Yota* реализовали проект по установке примерно 40 электрорядных станций в Санкт-Петербурге [5].

Таким образом, мы видим, что наряду с ПАО «Ленэнерго» в Санкт-Петербурге развивается сразу несколько частных сетей зарядных станций, которые совместно в ближайшей перспективе могут, как минимум, обеспечить доступность зарядных станций на уровне 1 (одна) станция на каждый электромобиль.

Исходя из вышесказанного, целесообразно предполагать три направления развития инфраструктуры зарядных станций в Санкт-Петербурге:

- расширение предложения домашних «медленных» станций заряда, что обеспечит полный заряд автомобилей;
- диверсификация предложения действующими АЗС на уже имеющихся станциях, что обеспечит гибкую систему подзаряда автомобилей;

- расширение предложения со стороны электросбытовых компаний, как инструмента повышения энергоэффективности и контроля объемов потребления электроэнергии.

#### Литература

1. *Проскурин И. И.* Развитие экосистемы электрозаправок в Санкт-Петербурге // *Фундаментальные и прикладные исследования в области управления, экономики и торговли: Сборник трудов научно-практической и учебной конференции, Санкт-Петербург, 04–06 июня 2019 года.* Санкт-Петербург: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», 2019. С. 53–57.

2. *Тиматков В. В.* Электромобиль – предвестник грядущего электрического мира // *Энергетическая политика.* 2016. № 3. С. 86–97.

3. Мир без нефти: когда мы пересядем на электромобили. URL: <http://geoinform.ru/mir-bez-nefti-kogda-my-peresyadem-na-elektromobili/> (дата обращения: 20.03.2021).

4. Годовой отчет Общества, включающий отчет о заключенных Обществом в отчетном году сделках, в совершении которых имеется заинтересованность. URL: <http://ar204.lenenergo.ru:80/upload/shareholders/osa/2017/3> (дата обращения: 20.01.2021).

5. *Айриев Р. С.* Перспективы экологической транспортной системы // *Мир транспорта.* 2018. № 2(75). С. 220–232.

УДК 621.3+62-7

*Егор Евгеньевич Терентьев,*  
студент  
(Санкт-Петербургский  
государственный архитектурно-  
строительный университет)  
*E-mail: egor9843@gmail.com*

*Egor Evgenyevich Terentev,*  
student  
(Saint Petersburg  
State University of Architecture  
and Civil Engineering)  
*E-mail: egor9843@gmail.com*

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГИБРИДНЫХ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АВТОМОБИЛЕЙ В РЕГИОНАХ С ХОЛОДНЫМ КЛИМАТОМ**

### **INCREASING THE OPERATING EFFICIENCY OF HYBRID AND ELECTRIC VEHICLES IN COLD CLIMATES**

Рост цен на бензин, обостряющаяся экологическая обстановка и ограниченные топливные ресурсы Земли делают альтернативные источники энергии в автомобилестроении все более актуальными. Помимо двигателей, работающих на газе (*LNG, CNG*), популярность приобретают и двигатели с электротягой: гибридные и электромобили. Топливная экономичность, экологичность, бесшумность работы, динамика разгона... Но за плюсами скрываются и минусы: энергоноситель автомобилей на электротяге крайне сложно правильно эксплуатировать при низких температурах. В статье представлены возможные варианты решения данной проблемы, облегчающие использование электромобилей в регионах с холодным климатом.

*Ключевые слова:* гибрид, электромобиль, ВВБ (высоковольтная батарея), низкие температуры, эксплуатация.

The rise in gasoline prices, aggravation of the ecological situation, scarce fuel resources lead to alternative energy sources becoming more popular. Except natural gas (*CNG, LNG*), electric engines gain a rising demand in mechanical engineering. Fuel efficiency, environmental friendliness, noiselessness, acceleration dynamics are the advantages of electric motors. But there are also disadvantages. The electric vehicle cannot be used at low temperatures. The pluses are offset by the minuses. The article provides possible solutions to this problem.

*Keywords:* hybrid, electric car, HVB (high voltage battery), low temperatures, maintenance.

Аккумулятор является неотъемлемой частью автомобиля и строительной техники. С распространением в машиностроении гибридных двигателей и электроприводов аккумуляторы приобретают все большую значимость. В данных машинах используются высоковольтные батареи (последовательно, параллельно или комбинированно связанные аккумуляторы). Производители в силовых установках используют следующие типы аккумуляторных батарей: литий-ионные (*Li-ion*), литий-полимерные (*Li-Polymer*), литий-фосфатжелезные ( $\text{LiFeYPO}_4$ ), никель-кадмиевые (*Ni-Cd*), никель-металлогидридные (*Ni-MH*), литий-титанатные (*LTO*) и др. В процессе эксплуатации или неправильного использования батареи теряет свои свойства. Емкость аккумуляторной батареи постепенно снижается. Это происходит от того, что при чередующихся зарядах и разрядах, которые имеют место во время работы батареи на автомобиле, положительная активная масса постепенно деградирует вследствие деструкции, и ее количество, участвующее в химической реакции, уменьшается. Ускоряет процесс разрушения положительной активной массы частое повторение глубоких разрядов, причина которых либо в утечке тока в электросети, либо в «недозаряде» по причине неисправности генератора или регулятора напряжения, а также отрицательная температура внешней среды.

Работа любого аккумулятора основана на химических реакциях. С понижением температуры скорость реакции замедляется, вследствие чего снижается ёмкость аккумулятора. Эксплуатация «замёрзшего» аккумулятора может привести к глубокому разряду и деградации активной массы. В качестве примера для рассмотрения ситуации возьмем западную часть Сибирского федерального округа: Новосибирскую область. Климат Новосибирска и его пригородов – континентальный. Он заметно более континентальный, чем климат европейских районов России (в частности, Подмосковья), находящихся на той же географической широте. Зимы здесь существенно (на 5–10 °С) холоднее. Зима в Новосибирске суровая и продолжительная, с устойчивым снежным покровом, сильными ветрами и метелями. Температура может опуститься ниже –20, реже ниже –25 °С [1]. Низкие температуры оказывает большое влияние

на эксплуатацию ВВБ гибридов и электромобилей. Также привлекает внимание отсутствие инфраструктуры для электромобилей и гибридов. Отсутствие доступных зарядных станций, сервисного обслуживания, более того, в Новосибирске в целом сложно найти квалифицированного мастера для диагностики, ремонта или обслуживания гибридной или электрической силовой установки в автомобиле. В процессе поиска были найдены несколько СТО, которые осуществляют замену энергоносителя и не более. Также сложно ситуация обстоит и с запасными частями, а некоторые детали являются уникальными и не могут быть заменены дешевым аналогом. Ремонт может обойтись дорого и долго, это влияет на решение приобрести подержанный автомобиль. Недавно купленный б/у гибрид или электромобиль может потерять работоспособное состояние сразу после покупки, а вышеперечисленные факторы не дадут быстро и относительно дешево починить или заменить узлы. В итоге, плюсы топливной экономичности и экологичности сводятся на нет возможными затратами денег и времени на диагностику и ремонт. В гибридном автомобиле, как правило, устанавливается две батареи: ходовая и пусковая. При отрицательных температурах запускается только вторая, ответственная за запуск ДВС. Движение именно в гибридном режиме будет возможно только после обогрева электродвигателя и основной батареи. В период же сильных холодов ( $-25...-30$  °С) при движении по городу электродвигатель запускается в тот момент, когда уже нет необходимости или не запустится вообще (например, небольшое расстояние от дома до работы), в таком случае батарея даже не восстановит заряд, что сильно повлияет на срок службы. Без активной езды и самозарядки гибрида высоковольтная батарея разрядится до минимума за сутки простоя. Полностью исправная батарея заряжается за 20 км пути в среднем, и это придется учитывать, так как разряжать батарею «в ноль» категорически нельзя [2]. Также за счет низких температур гибриды теряют ёмкость в два раза быстрее заявленных значений, что приводит к снижению срока эксплуатации и более частой «реанимации» батареи, ситуация осложняется отсутствием квалифицированных сервисов.

Если гибриды имеют шанс на существование в холодном регионе на данный момент за счет ДВС, обогрева и зарядки в процессе движения, то с электрокарами ситуация обстоит сложнее. Стоит отметить, зарядка аккумуляторов при температуре ниже  $-5^{\circ}\text{C}$  снижает ресурс, при  $-10^{\circ}\text{C}$  уже нежелательна, так как появляется шанс реакции с выделением газов и детонацией батареи. Электрокар не может подзарядиться в процессе езды, а за ночь низкая температура может существенно понизить заряд бортовой батареи и не дать пуститься двигателю.

В качестве одного из возможных решений предлагается создание подземных или наземных многоуровневых паркингов. Оставлять автомобиль во дворе непрактично, т. к. за ночь из-за холода батарея может разрядиться, а гараж имеется не у всех. Данный вариант предполагает создание паркингов на несколько дворов для того, чтобы была возможность оставить автомобиль в теплом помещении. Помимо этого, в паркинге должна быть возможность зарядить батарею автомобиля, в идеале, на каждое парковочное место должен быть выведен разъем для зарядки. При создании инфраструктуры также необходимо учитывать повышенные осадки: снег или дождь. В таких условиях небезопасно размещать в открытом виде зарядочные станции. Одна из идей – использование технологии *Quick Charge*. Данная технология имеет распространение в электронике и используется для зарядки смартфонов, она включает в себя: технологию передачи повышенной мощности через кабельную инфраструктуру, технологию бережного и быстрого заряда аккумуляторов, комплект микросхем для обслуживания аккумулятора и электропитания [3]. Создание станций зарядки, наподобие привычных нам АЗС, позволит упростить эксплуатацию. На таких станциях можно использовать ток большего напряжения, также процесс заряда будет осуществлять подготовленный персонал. Ситуация осложняется и отсутствием станций технического обслуживания для такого рода авто, не говоря уже о сервисных центрах. На весь город было найдено всего две СТО, в которых производится только замена энергоносителя. В рамках создания инфраструктуры необходимо привлечение специалистов в регион, помощь в создании и развитии

станций обслуживания. Подобные станции, помимо замены, должны оказывать услуги по диагностике и ремонту, что требует специалистов более узкого профиля, с необходимыми знаниями происходящих процессов в энергоносителе и силовой установке в целом.

Также в борьбе с холодом помогут модификации самого автомобиля или гибрида, так как каждый раз автомобиль не получится оставлять на специальной стоянке, бывают случаи, когда нужно оставить автомобиль на улице за неимением других вариантов. Первый возможный вариант модификации подразумевает использование тепла, которое выделяется силовой установкой при работе. Силовая установка при работе выделяет достаточно большое количество тепла, главная задача собрать и аккумулировать это тепло. Собранное тепло рассеивается, чтобы не допустить перегрева, однако это тепло можно использовать для обогрева батареи. Данная система усложнит конструкцию, но позволит более полно эксплуатировать гибрид на холоде, поддерживая определённую температуру энергоносителя.

Предлагаемая в теории система похожа на привычную всем системе охлаждения, однако с разницей, что система охлаждения, отводя тепло, рассеивает его, а в гибридах и электрокарах тепло должно использоваться для дальнейшего обогрева ВВБ. Также стоит помнить, что энергоноситель нагревается по мере работы и может даже перегреться. Для реализации такой системы нужна максимально простая и универсальная схема, так как сложные конструкции, помимо удорожания машины, увеличивают и трудозатраты на диагностику и ремонт.

Второй вариант модификации – переоборудование штатных высоковольтных батарей на аккумуляторы с большим температурным диапазоном работы. Прогресс не стоит на месте, энергоносители постоянно развиваются. Самый передовой тип аккумуляторов, литий-титанатный, имеет хороший температурный диапазон, от +30 до -40 °С, рейтинг заряда/разряда и длительность эксплуатации по сравнению с наиболее используемыми литиевыми аккумуляторами. Но они обладают более низкой удельной ёмкостью, из-за чего титанатная батарея будет больше в объеме при той же ёмкости. Также

стоит учесть разные напряжения батарей, напряжения секций, это стоит учитывать для зарядного контролера, чтобы не менять его или же иметь возможность легко перепрограммировать контроллер на новую батарею. Данный способ будет явно недешевым, для сохранения запаса хода титанатную батарею придется увеличить в объеме, а также откалибровать зарядный контроллер, однако это поможет батарее выдерживать отрицательные температуры без подогрева (с минимальным вмешательством в конструкцию) и позволит более эффективно отдавать энергию для движения.

#### **Литература**

1. Климат Новосибирска. URL: <https://ru.climate-data.org> (дата обращения 24.03.2021).
2. Капустин А. А. Гибридные автомобили. Вологда: ВГУ, 2016. 95 с.
3. QuickCharge. URL: <https://hobbyits.com/qualcomm-quick-charge-3-0/> (дата обращения 24.03.2021).

**УДК 656.1**

*Иван Сергеевич Печкуров,*  
студент  
(Санкт-Петербургский  
государственный архитектурно-  
строительный университет)  
*E-mail: ivan\_pechkurov@mail.ru*

*Ivan Sergeevich Pechkurov,*  
student  
(Saint Petersburg  
State University of Architecture  
and Civil Engineering)  
*E-mail: ivan\_pechkurov@mail.ru*

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОБОСНОВАНИЯ  
СКОРОСТНЫХ АВТОБУСНЫХ МАРШРУТОВ**

**DEVELOPMENT OF METHODOLOGY FOR JUSTIFICATION  
OF BUS RAPID TRANSIT ROUTES**

Обоснование организации скоростного транспорта общего пользования требует системного подхода. Для решения этой задачи разработан и описан алгоритм определения участков улично-дорожной сети, предлагаемых для организации скоростного автобусного сообщения. Особенностью алгоритма является итерационный характер, предполагающий направленный поиск участков графа, рекомендуемых для прокладки трасс скоростного автобуса. На каждой итерации производится транспортный расчёт по обновлённым исходным данным. Проведён тестовый расчёт на примере г. Пскова, проанализированы изменения, возникающие при модифицировании маршрутной сети городского транспорта общего пользования.

*Ключевые слова:* скоростной автобус, пассажиропоток, итерационная модель, удельный вес трудовых передвижений, минимально экономически оправданный пассажиропоток.

Justification of the organization of high-speed public transport requires a systematic approach. This article describes the algorithm for determining the sections of the road network recommended for the organization of bus rapid transit service. A special feature of the algorithm is its iterative nature, which assumes a directed search for the sections of the graph recommended for laying sections of a bus rapid transit. At each iteration, a transport calculation is performed based on the updated source data. A test calculation is carried out on the example of the city of Pskov, the changes that occur when changing the route network of public transport are analyzed.

*Keywords:* bus rapid transit, passenger traffic, iterative model, the proportion of the labour movements, minimum economically justified passenger traffic.

В основе методики лежит алгоритм итерационного поиска оптимальной сети скоростного транспорта М. Я. Сницаря [1]. Разработанный алгоритм является переработкой и актуализацией алгоритма М. Я. Сницаря для *BRT*.

Для выполнения расчёта необходимо подготовить следующие исходные данные:

- информацию о населении города, системе расселения, транспортной подвижности;
- граф маршрутной сети ГНПТОП;
- набор пригодных для прокладки *BRT* участков сети;
- набор «перспективных» кратчайших связей точек транспортного тяготения, где возможна прокладка *BRT*.

Набор пригодных для прокладки *BRT* участков и набор кратчайших связей объединяются в один полигон потенциальной сети скоростного автобуса. Определение участков прокладки *BRT* будет производиться именно в рамках этого графа.

Алгоритм имеет итерационный характер. Для выхода из него необходимо, чтобы при очередной проверке расчётное значение целевого критерия удовлетворило условию. В качестве целевого критерия используется удельный вес трудовых передвижений  $\gamma$ , совершаемых с затратами времени свыше норматива. Согласно п. 11.2 СП 42.13330.2016 затраты времени в городах на передвижение от мест проживания до мест работы для 90% трудящихся (в один конец) не должны превышать: для городов с населением до 2000 тыс. чел. – 45 мин.; 1000 тыс. чел. – 40 мин.; 500 тыс. чел. – 37 мин.; 250 тыс. чел. – 35 мин.; 100 тыс. чел. и менее – 30 мин. [2]. Промежуточные значения интерполируют.

Чтобы участок графа был рекомендован для прокладки линии *BRT*, нужно, чтобы он входил в полигон потенциально пригодной сети и пассажиропоток через этот участок был больше или равен минимального экономически оправданный пассажиропотока на участках проектируемого *BRT*  $Q_{3,оп}$ , пасс.·км/км. Его значение определяется на основе статистики по существующим системам.

Блок-схема итерационного алгоритма поиска оптимальных участков для прокладки *BRT* представлена на рис. 1. Число итера-

ций зависит от выполнения условия достижения нормативного значения  $\gamma$  или от прекращения изменений в системе транспортного тяготения. При этом первые 3 итерации имеют свои особенности.

На первой итерации производится транспортный расчёт на существующей маршрутной сети. Затем определяется базовое значение  $\gamma$ . Если оно менее нормативного, то расчёт продолжается. На второй итерации корреспонденции распределяются уже по двум сетям: существующей маршрутной сети ГПТОП и полигону потенциальной сети *BRT*, включая сеть кратчайших связей. После очередной проверки значения  $\gamma$ , начинается работа цикла поиска участков, на которых пассажиропоток больше или равен принятому значению экономически оправданного пассажиропотока. После завершения цикла начинается третья итерация, особенностью которой является наличие в сети вновь введённых участков *BRT*, на которых принимается большая скорость сообщения. Это приводит к увеличению пассажиропотока через эти участки, что, в свою очередь, приводит к росту пассажиропотока на смежных участках сети. Пассажиры стараются выбрать маршрут, поездка по которому будет наименее затратной по времени. Такое изменение в схеме тяготения приводит к появлению новых участков, на которых оправдано введение скоростного режима *BRT*.

Для оценки работы алгоритма проведён примерный расчёт для города Пскова. Транспортный расчёт производится по методике Е. А. Меркулова [3]. Для оценки изменений, которые вносят новые участки линий скоростного автобуса в транспортную систему города, производится расчёт изменения нагрузки на участки маршрутной сети. Схема представлена на рис. 2.

На схеме видно, что подвижность населения сильно возросла. Время сетевой поездки уменьшилось и привлекательность поездки в другой район повысилась. На участках скоростного сообщения (отмечены бирюзовым) наблюдается рост пассажиропотока до 20 %. Это обусловлено возросшей скоростью сообщения. В то же время на ряде нескоростных участков пассажиропоток снизился из-за возросшей привлекательности путей, проходящих через скоростные участки. Наибольший же рост в процентном отношении наблюдается на участках, примыкающим к скоростным.

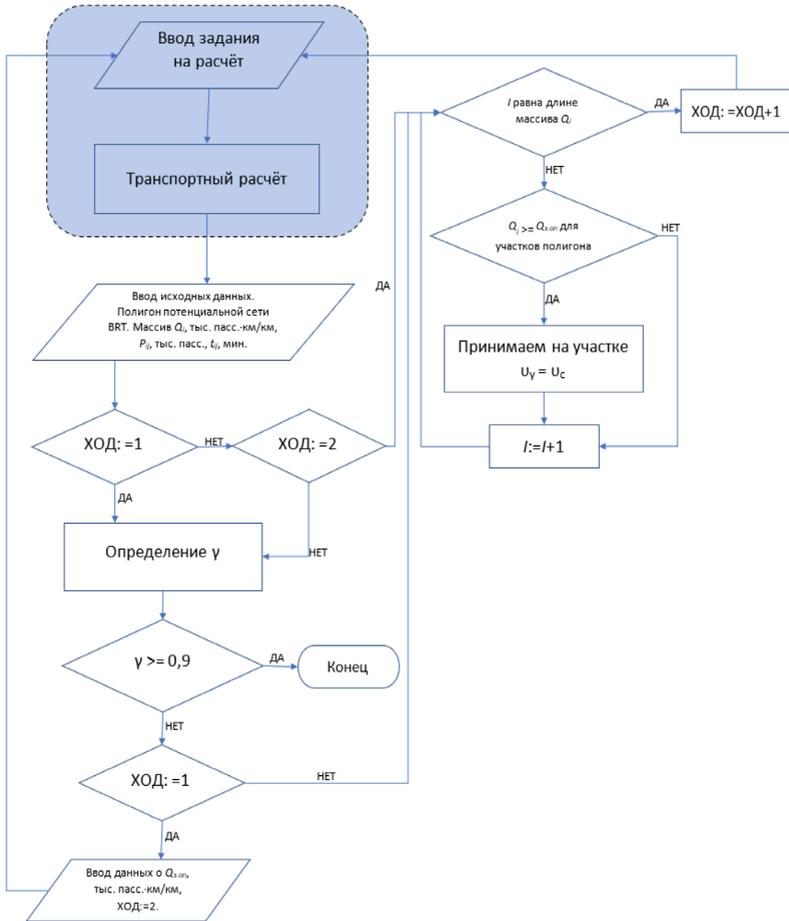


Рис. 1. Алгоритм определения участков УДС, рекомендуемых для организации BRT

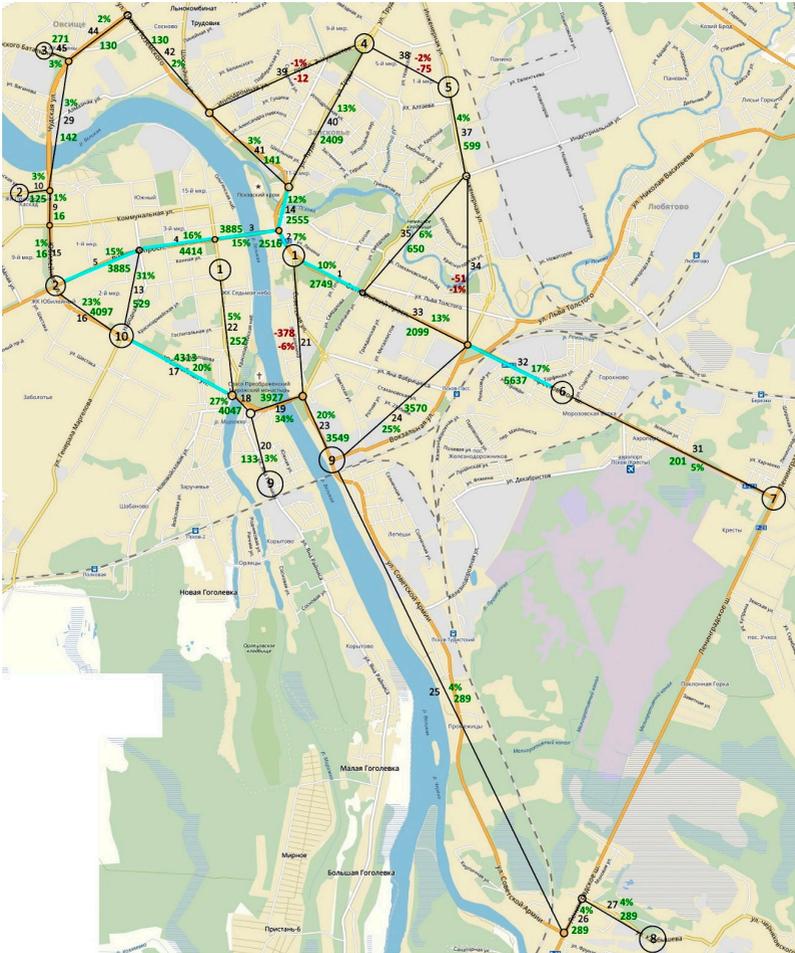


Рис. 2. Изменение пассажиропотока на участках маршрутной сети после введения участков скоростного движения

Эти участки на следующих итерациях могут быть включены в скоростную сеть по достижении целесообразного пассажиропотока. Для примера рассмотрим участок с наибольшим ростом пассажиропотока в абсолютных значениях. Участок 16 является смежным со скоростными 5, 17 и нескоростными 13, 15. Через него проходят связи между районами 2, 3 и 6–10. Значит, при росте привлекательности перемещения между этими районами, растёт и привлекательность поездки через этот участок.

С ростом сети рос и пассажиропоток на большинстве участков маршрутной сети. Это обусловлено ростом коэффициента вероятности перемещения между районами, который зависит от времени сообщения. Можно сделать вывод, что снижение времени сообщения между районами, увеличивает привлекательность перемещения между ними, что в свою очередь увеличивает пассажиропоток на участках сети.

Также подтвердилась предпосылка об итерационном характере роста сети, когда пассажиропоток растёт не только на вновь введённых участках скоростного автобуса, но и на смежных участках. После пересчёта транспортной модели возросший пассажиропоток позволяет включить новые участки в сеть скоростного транспорта.

### **Литература**

1. *Ефремов И. С., Кобозев В. М., Юдин В. А.* Теория городских пассажирских перевозок: учеб. пособие для вузов. М.: Высшая школа, 1980. 535 с.
2. СП 42.13330.2016. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений / ФГБУ «ЦНИИП Минстроя». М.: Стандартинформ, 2019. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054209> (дата обращения: 26.04.2021).
3. *Меркулов Е. А., Турчихин Э. Я., Дубровин Е. Н.* и др. Проектирование дорог и сетей пассажирского транспорта в городах: учеб. пособие для вузов. М.: Стройиздат, 1980. 496 с.

УДК 331.453

Юлия Юрьевна Бутина,  
студент  
(Санкт-Петербургский  
государственный архитектурно-  
строительный университет)  
E-mail: julia.butina@icloud.com

Yulia Yuryevna Butina,  
student  
(Saint Petersburg  
State University of Architecture  
and Civil Engineering)  
E-mail: julia.butina@icloud.com

**АНАЛИЗ ПРИЧИН ТРАВМАТИЗМА  
ПО ОСНОВНОМУ ВИДУ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ООО «ГАЗПРОМ ИНВЕСТ».  
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СНИЖЕНИЮ ТРАВМАТИЗМА**

**ANALYSIS OF THE CAUSES OF INJURIES RELATED  
TO MAIN TYPE OF ACTIVITY AT THE ENTERPRISES OF  
GAZPROM INVEST LLC. RECOMMENDATIONS  
FOR INJURIES RATE REDUCTION**

В наше время остро стоят вопросы о сохранении жизни и здоровья работников и снижении травматизма, особенно если речь идет о работах, связанных с риском для жизни. ООО «Газпром инвест» анализирует несчастные случаи и осуществляет административно-производственный контроль исходя из причин их возникновения. Данные показывают в основном положительную динамику, но, несмотря на это, травматизм в специализированных организациях, администрациях и филиалах ПАО «Газпром» растет. К работам повышенной опасности, в частности, относятся работы, связанные с гипербарической сваркой. Чтобы предотвратить несчастные случаи под водой, необходимо задействовать весь комплекс работ для выявления рисков и разработки мероприятий по снижению травматизма путем улучшения условий труда.

*Ключевые слова:* травматизм, гипербарическая сварка, трубопровод, причины, опасности, мероприятия.

In our time, the issue of preserving the life and health of employees, reducing injuries, especially when it comes to work involving a risk to life, is acute. Gazprom Invest LLC analyzes accidents and performs administrative and production control based on the causes of occurrence of injuries. According to the data, we see mostly positive dynamics, but despite this, there is an increase in injuries in specialized organizations, in administrations and branches of PJSC Gazprom. One of the high-risk jobs is the work associated with hyperbaric welding. To prevent accidents at the

workplace under water, we should take into account the entire range of work to identify risks and develop measures to reduce injuries due to improved working conditions.

*Keywords:* injuries, hyperbaric welding, pipeline, causes, hazards, activities.

«Газпром инвест» – единый заказчик для реализации крупнейших системных инвестиционных проектов ПАО «Газпром». В сфере деятельности компании входят проектирование, строительство и ввод в эксплуатацию объектов газовой отрасли, промышленного и гражданского строительства [1].

Такая сфера деятельности, как строительство объектов газовой отрасли относится к опасным условиям труда, вследствие сложности выполняемых работ. Анализ несчастных случаев и АПК (административно-производственный контроль) на производстве, их распределение по видам работ, травмирующим факторам и причинам их возникновения дает возможность грамотно спланировать и реализовать предупреждающие их мероприятия [2, 3].

По состоянию на 1 октября 2020 г. в ПАО «Газпром», его дочерних обществах и филиалах произошло 25 несчастных случаев на производстве, в которых пострадало 26 человек, в том числе 3 со смертельным исходом.

За аналогичный период 2019 г. в 31 несчастном случае на производстве пострадало 35 человек, в том числе 7 со смертельным исходом.

Количество пострадавших на производстве, в том числе со смертельным исходом, по видам деятельности за 2019 и 2020 гг. указаны в табл. 1.

Таблица 1

**Количество пострадавших на производстве**

Вид деятельности	Количество пострадавших (включая смертельный исход)			Динамика за 9 отчетных мес.
	За 2019 г.	За 9 мес. 2019 г.	За 9 мес. 2020 г.	
Добыча газа	6	5	1/1	-4

Вид деятельности	Количество пострадавших (включая смертельный исход)			Динамика за 9 отчетных мес.
	За 2019 г.	За 9 мес. 2019 г.	За 9 мес. 2020 г.	
Транспорт и хранение газа	9/1	9/1	7/1	-2
Переработка газа	8/4	8/4	-	-8
Специализированные организации	13/1	5/1	9/1	+4
Зарубежные организации	3/1	2/1	-	-2
Прочие организации	2	-	-	-
Администрация и филиалы ПАО «Газпром»	6	5	9	+4
Бурение и капремонт скважин	-	1	-	-1
ВСЕГО	47/7	35/5	26/3	-9

Причинами несчастных случаев (основные анализируются в процентах) на производстве за 9 мес. 2020 г. являются: непринятие мер личной безопасности (27 %); неудовлетворительная организация производства работ (23 %); нарушение правил дорожного движения (23 %); нарушение трудовой и производственной дисциплины; нарушение технологического процесса; неудовлетворительное состояние зданий, сооружений, территорий; конструктивные недостатки оборудования и прочие причины.

Такие неутешительные причины несчастных случаев составляют высокий процент травматизма на рабочем месте. Хотя с каждым годом производственный травматизм снижается по сравнению с предыдущими годами.

По этим данным видно, что прирост случаев травматизма происходит в специализированных организациях, в администрациях и филиалах ПАО «Газпром».

Рассмотрим важную часть производственного процесса, такую как гипербарическая сварка. Она состоит из двух методов: мокрого и сухого.

Данный вид работы относится к работам повышенной опасности, поэтому достичь нулевого травматизма крайне сложно. Компания применяет сухой метод сварки, являющийся наиболее безопасным по сравнению с мокрым, по мнению специалистов, для сохранения жизни и здоровья своих работников. Для этого используются глубоководные камеры, позволяющие производить сварочные работы в сухой среде, находясь при этом на глубине Балтийского моря около 80–110 м [4].

Несчастных случаев все равно не избежать из-за появляющихся опасностей, которые могут причинить серьезный ущерб здоровью рабочего. Например, опасность взрыва, из-за возможности скопления кислорода и водорода вокруг места сварки; отравление азотом или другими газами; поражения электрическим током; декомпрессионная болезнь; использование неисправного оборудования и само погружение под воду и всплытие.

Необходимо учесть все риски, для этого примем во внимание весь комплекс работ, включающий гипербарическую сварку, происходящий в семь этапов:

- 1) исследование морского дна;
- 2) резка труб;
- 3) установка надувных заглушек;
- 4) финальная обработка кромок;
- 5) подъем и перемещение;
- 6) сварка соединений;
- 7) подъем сварочного оборудования [5].

Поэтому для предотвращения опасностей и снижения уровней риска необходимо:

- проходить обучение и проверку знаний в области охраны труда и правильного использования снаряжения и самого выполнения работ;

- назначить ответственного сотрудника, который будет контролировать все действия работников, непосредственно принимающих участие в процессе сварки;
- обеспечение безопасных условий труда на рабочем месте;
- обеспечение СИЗ;
- тщательно проверять снаряжение и оборудование, выдаваемые работникам;
- обеспечивать более точный контроль дозированной подачи смеси газов в баллоны и глубоководную камеру;
- обеспечить своевременный отвод накапливающихся кислорода и водорода;
- работникам иметь при себе запасной баллон с воздухом, а также при всплытии выпускать газ из сварочной камеры.

Однако на сегодняшний момент обеспечения полной безопасности на рабочем месте не существует. Гипербарическая сварка подразумевает под собой опасности, которых невозможно избежать при неисправном состоянии баллонов и оборудования, неправильной технике и СИЗ, а также прогнозировании природных явлений [6].

Таким образом, предложенные мероприятия позволят на значительном уровне снизить травматизм в дочерних организациях и филиалах ООО «Газпром инвест».

#### Литература

1. Проекты ООО «Газпром инвест». URL: <https://invest.gazprom.ru/about/projects/> (дата обращения: 02.02.2021).
2. Об утверждении правил по охране труда при проведении водолазных работ: Приказ Минтруда России от 17.12.2020 № 922н. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_372949/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_372949/) (дата обращения: 10.04.2021).
3. Трудовой кодекс Российской Федерации: Федеральный закон № 197-ФЗ от 30.12.2001 (ред. от 05.04.2021). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34683/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/) (дата обращения: 10.04.2021).
4. «Северный поток»: Газопровод, напрямую соединивший Россию и Европу. URL: <https://www.gazprom.ru/projects/nord-stream/> (дата обращения: 02.02.2021).
5. Юхин Н. А. механизированная дуговая сварка плавящимся электродом в защитных газах. М., 2002. 73 с.
6. Техника сварки // Сварщик: онлайн-справочник по сварке. URL: <https://electrod-svel.ru/tehnika-svarki> (дата обращения: 10.04.2021).

**УДК 721**

*Дарья Андреевна Молочникова,*  
студент  
*Анастасия Ивановна Николаева,*  
студент  
(Санкт-Петербургский  
государственный архитектурно-  
строительный университет)  
*E-mail: molochnikovadasha@yandex.ru,*  
*nasty.nikolaewa@gmail.com*

*Daria Andreevna Molochnikova,*  
student  
*Anastasia Ivanovna Nikolaeva,*  
student  
(Saint Petersburg  
State University of Architecture  
and Civil Engineering)  
*E-mail: molochnikovadasha@yandex.ru,*  
*nasty.nikolaewa@gmail.com*

**ВІМ-ТЕХНОЛОГІЇ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ  
И МОДЕЛИРОВАНИИ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ**

**BIM-TECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION  
AND MODELING OF SAFETY SYSTEMS**

Современный подход к проектированию и строительству зданий и сооружений выражается в применении *BIM*-технологий – программных продуктов, основанных на создании *3D*-информационных моделей. Такие программы, как *Autodesk Revit*, позволяют значительно ускорить процесс проектирования всех систем здания: например, тщательно проработать вопрос эвакуации людей с учетом современных требований по организации доступной среды для маломобильных групп. Также следует отметить неоспоримое преимущество использования *BIM*-технологий во всех смежных проектируемых областях, способствующее своевременному выявлению коллизий в проектировании и устранению их уже на этапе моделирования. Применение *BIM*-технологий возможно и на стадии эксплуатации объекта – с целью мониторинга и актуализации информации по его жизненному циклу, что дает существенные преимущества в сравнении с другими подходами.

*Ключевые слова:* *BIM*-технологии, *3D*-моделирование, *Autodesk Revit*, проектирование систем пожаротушения, проектирование эвакуационных путей и выходов.

Modern approaches to the design and construction of buildings and structures, today, are seen in the use of software products based on the creation of *3D* information models, i. e. *BIM* technologies. The use of such software products as *Autodesk Revit* significantly speed up the design process of all systems of the building under construction, for example, careful working out of the issues of evacuating people, taking into account the modern requirements for organizing an “Accessible

Environment” for people with limited mobility. Also, it should be noted the indisputable advantage of using BIM technologies in all related design areas, which allows to identify collisions in the design in time and eliminate them even before the modeling stage is closed. The use of BIM technologies at further phases is also possible at the stages of operation of objects, in order to monitor and update information on the life cycle of an object, which gives significant advantages in comparison with other approaches.

*Keywords:* BIM technologies, 3D modeling, Autodesk Revit, fire extinguishing system design, design of evacuation routes and exits.

На сегодняшний день современное строительство стремится к улучшению и преобразованию всех процессов с использованием новых технологий информационного моделирования.

Процесс проектирования, как всем известно, на всех стадиях создания и эксплуатации зданий и сооружений требует высокой точности, так как чем дальше ушел проект в разработку, тем сложнее вносить коррективы.

В наше время, для уже существующих и строящихся зданий, в большинстве своем, проектная и рабочая документация для строительства оформляется с помощью комплекта рабочих чертежей, выполненных в режиме двухмерного проектирования согласно: ГОСТ Р 21.101–2020 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации», ГОСТ 21.508–2020 «Система проектной документации для строительства (СПДС). Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов». Однако при выполнении работ с применением двухмерного проектирования возникают трудности, связанные с возможностями возникновения так называемых коллизий при проектировании объектов строительства [1]. Как следствие, в дальнейшем на этапе строительства возможно появление ошибок, допущенных на стадии проектирования.

В настоящем, для решения этой проблемы возможно внедрение новых технологий проектирования, например *BIM*-технологии (от англ. *Building Information Modeling* – информационное моделирование зданий и сооружений). Данные технологии оптимизируют

строительный процесс, объединяя элементы проектирования различных специалистов: архитекторов, инженеров, сметчиков, в единую систему [2].

Мировой опыт показывает, что комплексное или частичное использование *BIM*-технологий во многом превосходит традиционный метод конструирования строительных объектов. Проектирование зданий и сооружений, основанное на создании *3D*-визуализации, позволяет смоделировать и просчитать процессы, которые будут в нем происходить, еще до начала строительства. С этим и связаны преимущества *BIM*-технологий:

- решение индивидуальных задач (системы безопасности, инженерные сети, сметы, и т. д.);
- быстрое выявление и исправление ошибок и неточностей в проекте;
- обследование *3D*-модели с целью проведения анализа, моделирования, прогнозирования аварийных и чрезвычайных ситуаций;
- управление и контроль возведения объекта на всех этапах строительства;
- контроль дальнейшей эксплуатации, с выявлением преждевременных разрушений;
- интеграция информационных данных воедино из отдельных компонентов объекта;
- сокращение сроков проектирования;
- сокращение расходов на строительство объекта [3].

Примером внедрения *BIM*-технологий в процесс проектирования является выполнение *3D*-модели системы противопожарной защиты, в частности автоматической установки пожаротушения здания (АУПТ), согласно требованиям нормативных документов, вступивших в силу с 1 марта 2021 г. [4]. Унификация систем АУПТ в виде «семейств» позволила обеспечить быстрый и удобный доступ ко всем элементам имеющейся системы. Также, информационная *3D*-модель позволяет успешно проектировать пространства эвакуационных путей и противопожарных зон, для случаев развития чрезвычайных ситуаций внутри помещений, с учетом современных требований стандартов по организации «Доступной среды» для маломобильных групп населения МГН [5].

На сегодняшний день системы 3D-проектирования стали одним из главных инструментов в работе проектировщиков и для успешного внедрения BIM-технологии необходимы специалисты с наличием профессионального обучения. Но несмотря на это, многие образовательные учреждения до настоящего времени используют обучение на основе двухмерного проектирования, тем самым снижая интерес студентов к изучению инновационного проектирования. Выходом из сложившейся ситуации может служить включение в образовательный процесс дисциплин, связанных с обучением BIM-технологиям на основе программного обеспечения *Autodesk Revit* [6]. Новая программа *Autodesk Revit* даёт возможность архитектурного проектирования, построения различных инженерных систем и строительных конструкций, а также моделирования строительства. Эта программа обеспечивает высокую точность выполняемых проектов и основана на технологии информационного моделирования зданий – BIM.

4 марта 2014 г. BIM-технологии получили одобрение на государственном уровне в соответствии с решением Президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию – «Об инновационном развитии в сфере строительства» [7]. Это решение послужило стимулом для более широкого обсуждения данной тематики, а также внедрения BIM-технологии в отрасли современного строительства [8].

Тенденции всеобщего принятия данной технологии в России пока не наблюдается, это связано с целым рядом проблем:

- нехватка квалифицированных специалистов;
- серьёзные вложения средств в обучение и повышение квалификации специалистов, как следствие – малая заинтересованность организации;
- высокая стоимость программного обеспечения, которая в среднем колеблется от 100 до 1000 тыс. рублей, что может является существенным платежом для многих строительных организаций;
- трудность внедрения нового программного продукта [3].

Безусловно, все эти проблемы затрудняют внедрение BIM-технологий в России. Однако, несмотря на это, пути решения

указанных вопросов вполне предсказуемы. Современные тенденции развития идут по пути *BIM*, и становится очевидным, что не все предприятия смогут быстро освоить эту систему. Первым шагом для каждой организации будет являться осознание того, что данная технология постепенно будет смещать двухмерное проектирование с рынка, и конкурентными преимуществами будет обладать та организация, которая примет данный факт раньше [8].

На основании вышесказанного можно заключить, что *BIM*-технологии являются важным инструментом для инженерно-технических работников различных направлений деятельности, который позволит в кратчайшие сроки обмениваться информацией между всеми участниками строительства, что является не только экономически выгодным, но и исключает появление большинства ошибок на стадии проектирования и строительства.

*BIM*-технологии – это логичный и необратимый процесс внедрения *3D*-проектирования в сферу создания проектов и их строительства.

Применение данных технологий значительно облегчит труд проектировщиков различных направлений, в том числе проектных решений по обеспечению требований безопасности среды жизнедеятельности людей, и в разы улучшит качество проектной документации, при этом оптимизировав сроки выполнения и реализации проекта.

#### Литература

1. Червова Н. А., Лепешкина Д. О. Коллизии инженерных систем при проектировании в *BIM* платформах // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2018. № 3(66). URL: [https://unistroy.spbstu.ru/userfiles/files/2018/3\(66\)/2\\_66.pdf](https://unistroy.spbstu.ru/userfiles/files/2018/3(66)/2_66.pdf) (дата обращения 05.03.2021).

2. Вирцев М. Ю., Власова А. Ю. *BIM*-технологии – принципиально новый подход в проектировании зданий и сооружений // Российское предпринимательство. Т. 18. № 23. 2017. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bim-tehnologii-principialno-novyy-podhod-v-proektirovanii-zdaniy-i-sooruzheniy> (дата обращения 05.03.2021).

3. Клоченко М. О. Проблемы внедрения *BIM*-технологий // Актуальные проблемы современной науки: Сборник тезисов научных трудов XXIV Между-

народной научно-практической конференции, Санкт-Петербург-Астана-Киев-Вена, 29 ноября 2017 г. Киев, 2017. С. 14–17.

4. Об утверждении свода правил «Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования» (вместе с «СП 485.1311500.2020. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования»): приказ МЧС России от 31.08.2020 № 628. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_363050/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_363050/) (дата обращения: 20.03.2021).

5. Анисимов С. А., Азизов И. Р., Мингалева И. Е. Особенности применения BIM-технологий при проектировании пожарной автоматики зданий и сооружений // Наука и образование. 2020. Т. 3. № 4. URL: <http://opusmgau.ru/index.php/see/article/view/2449> (дата обращения: 20.03.2021).

6. Кондакова Ю. В., Бочкарев Д. Н. Актуальность использования BIM-технологий в учебном процессе // Новая наука: стратегия и векторы развития. 2016. № 2-2(64). С. 68–72.

7. Межрегиональная ассоциация архитекторов и проектировщиков: официальный сайт. URL: <https://www.npmaar.ru/?view=article&id=1029:modek&-catid=122> (дата обращения: 20.03.2021).

8. Дронов Д. С., Киметова Н. Р., Ткаченко В. П. Проблемы внедрения BIM-технологий в России // Синергия наук. 2017. № 10. С. 529–549. URL: <http://synergy-journal.ru/archive/article0417> (дата обращения: 20.03.2021).

## **ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ**

**УДК 624.05**

*Арина Владимировна Паршентева,*

студент

(Санкт-Петербургский

государственный архитектурно-

строительный университет)

*E-mail: arinaparshentseva@gmail.com*

*Arina Vladimirovna Parshentseva,*

student

(Saint Petersburg

State University of Architecture

and Civil Engineering)

*E-mail: arinaparshentseva@gmail.com*

### **АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА. НОВЫЙ КАИР: РЕШЕНИЕ ИЛИ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ?**

#### **RELEVANT PROBLEMS IN MODERN BUILDING NEW CAIRO: A WAY-OUT OR A WARNING?**

Новые технологии позволяют большим городам активно расширяться. Краины мегаполисов мгновенно застраиваются дешевым быстровозводимым жильем. Столица Египта – Каир – не стала исключением. В связи с перенаселением и загрязнением городской среды государство решило создать новую столицу. Однако строительство Нового Каира вызывает еще больше проблем и вопросов, наиболее актуальным из которых является дальнейшая судьба Старого Каира. Правительство Египта направляет усиленное финансирование на развитие территорий пустыни, оставляя в тени улучшение качества существующих районов. Данный подход также лишает историческую часть города возможности расцвета. Решение сложившейся ситуации заключается в грамотном и рациональном распределении внимания между возведением нового и сохранением старого.

*Ключевые слова:* высотные здания, каменные джунгли, неудачная архитектура, реконструкция, реставрация, сохранение.

Nowadays, up-to-date technologies allow large cities to expand rapidly. The outskirts of megalopolises are instantly built up with cheap and fast-built housing. The capital of Egypt – Cairo – is no exception. Due to overpopulation and pollution of the urban environment, the state decides to create a new capital. However, the construction of New Cairo raises even more problems and questions, the most urgent of which is the future fate of Old Cairo. Egyptian government is channelling increased funding for the development of desert lands, overshadowing the improvement in quality of existing districts. This approach also deprives the historical part

of the city from its quick prosperity. The solution to this situation lies in the competent and rational distribution of attention between the construction of the new and the preservation of the old.

*Keywords:* skyscrapers, stone jungle, failed architecture, reconstruction, restoration, conservation.

We live in a fast-changing world. In less than 50 years, human's apprehension of life has drastically changed, due to new technological discoveries. People have become more materialistic and attached to physical objects. The mankind has entered a new urban era.

There is no doubt that architecture is one of the biggest human influencers in the world. We see buildings that create our environment, we live inside them. But don't cityscapes look rather cold and unwelcoming today? Why do people still choose to live in a stone jungle?

In this article, I would like to talk about the most relevant urban issue of our millennia. As an illustration of the problem, I suggest you take look at Egypt's sprawling capital, the Cairo city.

Egypt is a large and fast-growing country. It is the most-populous Arab nation, with number of inhabitants ranging 101,5 million. There is no doubt that Cairo's rapidly expanding population desperately needs housing. But the city is already packed with a large collection of half-empty planned towns, each a failed monument to their developers' inability to drive most of the population out of downtown Cairo [1, 2].

Egyptian capital is a vigorous but dysfunctional megalopolis whose citizens suffer from tragic pollution, unstopable traffic, and severe water stress.

The only found solution was to create a brand-new city, the New Cairo, that would be able to house all the workers [3].

The project is designed to wipe clean the problems of Cairo and build a brilliant future [4]. Major government buildings were scheduled to relocate there in June 2019. Foreign embassies were also encouraged to move, and businesses would be taken away to a central business district of 20 Chinese-built skyscrapers. But what will happen to the old city once New Cairo takes root?

If the government's plans are successful, the move will leave behind a network of abandoned buildings, all owned by the same umbrella

company as the new capital, and for which there is currently no plan. For the government, the new administrative capital represents a fresh start – but one that will draw wealth from the existing capital.

The future of the many buildings that form Egypt's growing infrastructure, mostly situated in central Cairo, remains vague.

“We have no plan as to how to invest in these buildings, but we will fix it and figure it out,” says El-Husseiny, an assistant professor of architecture and urban design at The American University in Cairo, “Maybe we can make them into hotels.”

“Cairo isn't suitable for the Egyptian people,” says El-Husseiny. “There are traffic jams on every street, the infrastructure can't support the population, and it's very crowded. Without any specific masterplan, it has started to become ugly ... there's no humanity.”

As you might have noticed, Egyptian architects admit the fact that half of housing in Cairo is already empty and in no-use. And if we examine the city-view on the picture, the reasons are obvious. Nowadays Cairo resembles an ant-house with thousands of unfinished but already rented buildings. The incredible city centre is now hidden in a thick nutshell of cheap blocks of flats.

The worst part of the problem is that it occurs not only in Egypt, but also in various developed countries, including Russia (look at local ghettos in Moscow and Saint Petersburg suburbs).

There is no doubt that new technological progress allows us build amazing new structures, including skyscrapers, parametric designs, and more. But every new discovery also creates a new responsibility. We cannot abuse the success to gain more money and grant disbalanced lives to people.

The new Egyptian capital has no residents. It does not have a local source of water, and what is more important – it has just lost its major developer, the Chinese state company that had agreed to build the first phase. One might say the planned city in the desert 45 kilometres east of Cairo does not have a reason to exist. Urban planner David Sims told the Wall Street Journal, “Egypt needs a new capital like a hole in the head.”

The project gained momentum in autumn 2016, when two Chinese state companies stepped in to replace Emirati developers (who had backed

out the year before). Now one of the Chinese deals has also suffered a setback, which means the financial risk falls to the Egyptian government and local contractors. That is a heavy burden for a country considering that it is close to economic collapse. The country gets support from gulf states and stringent loans from the International Monetary Fund, but the foreign aid has its limits. And yet, plans for the new capital are advancing, covered in uncertainty and bluster. TV reports show earth moved, pipe being laid, apartment blocks rising on the windswept desert. The housing ministry promised that more than 17,000 units were nearly finished, and sales were to start in following months.

As construction moves on, fundamental questions remain unanswered. What will it take to pump scarce water out to the desert plateau, and who will bear the cost? Who will persuade tens of thousands of public workers to relocate? Why the rush to build a new city when Egypt faces more urgent challenges like economic austerity? Above all, why this determination to turn away from a vibrant cultural centre at the heart of the Arab world?

For decades, architects, planners and civil engineers have tried to decentralize the region, creating satellite cities that specialize in higher education, manufacturing, or luxury living, rather than solving urban core problems [5, 6].

The unofficial truth is that the government finds it easier to finance clean-slate development and promote real-estate speculation in the desert rather than to invest in infrastructure that would serve the urban majority. There are no plans to build new metro lines, or extend services, or add extra facilities to the city's informal neighbourhoods. The Ashwaiyat is a district where more than half of Cairo population lives in tightly-packed unfinished brick buildings separated by dirt alleys. The place badly needs proper improvement. Instead, there are PowerPoint presentations and colourful renders of spacious, green, "up-to-date" neighbourhoods from which all of Cairo's governance and national problems have been scraped off.

People believe that starting everything anew, from scratch, would grant them a great future. But it is essential to understand that already erected houses should not be abandoned.

Second lives must be given to the old edifices. Reconstruction and renovation should temporarily replace the ideology of a fresh start.

And if we keep thinking otherwise, all the land would get polluted with unwanted structures. It might sound unreal, because of the great scale of things, but the problem is truly crucial.

I reckon that people should look back at their ancestors and learn to appreciate what they possess.

### Литература

1. *Lindsey U.* The Anti-Cairo // Places Journal. 2017. March. URL: <https://placesjournal.org/article/the-anti-cairo/?cn-reloaded=1> (accessed on: 26.04.2021).

2. *Arwa Gaballa.* Egypt's capital set to grow by half a million in 2017 // Reuters. 2017. March, 12. URL: <https://www.reuters.com/article/us-egypt-population-idUSKBN16J0XF?il=0> (accessed on: 26.04.2021).

3. *Kingslay P.* A new New Cairo: Egypt plans £30bn purpose-built capital in desert // The Guardian. 2016. March, 16. URL: <https://www.theguardian.com/cities/2015/mar/16/new-cairo-egypt-plans-capital-city-desert> (accessed on: 26.04.2021).

4. *Michaelson R.* 'Cairo has started to become ugly': why Egypt is building a new capital city // The Guardian. 2018. May, 08. URL: <https://www.theguardian.com/cities/2018/may/08/cairo-why-egypt-build-new-capital-city-desert> (accessed on: 26.04.2021).

5. *Davies C.* Inside Cairo's desert ghost towns // CNN. 2011. December, 20. URL: <https://edition.cnn.com/2011/12/07/world/meast/cairo-desert-ghost-down/index.html> (accessed on: 26.04.2021).

6. *Zwangsleitner D.* Cairo New Towns – From Desert Cities to Deserted Cities // Failed Architecture. 2014. April, 28. URL: <https://failedarchitecture.com/cairo-new-towns-from-desert-cities-to-deserted-cities> (accessed on: 26.04.2021).

УДК 338.24

*Марина Андреевна Какоило,*  
студент  
(Санкт-Петербургский  
государственный архитектурно-  
строительный университет)  
*E-mail: kakoilo\_2011@inbox.ru*

*Marina Andreevna Kakoylo,*  
student  
(Saint Petersburg  
State University of Architecture  
and Civil Engineering)  
*E-mail: kakoilo\_2011@inbox.ru*

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И КОНЦЕПЦИЙ ЛОГИСТИКИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

### **PROSPECTS FOR APPLICATION OF MODERN TECHNOLOGIES AND LOGISTICS CONCEPTS IN CONSTRUCTION**

Рассматриваются особенности применения современных технологий логистики в строительстве, исследуются основные аспекты развития инжиниринга в сфере логистики и управления цепями поставок, делается вывод, что перспективы развития данного научного направления связаны с применением инжиниринга и аутсорсинга в снабжении строительных объектов. На сегодняшний момент инжиниринговые услуги занимают лидирующие позиции, отличаются многофакторностью и комплексностью, включают снижение затрат; услуги, связанные с проектированием и научными исследованиями; информационные услуги; услуги в области закупочной логистики; услуги, связанные с транспортными средствами; подготовку документации.

*Ключевые слова:* логистика, инжиниринг, аутсорсинг, инженерно-строительные фирмы, менеджмент, современные технологии, концепции логистики, логистика в строительстве.

The article examines the features of the application of modern logistics technologies in construction, examines the main aspects of the development of engineering in the field of logistics and supply chain management, and comes to the conclusion that the prospects for the development of this scientific direction are associated with the use of engineering and outsourcing in the supply of construction objects. Today, engineering services occupy a leading position, which are characterized by the presence of multi-factor and complexity, which include cost reduction, services that are related to design, as well as scientific research, information services, services in the field of procurement logistics, services related to vehicles, documentation preparation.

*Keywords:* logistics, engineering, outsourcing, engineering and construction firms, management, modern technologies, logistics concepts, logistics in construction.

Возрождение логистики, которая появилась еще в древности, произошло в конце XX в. в условиях кризиса, что заставило исследователей обратить пристальное внимание на ресурсный фактор и задуматься о внедрении ресурсосберегающих технологий в развитие компаний, что не могло не повлиять на организацию как управлением производственным циклом, так и обеспечивающими процессами.

Логистика как наука занимается планированием, управлением материальными, сервисными и нематериальными потоками в логистических системах и контролем за их движением [1–4].

Благодаря высокому жизненному темпу, а также быстрому развитию сферы информационных и компьютерных технологий логистика приобрела новые задачи. Например, основные решения о поставках для строительной компании начали приниматься на основе общей стоимости и соответствия нормативным стандартам качества. Имеет место быть также и возросшая потребность в интеграции потока строительных операций путем устранения внутрисистемных и межсистемных конфликтов, с тем чтобы превратить их во взаимовыгодные компромиссы и совместное принятие межфункциональных решений с учетом критериев и возможностей логистики, что повысило бы общую эффективность.

Как правило, инжиниринговые и строительные компании предоставляют полный спектр инженерно-технических услуг. Эти услуги включают в себя: проектирование объекта, поставку, монтаж, наладку и пуск оборудования. Они также могут выполнять обязанности генерального подрядчика объекта, привлекая строительные компании в качестве субподрядчиков. Исходя из этого, направления деятельности компании включают в себя: гражданское строительство, городское строительство и промышленные объекты.

Чтобы увеличить продажи своих основных продуктов, фирмы обращаются к инжиниринговым компаниям за консультациями по разработке, логистике, программному обеспечению и подготовке к проектированию. Проектные компании выполняют проектирова-

ние технологических процессов для расширения или создания нового производства на основе своих собственных патентов, в то время как подрядчики используются для выполнения остальной части инженерных работ.

К инжиниринговым услугам, которые отличаются наличием многофакторности и комплексности, можно отнести такие самостоятельные функции, как: снижение затрат, услуги, которые связаны с проектированием, а также научными исследованиями, информационные услуги, услуги в области закупочной логистики, услуги, связанные с транспортными средствами, подготовка документации.

Поскольку консультанты по проектированию обращаются за помощью к профессиональным маркетологам, логистам, ИТ-менеджерам и другим специалистам для создания проекта, конечная инженерная услуга включает в себя соединение различных дополнительных бизнес-услуг и напоминает известную модель «продукт с подкреплением», где продукт отличается дизайном и продуктом в реальном исполнении. Основной целью инжиниринговых работ в строительном секторе является разработка модели и создание объекта, который наилучшим образом соответствует этой модели. В процессе эксплуатации на первый план выдвигается корректность моделирования технологических процессов с учетом реальных событий жизненного цикла объекта.

Разработка модели и создание объекта являются главными целями инжиниринга в строительстве. Для этого необходимо корректно смоделировать основные технологические процессы. Инжиниринговые услуги содержат элементы логистической поддержки, отражающие актуальность разработки логистического управления материальными потоками инжиниринговой компании.

Процессы реализации логистических функций, такие как транспортировка, складирование управление запасами и закупками, для строительной организации являются вспомогательными. В соответствии с концепцией реинжиниринга предприятию необходимо определить наиболее конкурентоспособное направление, предварительно повысив эффективность основных процессов и снизив затраты на них, а остальные передать на аутсорсинг. Как правило,

при проведении закупок аутсорсинг продвигается по одному из направлений, первое из которых предполагает выполнение отдельных функций снабжения с вовлечением логистических операторов, для снижения затрат при реализации цепей поставок, а второе предполагает наличие логистического провайдера, отвечающего за комплексное выполнение следующих логистических функций: управление запасами и реализация материалов, частичное складирование, взаимодействие с поставщиками, организация многономенклатурных поставок материалов на строительные объекты в соответствии с планом-графиком строительных работ. В то же время данный вариант не исключает возможности использования транзитных поставок и предполагает реализацию логистических процессов с целью определения оптимальности общих издержек в цепи поставок.

Перспективы использования логистического аутсорсинга в логистике позволяют значительно повысить качество услуг, способствуют развитию компании и предполагают долгосрочные партнерские контракты.

Для того чтобы оптимизировать затраты на поставку, обслуживаемая строительная компания должна принять ряд решений. Например, она обязана сформулировать требования к организации логистических услуг, которые определяют графики ведения строительных работ, специфику произведенных работ, которая вытекает из технологии строительства. Как правило, требуют уточнения характеристики ожидаемого обслуживания: стоимость, время, затрачиваемое на выполнение заказа, и качественные параметры оказываемых услуг. Остальные решения закреплены за логистическим провайдером. Если в данной цепочке отсутствует провайдер, то решения будут приняты службами закупок и логистики строительной компании.

Существуют три категории решений, которые принимаются провайдерами. К первой категории относятся решения, связанные с организацией услуг. Например, создание и отправка грузов на строительные площадки, номенклатура материалов, их совместимость при транспортировке в одном транспортном средстве, управление

запасами на собственных складах и организация маршрутов общественного транспорта с учетом количества обслуживаемых объектов.

Вторая категория связана с отношениями между поставщиками и поставщиком логистики. Это включает, например, управление запасами, оценку затрат на логистику, согласование текущих и резервных параметров запасов и контроль дефицита запасов.

Решения, которые поставщик принимает в отношении своих складов и доступного транспорта, составляют третью категорию. Это влияет на микропроектирование, оборудование и площадь склада, организацию персонала и сбор, прием и отгрузку товаров. Важны транспортные решения: от них зависит техническое обслуживание подвижного состава, контроль, эксплуатация, обновление автопарка.

В цепи поставок материалов могут быть применены следующие логистические концепции: быстрого реагирования, бережливого производства и обеспечения, точно в срок, управления запасами поставщиком. И несмотря на то, что при всём разнообразии концепций, методов и моделей на данный момент нет универсальных решений, позволяющих оптимизировать затраты любой цепи поставок, в каждой из них преобладают свои особенности, включающие подходящие методы и модели.

#### **Литература**

1. Долгов А. П., Рыбнов Е. И. Логистика снабжения и запасов в строительстве: стратегии, методы, модели. М.: Изд-во АСВ; СПб.: СПбГАСУ, 2003 (Рот. СПбГАСУ). 232 с.
2. Гуторова И. А. Закупочная логистика в строительстве. Ростов н/Д: РГАС, 1996. 89 с.
3. Плетнева Н. Г., Власова Н. В. Развитие логистики в строительстве: особенности, перспективы, методы принятия решений // Проблемы современной экономики. 2009. № 2(30). С. 251–253.
4. Плетнева Н. Г. Концептуальная модель логистического обеспечения предпринимательской деятельности в строительстве как инструмента повышения её эффективности // Вестник гражданских инженеров. 2018. № 6(59). С. 330–338.

УДК 338.1.462

Марина Вячеславовна Коцюбинская,  
студент

(Санкт-Петербургский  
государственный архитектурно-  
строительный университет)

E-mail: marina022598@gmail.com

Marina Viacheslavovna Kotciubinskaia,  
student

(Saint Petersburg  
State University of Architecture  
and Civil Engineering)

E-mail: marina022598@gmail.com

## ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СТОИМОСТЬЮ РЕМОНТНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

### PROBLEMS OF COST MANAGEMENT OF REPAIR AND CONSTRUCTION WORKS

В процессе управления стоимостью ремонтно-строительных работ возникают специфические проблемы. Их выявление и анализ позволят повысить эффективность деятельности ремонтно-строительных организаций. В статье рассмотрены расходы, формирующие стоимость работ; алгоритм формирования стоимости и факторы, влияющие на нее. На основе изученного материала сформулированы вопросы, возникающие в областях определения задач финансирования, оценки задействованных ресурсов, разработки нормативов эффективности и их измерения, формирования ключевых факторов. Описаны риски, которые могут возникнуть из-за существующих проблем.

*Ключевые слова:* проблемы управления стоимостью, планирование и контроль затрат, управление стоимостью, подрядная строительная организация, ключевые факторы, показатели эффективности.

In the process of managing the cost of repair and construction work, specific problems arise. Identification and analysis of problems in cost management will improve the efficiency of repair and construction organization. The article discusses: costs that form the cost of work, the algorithm for forming the cost of order, factors affecting the cost. On the basis of the material studied, the problems arising in cost management are formulated in the field of: defining financing tasks, assessing the resources involved, developing efficiency standards and measuring them, and forming key factors. It also presents the risks that may arise due to existing problems.

*Keywords:* cost management problems, cost planning and control, cost management, construction contractor, key factors, performance indicators.

Сегодня для национальной экономики России отрасль строительства имеет большую значимость. Количество действующих

строительных компаний растет с каждым годом. За 2019 г. удельный вес строительной продукции в ВВП РФ составил 5,6 % [1]. В указе Президента России «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» акцент делается на развитии отрасли строительства. Согласно указу, необходимо улучшить жилищные условия граждан, обеспечить доступное жилье, увеличить объемы строительства, повысить комфортность городской среды и другое [2]. Обобщая вышеизложенное: для России развитие строительной отрасли является ключевым направлением народного хозяйства.

Поскольку отрасль строительства стремительно развивается, появляется все больше новых жилых домов и соответственно растет спрос на ремонтные работы, чтобы квартиры как с отделкой от застройщика, так и без отделки сделать комфортными для проживания. Чтобы удовлетворить растущий спрос на ремонтные работы и выполнять задачи указа Президента, а также обеспечить эффективность деятельности организаций, необходимо использовать современные, эффективные методы управления стоимостью.

Однако при управлении стоимостью ремонтно-строительных работ возникают специфические проблемы, связанные с особенностями формирования бизнес-моделей, их эффективностью для конкретной организации с учетом ее ресурсного обеспечения. Исследование и анализ проблем в данной области позволит повысить эффективность деятельности организаций, осуществляющих ремонтно-строительные работы в целом и разработать алгоритмы и инструменты управления стоимостью для конкретных организаций с учетом специфики клиентской базы и ресурсных возможностей организации. Остановимся на проблемах, возникающих в управлении стоимостью ремонтно-строительных работ.

Ремонт – комплекс организационных и технико-экономических мероприятий, которые необходимы для восстановления/замены/починки вышедших из строя элементов конструкций, отделки или оборудования, с целью обеспечения безопасного и комфортного нахождения в помещении.

Стоимость ремонтно-строительных работ укрупненно состоит из:

- материальных ресурсов (строительные материалы/изделия и пр.);
- технических ресурсов (используемые в проекте технические инструменты);
- трудовых ресурсов (средства на оплату труда и отчисления ФСС);
- сроков выполнения работ;
- прочих дополнительных расходов.

Каждый заказ на ремонт по-своему уникален, поэтому стоимость ремонта одинаковых по площади помещений иногда может быть очень разной. На различия в стоимости влияет:

- какие материалы заказчик хочет использовать – более дорогие или дешевые;
- какой объем строительного оборудования необходимо будет использовать: для некоторых работ нужны специфические дорогостоящие строительные инструменты, а в некоторых случаях можно обойтись стандартным набором;
- какой квалификации кадры будут производить работы, например, для малярных работ подойдут низкоквалифицированные рабочие, а уже для разводки сетей электроснабжения или водоснабжения потребуются высококвалифицированные специалисты, цены на услуги которых на порядок выше;
- срочность выполнения работ, если ремонт необходимо выполнить в сжатые сроки, то и расценки будут увеличены подрядчиком, поскольку ему придется направить больше рабочих на объект, возможно, производить работы сверхурочно;
- также необходимо учитывать дополнительные расходы, которые могут возникнуть в процессе (исправление брака, задержки в поставках и др.).

Изложенное выше обуславливает необходимость для каждого заказа на основании норм, расценок, используемых решений, проекта и условий производства работ составлять индивидуальные сметы [3]. Обобщенно алгоритм составления сметной стоимости проекта ремонта можно представить следующим образом (рис. 1).



Рис. 1. Алгоритм формирования стоимости заказа на ремонтно-строительные работы

Также, следует отметить, что ремонтные работы не всегда проводятся на основании проектной документации и дизайн-проекта. Иногда проект ведется исключительно основываясь на желаниях заказчика, что становится дополнительным конфликтным моментом при сдаче работ заказчику. Поскольку не все клиенты могут составить полный образ окончательного ремонта и в итоге получают работы недостаточно эстетического вида, то заказчик начинает обвинять в этом подрядчиков, хотя сам изначально отказался от разработки дизайн-проекта.

Точная стоимость заказа будет известна только после завершения всех работ по нему, т. к. на цену влияет много внешних факторов: начиная от повышения цен на материалы, заканчивая поставкой бракованной продукции или несвоевременными поставками, вызывающими простои и увеличение затрат. Чтобы стоимость ремонта изменялась минимально и не было конфликтов с заказчиком, необходимо грамотное управление стоимостью. Для того чтобы знать сколько материалов и/или средств будет использовано при реализации заказа, его стоимость и необходимые средства для реализации нужно представить в четко структурированном документе.

Управление стоимостью является деятельностью по контролю расходующихся в ходе проекта средств и ресурсов и стоимостной оценки. Целью системы управления стоимостью является планирование и контроль затрат, который осуществляется с помощью разрабатываемых методов, политики и процедур.

Процессы, входящие в управление стоимостью, призваны обеспечить исполнение проекта в рамках запланированного бюджета:

- планирование ресурсов (какие ресурсы и в каком объеме используются для исполнения работ);
- оценка стоимости (расчет стоимости ресурсов, используемых для работ по проекту);
- бюджетирование (распределение общей стоимости по отдельным работам);
- контроль и управление стоимостью.

Управление затратами осуществляется с помощью основного документа – бюджета проекта. Документ состоит из реестра планируемых расходов и доходов, распределенных по статьям и периодам времени. В бюджете определяются ресурсные ограничения по заказу, поэтому при управлении стоимостью смета проекта выходит на первый план. Смета содержит обоснования и расчет стоимости проекта [4].

Первая проблема, которая возникает при управлении стоимостью – определение конкретных задач финансирования, т. е. кто и в каких пропорциях финансирует исполнение заказа.

Наиболее распространено внутреннее финансирование, т. е. исполнение заказа обеспечивается за счет организации, чаще всего используются средства потока, формирующиеся в ходе деятельности компании. Поток средств обеспечивает схема: заказчик вносит 50 % предоплату, а остальную часть оплачивает по факту выполненных работ, за счет потока этих средств организация ведет свою деятельность по заказам.

Однако нередко встречаются недобросовестные подрядчики, берущие деньги и не исполняющие свои обязательства. По итогу заказчик получает не услугу, а проблемы, решением которых ему приходится заниматься, и к тому же деньги потрачены и их возврат займет продолжительное время. Поэтому многие потребители очень негативно относятся к такой схеме оплаты.

Также проблема возникает в области оценки ресурсов, необходимых для реализации проектов. Главная цель оценки потребности в ресурсах – определение необходимых объемов финансовых/материальных ресурсов, задействованных рабочих, технического оснащения и прочего для исполнения проекта. Каждый заказ уникален, каждый заказчик предъявляет свои требования к проекту, следовательно, ресурсы для каждого проекта свои и материальные, и трудовые, особенно это касается сложных крупных заказов. В течение исполнения проектов по ремонту в ходе работы вносится множество изменений и доработок, что приводит к пересмотру результатов оценочных мероприятий каждого ресурса.

Для управления стоимостью необходимо определить параметры, которые определяют стоимость – ключевые факторы. Знания о данных факторах необходимо для того, чтобы организация могла на них повлиять в целях повышения эффективности деятельности [5].

Для использования ключевых факторов нужно установить их соподчиненность и степень влияния на стоимость. В ремонтно-строительной области это очень сложно сделать, потому что на стоимость влияет и квалификация рабочих, которые обеспечивают качество работ, и навыки общения менеджеров с заказчиками, которым нужно грамотно выявить потребности клиента, чтобы их максимально удовлетворить, а также без качественных материалов тоже не получится

хорошей работы и многое другое. Из всей этой совокупности сложно выделить главный фактор и как они соотносятся между собой.

Из предыдущей проблемы вытекает следующая: проблема разработки целевых нормативов эффективности и показателей измерения. Главным критерием показателей эффективности является измеримость, т. е. возможность отображения показателя в цифровом выражении [6].

Решением данной проблемы может стать разработка стандарта оказания услуг конкретной организацией по типам работ. Однако каждый объект уникален, и могут возникать нетиповые виды работ, нормирование по которым осуществить сложно, но появление таких нетиповых видов работ будет способствовать расширению спектра оказываемых организацией услуг и развитию стандарта.

Качество ремонтных работ сложно преобразовать в определенные цифровые показатели. Если такие параметры как шумоизоляция, толщина покрытия, ровность покрытий можно выразить числом согласно нормативам, то параметры эстетичности работы, качество обслуживания и другие будут очень субъективны в зависимости от человека, а они являются ключевыми факторами, за которыми необходимо пристально следить.

Внедрение инструментов контроля производства на соответствие требованиям технических регламентов существенно снижает юридические риски в процессе выполнения договорных обязательств. Таким образом, в стоимости ремонтно-строительных работ необходимо формировать резервы средств как на контроль производственных процессов, так и на решение юридических споров.

Поскольку существуют проблемы в управлении стоимостью, то это может привести к возникновению рискованных ситуаций, вследствие которых возникнут дополнительные затраты, которые также необходимо учитывать в стоимости работ. Риски, которые могут возникнуть, представлены в таблице.

Возникающие риски необходимо минимизировать, разработать алгоритмы для сокращения вероятности их возникновения, но также не забывать учитывать при управлении стоимостью ремонтно-строительных работ.

**Классификатор основных рисков**

Проблема	Фактор риска	Виды возникающих рисков
Определение конкретных задач финансирования	Неполучение средств за выполненные работы	Юридические (неисполнение условий договора заказчиком); коммерческие (неполучение прибыли)
Оценка ресурсов, необходимых для реализации проектов	Нехватка средств организации для осуществления этапа работ из-за увеличения стоимости в ходе пересмотра необходимых ресурсов	Юридические (невозможность исполнения организацией обязательств по договору); риск потери репутации организацией (из-за неисполнения обязательств и получения негативных отзывов)
Разработка целевых нормативов эффективности и показателей для их измерения	Возникновение конфликтных ситуаций из-за того, что качество работ не соответствует предъявляемым требованиям	Юридические (неисполнение одной из сторон условий договора, влекущее затраты на разбирательства и решение проблемы); коммерческие (неполучение прибыли); маркетинговые; производственные (издержки в ходе устранения недочетов/ брака)
Определение ключевых факторов стоимости ремонтно-строительных работ	Неверное формирование цен на услуги из-за неучтенных ключевых факторов	Риск упущенной выгоды (если цена поставлена ниже той, которую готов заплатить потребитель работ); риск экономических потерь (если цена на услуги рассчитана неверно: себестоимость выше цены); организационные риски (ошибка менеджеров при формировании цен на услуги)

На всех уровнях управления для принятия решений ориентиром является управление стоимостью. Управление стоимостью создает основу для нахождения компромиссов между конкурирующими целями и задачами компании, поэтому решение проблем управления стоимостью необходимо для повышения эффективности стратегического управления.

### Литература

1. Строительство в России. 2020: Стат. сб. / Росстат. М., 2020. 113 с URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/lj3CYRpU/Stroitelstvo\\_2020.pdf](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/lj3CYRpU/Stroitelstvo_2020.pdf) (дата обращения 22.02.2021).
2. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года: указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 № 204. URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/57425> (дата обращения 22.02.2021).
3. Кулешова И. Б. Процесс формирования стоимости строительно-монтажных работ // ТДР. 2014. № 5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/protsess-formirovaniya-stoimosti-stroitelno-montazhnyh-rabot> (дата обращения: 24.03.2021).
4. Полковников А. В. Управление проектами. Полный курс MBA. М.: Издательство «Олимп-Бизнес», 2017. 552 с.
5. Коупленд Т., Коллер Т., Муррин Дж. Стоимость компаний: оценка и управление. 3-е изд., перераб. и доп.; пер. с англ. М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2005. 576 с.
6. Данилин О. Принципы разработки ключевых показателей эффективности (КПЭ) для промышленных предприятий и практика их применения // Управление компанией. 2003. Т. 2. С. 21–28.

УДК 005.95/96

Мария Георгиевна Мелик-Гайказова,  
студент  
(Санкт-Петербургский  
государственный архитектурно-  
строительный университет)  
E-mail: maria.melik-gaikazova@yandex.ru

Maria Georgievna Melik-Gaikazova,  
student  
(Saint Petersburg  
State University of Architecture  
and Civil Engineering)  
E-mail: maria.melik-gaikazova@yandex.ru

**КЛЮЧЕВЫЕ АСПЕКТЫ ЯПОНСКОЙ СИСТЕМЫ  
УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ: ВОЗМОЖНОСТИ  
ПРИМЕНЕНИЯ В ОТЕЧЕСТВЕННЫХ  
ОРГАНИЗАЦИЯХ**

**KEY ASPECTS OF JAPANESE PERSONNEL MANAGEMENT  
SYSTEM: POSSIBILITIES OF APPLICATION  
IN DOMESTIC ORGANIZATIONS**

Актуальность изучения системы управления персоналом в Японии обусловлена относительно резким социально-экономическим развитием страны в послевоенные годы, захватом международных рынков и формированием монополий во многих сферах товарного обеспечения, а также постоянно возрастающим количеством транснациональных корпораций. Перечисленные положительные факторы позволяют дать высокую качественную оценку национальной политике в сфере экономики в целом по стране и эффективности управления на уровне отдельных организационных структур. Цель исследования – изучить основные аспекты японской модели управления персоналом и определить, насколько эффективно данный опыт может быть применен в российских реалиях.

*Ключевые слова:* управление персоналом, менеджмент, Япония, модель управления, пожизненный наём.

The relevance of studying the personnel management system in Japan is due to the fast rise in social and economic development of the during the post-war years, establishing of monopolies in many areas of commodity provision and ever-growing number of transnational corporations across the country. The above positive factors give high rating to the quality to national economic policy in general, and effective management of individual organizational structures particularly. The purpose of this article is to study the main aspects of the Japanese model of personnel management, and determine how effectively this experience can be applied in Russian realities.

*Keywords:* personnel management, management, Japan, management model, lifetime employment.

Методы управления в Японии фактически полностью отличаются от методов управления на Западе [1]. Самобытность и оригинальность, наряду с другими факторами, диктуется географическим положением, природно-климатическими условиями и спецификой исторического развития японцев как нации [2]. Человеческие ресурсы – это то единственное, чем страна обладает в избытке, поэтому организация управления персоналом играет ключевую роль в развитии управленческой науки. Японский менеджмент характеризуют патриотизм и забота о процветании нации, а также истинно системный научный подход к решению как крупных, так и мелких проблем фирмы, грамотное использование предыдущего опыта и традиций и многое другое [3].

К важнейшим его элементам (рис. 1) относятся: система пожизненного найма, система японского патернализма, система обильного морального стимулирования работников, а также система коллективного принятия решений. Помимо этого, одной из отличительных черт философии японского менеджмента является концепция непрерывного обучения. Каждая из этих систем тесно связана друг с другом. Так, например, система пожизненного найма переплетается с еще одной немаловажной частью японского менеджмента – системой оплаты труда по старшинству.



Рис. 1. Ключевые аспекты японской системы управления персоналом

Коротко проанализируем каждую из характерных особенностей японской модели управления персоналом и выявим, насколько она подходит для внедрения в российские компании.

Начнем рассмотрение данных аспектов с одной из самых узнаваемых особенностей японского менеджмента – системы пожизненного найма. Суть данной системы заключается в том, что сотрудников начинают нанимать на должность еще во время их учебы в высших учебных заведениях, планируя обучение, развитие и продвижение по службе вплоть до достижения ими пенсионного возраста. В этой практике преданность ценится больше, чем профессионализм. К каждому сотруднику относятся как к члену семьи.

Применительно к России, главным препятствием для внедрения системы пожизненного найма считается низкий авторитет руководителя среди работников, по сравнению с Японией. Следует отметить, что хотя у нас и не применяется понятие «пожизненный наём», но для большого количества людей в России свойственна продолжительная работа в одной организации, порой на протяжении всей трудовой деятельности. В первую очередь эта особенность связана с низким уровнем миграции населения, а также с ограниченным числом предприятий во многих регионах страны [4]. Помимо этого, важную роль может играть наличие родственных связей между работниками. Вместе с этим стоит заметить, что в Японии пожизненный наём существует не столько по причине ограниченной миграции населения, сколько благодаря реальному обеспечению заинтересованности работников максимальное время работать на одном предприятии.

Чтобы российские предприятия эффективно работали, основываясь на опыте пожизненного найма, их руководителям следует создавать условия для долгосрочной занятости сотрудников.

Далее, рассмотрим аспект, тесно связанный с пожизненным наймом – систему оплаты по старшинству. Сущность концепции заключается в том, что объем заработной платы ставится в прямую зависимость от продолжительности непрерывного стажа работника. В Японии эта система сложилась благодаря историческому развитию страны, классовой дифференциации, традициям и менталитету людей. Данную концепцию вводить в России не столь целесообразно, потому что она будет не так ясна русскому человеку, воспитываемому в других культурных условиях.

Перейдем к следующей специфической особенности японского управления персоналом – системе нематериального (морального) стимулирования и использования наиболее эффективных методов воспитания человека. Под методами морального стимулирования работника подразумевается выдача особых грамот и дипломов; принятие участия в специальных заседаниях, на которых отмечаются заслуги работника; посещение организаций партнеров, в том числе за границей и т. д. А такие методы воспитания, как коллективные поездки за город на отдых, организация совместных обедов работников с руководством фирмы в значительной мере могут повысить мотивацию сотрудников и усовершенствовать атмосферу в коллективе.

Стоит отметить, что данная техника частично уже используется в отечественных организациях. В целом, отмеченные выше практики считаются эффективными в российских компаниях и рекомендуются к применению.

Следующий рассматриваемый нами немаловажный аспект – это система коллективного принятия решений. Организационной культуре большинства японских компаний присуще предпочтение групповых ценностей перед индивидуальными, отождествление интересов индивида с интересами группы. Благодаря принципам коллективизма увеличивается производительность труда, сотрудникам легче решать возникающие проблемы и принимать решения, но в то же время коллективизм приводит к меньшей инициативе и может затруднить продвижение по службе.

Российская система, в связи с историческим путем развития страны, больше ориентирована на коллективизм. Возможно, стоит продолжать эту традицию, совмещая ее с некоторыми принципами индивидуализма.

Последний из рассматриваемых нами аспектов – концепция непрерывного обучения. Японские компании уделяют большое внимание повышению квалификации и образованию. Но, в отличие от европейского подхода к управлению, жители Страны восходящего солнца придают особое значение долгу в повышении профессионализма без серьезных ожиданий какой-либо матери-

альной выгоды. В японских фирмах происходит воспитание потребности к познанию, чтобы раскрыть природные способности каждого человека. Исходным моментом образования является самообразование.

Опыт в применении концепции стоит внедрять в России, но, скорее всего, понадобится материальное стимулирование работников, поскольку согласно данным Центра стратегических разработок НИУ ВШЭ только 17 % россиян в возрасте от 25 до 65 лет ежегодно проходят различные образовательные программы [5].

Попытки внедрить японские методы управления в полном объеме или частично предпринимались во многих развитых странах мира и с разным успехом. Эти попытки, безусловно, обогатили теорию и практику современного менеджмента.

Положительный результат от внедрения любых зарубежных методов управления возможен лишь в том случае, если они могут быть полноценно адаптированы к российской хозяйственной культуре [6]. Японский менеджмент, вследствие его уникальности, стоит рассматривать именно на фоне социально-исторических особенностей этой страны. Необходимо учитывать культурные отличия и особенности, осуществлять интеграцию выбранных методов постепенно, выборочно и на отдельных предприятиях. Вместе с тем, стоит отметить, что Россия почти на треть является дальневосточной страной и открыта как Западу, так и Востоку, поэтому японский стиль управления персоналом или как минимум существенные его черты довольно близки мировоззрению русского человека. Некоторые подходы уже частично используются в отечественных компаниях. Если приложить достаточное количество усилий, руководители организаций, которым близок данный вектор в развитии организационной культуры, в будущем смогут добиться высокой производительности труда на основе применения ключевых аспектов японской системы управления персоналом.

#### **Литература**

1. Гречкин А. В. Особенности японской системы управления персоналом: переход к новым формам найма служащих // Вестник АГТУ. 2007. № 4. С. 39–42.

2. *Арлашкина Н. Н., Рыскова А. С.* Особенности управления персоналом в Японии // Проблемы и перспективы экономических отношений предприятий авиационного кластера: сборник материалов II Всероссийской научной заочной конференции, 14–16 ноября, 2007 г. Ульяновск: 2007. С. 94–97.

3. *Оу И.* Японский менеджмент: прошлое, настоящее и будущее. М.: Издательство Эксмо, 2007. 158 с.

4. *Хачатуров А. Н., Гуревич Е. А.* О возможности прямого заимствования опыта японского менеджмента в России // Финансовый менеджмент. 2001. № 6. С. 71–77.

5. Экспертный доклад «12 решений для нового образования». URL: <https://ioe.hse.ru/news/217923426.html>. (дата обращения 24.04.2021).

6. *Хачатуров А. Е., Белковский А. Н.* Применимы ли в России традиции и опыт восточной школы менеджмента // Менеджмент в России и за рубежом. 2005. № 1. С. 81–91.

УДК 338

*Владислав Олегович Векшин,*  
студент  
(Санкт-Петербургский  
государственный архитектурно-  
строительный университет)  
*E-mail: Vekshin\_photo@mail.ru*

*Vladislav Olegovich Vekshin,*  
student  
(Saint Petersburg  
State University of Architecture  
and Civil Engineering)  
*E-mail: Vekshin\_photo@mail.ru*

**НЕЗАКОННЫЙ ОБОРОТ КОНТРАФАКТНОЙ  
ПРОДУКЦИИ КАК УГРОЗА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ  
БЕЗОПАСНОСТИ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА**

**ILLEGAL TRAFFICKING OF COUNTERFEIT  
PRODUCTS AS A THREAT TO ECONOMIC SECURITY  
OF THE NORTH-WESTERN FEDERAL DISTRICT**

Рассмотрены понятие и сущность незаконного оборота контрафактной продукции, его влияние на экономическую безопасность Российской Федерации и ущерб, нанесенный субъектам Северо-Западного федерального округа. Исследованы методы борьбы государства с оборотом контрафактной продукции. Изучены содержание и признаки теневой экономики, влияние незаконного оборота контрафактной продукции на экономическую безопасность государства. Проведен анализ состояния незаконного оборота контрафактной продукции и разработан ряд рекомендаций по совершенствованию борьбы с ним.

*Ключевые слова:* экономическая безопасность, незаконный оборот контрафактной продукции, теневая экономика, таможенный контроль, внешнеэкономическая деятельность.

The article considers the concept and the essence of illegal trafficking of counterfeit products, its impact on the economic security of the Russian Federation, as well as the damage caused to such subjects of the North-Western Federal District, and studies the methods of the state's fight against the trafficking of counterfeit products. The author also examines the content and signs of the shadow economy, evaluates the impact of illegal trafficking of counterfeit products on the economic security of the state, analyzes the state of illegal trafficking of counterfeit products. A number of recommendations have been developed to improve the fight against illegal trafficking of counterfeit products.

*Keywords:* economic security, illegal trafficking of counterfeit products, shadow economy, customs control, foreign economic activity.

На сегодняшний день рынок контрафактной продукции является одним из самых существенных секторов теневой экономики. Контрафактной продукцией называют изделия, находящиеся в обороте с нарушениями в сфере прав на результаты интеллектуальной собственности и средства индивидуализации. Иными словами, контрафактом являются подделки. Таким образом, недобросовестными предпринимателями осуществляется ввоз контрафактной продукции и их нелегальное указание в таможенных декларациях без использования товарных знаков и реальной стоимости [1].

Необходимо отметить негативное воздействие, которое теневая деятельность, в том числе оборот контрафакта, оказывает на экономику:

- темпы роста ВВП уменьшаются, а также минимизируется финансирование государственной поддержки субъектов предпринимательства;
- бизнес-сообщества дифференцируются на меньшие составляющие, образующие цепочку по легализации незаконных доходов, что провоцирует рост коррупции;
- подрываются правовые основы государства и дискредитируется бизнес, образуется большой разрыв между богатыми и бедными, а также несправедливо распределяется национальный доход.

Экономике наносится значительный ущерб, что влияет на уровень жизни граждан. Кроме того, оборот контрафакта отрицательно сказывается на деятельности отечественных производителей [2, 3].

Контрафакт подразделяется на несколько групп, исходя из родовых признаков. Так, к первой группе относится продукция, перемещение на территорию ЕАЭС и оборот которой осуществляется:

- без разрешения владельцев объектов защиты интеллектуальной собственности;
- в рамках юридических договоров, заключенных с лицами, не имеющими правомочий в отношении передачи продукции;
- в соответствии с действиями лиц, утративших право быть представителем интересов владельца товара в момент передачи.

Объединяющим косвенным признаком для данной группы является нарушение предписаний внутреннего законодательства по контролю за товарооборотом.

Вторую группу представляет оборот продукции с нарушением положений юридических договоров, а также с превышением правомочий уполномоченных лиц, в том числе:

- с нарушением установленного в рамках юридического договора допустимого способа использования (в издательском деле – переработка);
- с нарушением установленного в рамках юридического договора срока, во время которого разрешено использовать объекты защиты интеллектуальной собственности, а также оборот продукции на территории другого государства вопреки условиям юридического договора;
- выпуск в обращение количества продукции сверх установленного юридическим договором количества разрешенных экземпляров.

Третья группа контрафакта представлена в виде продукции, которая при доказанном факте недобросовестной конкуренции поступила в обращение. К примеру, реализация товаров с неправомерным использованием результатов интеллектуальной деятельности в торговом обороте, а также средств индивидуализации и объектов охраны интеллектуальной собственности. Практика уполномочивания данных лиц дает возможность уменьшить риск возникновения контрафакта в торговых сетях. Подтверждением наличия контрафактной продукции может служить ее меньшая стоимость в торговом обороте определенной страны.

Существует также следующая классификация контрафакта:

- *товары-двойники* (аналоги, родственные или тождественные товары), представляющие собой продукцию, имеющую абсолютное сходство с оригинальной; производители данной продукции преднамеренно вводят потребителей в заблуждение, применяя схожую тактику распространения товара в торговом обороте определенной страны, используя такие же механизмы менеджмента и досконально соблюдая визуализированные детали оригинала и их название;
- *товары-имитаторы*, то есть продукция, имеющая лишь частичное сходство с оригиналом, что заметно при внимательном осмотре; здесь используется смешивание признаков оригинала

и подделки, в результате для конечного потребителя данная продукция ассоциируется с оригинальной.

Исходя из статистических данных, из-за нелегального импорта бюджет России ежегодно лишается около 200 млрд руб. [4]. В России контрафакт распределяется неравномерно по территории страны, распространяясь в основном по регионам, где живут непритязательные граждане, а также там, где осуществляется слабый правоохранительный контроль. Например, в районах на границе с Китаем и Казахстаном, а также на Северном Кавказе [5]. От категории товара зависят масштабы распространения контрафакта в России. Росстатом, Министерством промышленности и торговли (далее – Минпромторг) и Федеральной таможенной службой была разработана методика расчета доли незаконно произведенных и ввезенных товаров легкой промышленности в розничном товарообороте. В результате использования данной методики, было установлено, что в 2016 г. около 26 % розничного торгового оборота являлось незаконным, что на 5 % меньше того же показателя за 2015 г. Исходя из мнения экспертов, 50–60 % оборота легкой промышленности представляют собой теневой импорт из стран дальнего зарубежья, 25–30 % – из стран ЕАЭС и примерно 15 % составляет неучтенный оборот [6].

В целом с годами оборот контрафакта лишь расширяется. Так, объем выявленной таможенными органами в 2018 г. контрафактной продукции превысил показатель за 2017 г. на 6,1 млн ед., составив 16,2 млн ед. В 2019 г. обращение контрафакта перешло показатель в 25 млрд руб. [7, 8]. Также в 2019 г. сотрудники Северо-Западного таможенного управления выявили более 2 млн ед. контрафактной продукции [9]. Важнейшей проблемой борьбы с контрафактом в современном мире является незаконный оборот спиртосодержащей продукции. Данная проблема очень актуальна для всех регионов Российской Федерации.

Для повышения эффективности борьбы с контрафактом важно обеспечить объединение и систематизацию усилий государств и правообладателей, а также необходимо проинформировать потребителей. Система борьбы с нелегальным товарооборотом должна

содержать законодательные, правоприменительные, организационные и образовательные меры, наравне с формированием общественного мнения. В данном случае изменение модели поведения граждан и формирование правильного мышления возможно, например, при помощи информирования с использованием социальной рекламы.

На данный момент в России создана и непрерывно совершенствуется административно-правовая база для результативной борьбы с распространением контрафакта. Здесь стоит отметить, что воздействие оказывается в основном на производителей и продавцов, но, как известно, спрос рождает предложение, поэтому стоит в той же мере влиять и на покупателей, например, при помощи введения административной ответственности за приобретение контрафактной продукции [10, 11].

Также требуется усовершенствовать правоохранительную деятельность таможенных органов при помощи утверждения соответствующего законодательного акта. Данным актом должны быть определены порядок приема на службу в правоохранительные органы и ее прохождения, а также антикоррупционные меры, такие как:

- определение конкретного порядка приема в правоохранительную службу таможенных органов, чтобы минимизировать риск найма коррупционеров;
- разработка определенного стандарта антикоррупционного поведения таможенных служащих;
- внедрение системы стимулирования антикоррупционного поведения (социальные гарантии, компенсации и т. д.), а также системы запретов и ограничений.

Требуется предпринять ряд мер для совершенствования таможенного контроля спиртосодержащей продукции, связанных с более глубокой детализацией классификации товаров, участвующих во внешнеэкономической деятельности (далее – ВЭД), то есть Товарной номенклатуры ВЭД (далее – ТН ВЭД). Данное усовершенствование позволит более действенно защитить российский рынок в процессе интеграции. Правильность классификации продукции влияет на определение ее цены, а также на обоснованность таможенных платежей, которые начисляются и взимаются

с участника ВЭД. Таможенный контроль может стать намного более эффективным, если ТН ВЭД будет конкретизирована. В качестве примера можно рассмотреть ситуацию, связанную с дорогостоящими виноградными винами. Поскольку вина, контролируемые по наименованию, в классификации отсутствуют, то виноградные вина стоимостью от десятков до сотен тысяч долларов ввозятся по таможенной стоимости обыкновенного алкоголя, что влечет за собой недополучение федеральным бюджетом таможенных платежей. В данном случае, если учесть при расчете таможенной стоимости качественные особенности алкогольной продукции, данную проблему можно будет решить.

Стоит обратить пристальное внимание на проблему подделки участниками рынка акцизных марок, так как неуплата акциза является причиной недополучения средств федерального бюджета. Решить рассматриваемую проблему можно созданием автоматизированной системы, функционал которой будет основан на том, чтобы установить непрерывное взаимодействие таможенных органов, выдающих акцизные марки, с таможенными органами, которые оформляют подакцизные товары. При помощи данной системы появится возможность сопоставить фактически имеющееся количество ввозимой алкогольной продукции и количество приобретенных участником ВЭД акцизных марок.

Одной из наиболее распространенных проблем в настоящее время являются трудности при определении качества ввозимого алкоголя и его подтверждении. Для этих целей необходимо наличие лицензии Минпромторга, сертификата соответствия, а также санитарно-эпидемиологического заключения, однако недобросовестные предприниматели часто подделывают вышеперечисленные документы.

### **Литература**

1. Харченко О. В. Влияние организованной преступности на экономическую безопасность государства и создание механизма объективного мониторинга // Экономическая безопасность: опыт, проблемы, перспективы: сб. научных трудов кафедры «Правовое обеспечение экономической безопасности»; СПбГАСУ. СПб., 2018. С. 324–327.

2. *Гаврилин М. С.* Некоторые аспекты классификации контрафактной продукции // Научное и образовательное пространство: перспективы развития: материалы III Междунар. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 13 нояб. 2016 г.). В 2 т. Т. 2. Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2016. С. 190–193.
3. *Еськова С. П., Коварда В. В.* Контрафактная и фальсифицированная продукция: понятия, сущность, отличительные особенности // Молодой ученый. 2016. № 20. С. 306–308.
4. *Кононыхина Н. А.* Место России в глобальной структуре потребления контрафактной продукции // Меридиан: научный электронный журнал. 2019. № 11(29). С. 312–314.
5. *Жилина И. Ю.* Контрафакт на российском рынке и методы защиты от его распространения // Социальные и гуманитарные науки: Отечественная и зарубежная литература. Сер. 2. Экономика: Реферативный журнал. 2020. С. 176–182.
6. Отчет о состоянии правоприменительной практики в сфере защиты прав на объекты интеллектуальной собственности в Евразийском экономическом союзе за 2019 год // Евразийская экономическая комиссия: официальный сайт. URL: [http://www.eurasiancommission.org/ru/act/finpol/dobd/intelsobs/Documents/Отчет\\_ППП\\_за\\_2019\\_год\\_ИТОГ.pdf](http://www.eurasiancommission.org/ru/act/finpol/dobd/intelsobs/Documents/Отчет_ППП_за_2019_год_ИТОГ.pdf) (дата обращения: 01.03.2021).
7. Количество контрафакта в России в 2018 году выросло на 60 %. URL: <https://tass.ru/ekonomika/6062352> (дата обращения: 02.03.2021).
8. «Abibas на 25 миллиардов»: рынок контрафакта в России в 2019 году. URL: <https://www.uralweb.ru/news/business/508272-abibas-na-25-milliardov-rynok-kontrafakta-v-rossii-v-2019-godu.html> (дата обращения: 01.03.2021).
9. За год таможня изъяла более 2 млн единиц контрафакта на Северо-Западе. URL: <https://ivbg.ru/8093608-za-god-tamozhnya-izyala-bolee-2-mln-edinic-kontrafakta-na-severo-zapade.html> (дата обращения: 03.03.2021).
10. Межрегиональное управление Росалкогольрегулирования по Северо-Западному федеральному округу. URL: [http://szfo.fsrar.gov.ru/terminy\\_i\\_opredelenija](http://szfo.fsrar.gov.ru/terminy_i_opredelenija) (дата обращения: 03.03.2021).
11. Карта обращений Единого социального портала алкогольного рынка. URL: <http://public.fsrar.ru/map> (дата обращения: 03.03.2021).

УДК 69.003

*Юлия Александровна Арсеньева,*  
студент  
(Санкт-Петербургский  
государственный архитектурно-  
строительный университет)  
*E-mail: yuliya.arseneva@bk.ru*

*Yuliya Alexandrovna Arseneva,*  
student  
(Saint Petersburg  
State University of Architecture  
and Civil Engineering)  
*E-mail: yuliya.arseneva@bk.ru*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ КОНКУРСНЫХ ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЗАКУПОК**

### **STUDY OF CRITERIA FOR EVALUATING BIDS IN PUBLIC PROCUREMENT**

Система государственных закупок постоянно модернизируется, изменяются ее законодательная, информационная и техническая составляющие. Она привлекает большое внимание со стороны общественности, экспертов государственного аппарата и частного сектора. Оценка конкурсных заявок является одним из ключевых этапов в процедуре проведения государственной закупки. Для обоснованного выбора победителя существуют специальные правила – критерии оценки заявок, помогающие заказчику провести отбор. В статье приводятся общие сведения о системе государственных закупок, рассматриваются нормативно-правовая база для регулирования закупочной деятельности, механизм оценки заявок окончательных предложений участников, эффективность критериев оценки заявок. Только действительно эффективные критерии могут стать решающими и для участника конкурса (помогут ему победить), и для заказчика (обеспечат максимально эффективное расходование бюджетных средств и достижение поставленной цели).

*Ключевые слова:* система государственных закупок, контрактная система, критерии оценки заявок, стоимостные критерии, нестоимостные критерии, государственные нужды, муниципальные нужды.

The public procurement system is constantly being modernized, its legislative, information and technical components are changing. It attracts a lot of attention from the public, experts of the state apparatus and the private sector. Evaluation of bids is one of the key stages in the public procurement procedure. In order for the selection of the winner to be justified, there are special rules – criteria for evaluating applications that help the customer to conduct the selection. This article will discuss general information about the public procurement system, the regulatory framework

for regulating procurement activities and the mechanism for evaluating applications of the final proposals of participants, as well as review and evaluate the effectiveness of the criteria for evaluating applications. Only effective criteria can be decisive both for the contestant and help him win, and for the customer to spend budget funds as efficiently as possible and achieve the goal.

*Keywords:* public procurement system, contract system, bid evaluation criteria, cost criteria, non-cost criteria, state needs, municipal needs.

Закупка товаров, работ, услуг для реализации государственно-го заказа представляет собой комплекс действий, осуществляемых в установленном законом порядке заказчиком и направленных на обеспечение государственных или муниципальных нужд [1].

Значительная часть бюджетных расходов приходится на государственные и муниципальные закупки. Их виды и структура адаптированы к существующим потребностям субъектов закупок с целью достижения, поставленных задач максимально эффективно, при минимальных затратах трудовых, временных и финансовых ресурсов [1].

В отличие от понятия «государственная закупка», система государственных закупок представляет собой совокупность действий всех участников контрактной системы, при этом каждый участник преследует свои конкретные цели [1].

Таким образом, систему государственных закупок можно охарактеризовать как процесс взаимодействия всех ее элементов, каждый из которых имеет свой функционал. Структура системы государственных закупок представлена на рис. 1.

Система государственных закупок прошла несколько периодов своего развития и претерпела немало изменений. Это многогранная и многоуровневая структура, которая оказывает комплексное влияние на экономику страны в целом, способствует ее росту и инновационному развитию, а также повышению качества оказываемых социальных услуг.

Современное законодательное и нормативно-правовое обеспечение закупочной деятельности схематично изображено на рис. 2. В Российской Федерации на сегодняшний день закупки бюджетов всех уровней отнесены к сфере контрактной системы и регулируются Федеральным законом от 05.04.2013 г. № 44-ФЗ [2].

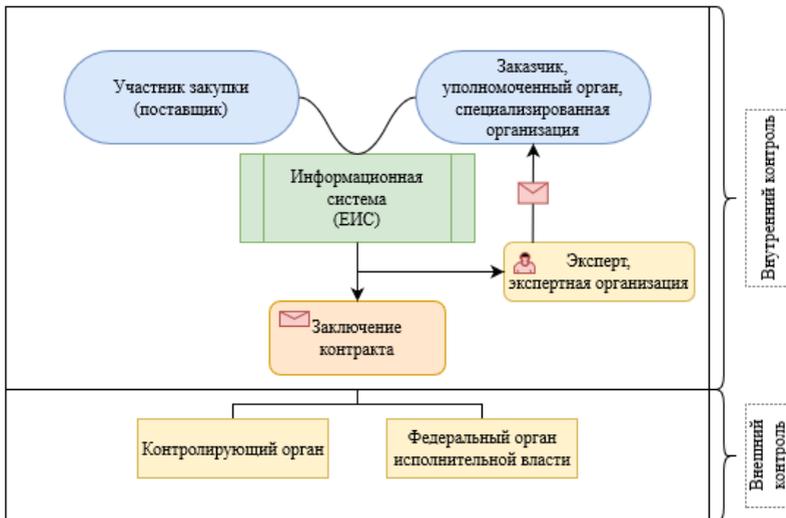


Рис. 1. Структура системы государственных закупок



Рис. 2. Нормативно-правовая база закупочной деятельности

Федеральный закон регулирует закупочные отношения с целью повышения результативности проведения закупок, поддержания глас-

ности и прозрачности осуществления закупок, пресечения и недопущения коррупции и других злоупотреблений в сфере закупок [2].

Во исполнение норм 44-ФЗ о закупках принято более 50 постановлений Правительства РФ. В данной статье, в соответствии с темой, актуальным для рассмотрения будет являться постановление Правительства РФ от 28 ноября 2013 г. № 1085 «Об утверждении Правил оценки заявок, окончательных предложений участников закупки товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» (далее – Правила) [3].

Настоящие Правила определяют порядок оценки заявок участников закупки с целью определения наилучших из представленных условий исполнения контракта, а также предельные величины значимости каждого критерия оценки заявок, установленных заказчиком [3].

Правила делят все критерии на две группы: стоимостные критерии (связанные с ценой) и нестоимостные (критерии оценки качества работы). Классификацию критериев можно увидеть на рис. 3.



Рис. 3. Классификация критериев оценки

Для оценки предложений по каждому критерию оценки используется 100-балльная шкала оценки. Для каждого показателя устанавливается его значимость, на основании которой будет осуществляться оценка, а также формула расчета количества баллов или шкала предельных величин значимости.

Для того чтобы оценить заявку по нестоимостным критериям оценки заказчик должен установить требуемое минимальное или максимальное количественное значение необходимых характеристик.

Итоговый рейтинг заявки рассчитывается как сумма рейтингов по каждому критерию оценки заявки. Победителем становится участник закупки, заявка которого имеет самый высокий итоговый рейтинг и впоследствии ей присваивается первый порядковый номер.

Чтобы процесс закупки был доступными и прозрачными, законодатели и контролирующие органы сильно его формализуют и все сводится к выбору лучшего ценового предложения. Однако отталкиваться только от цены не всегда хорошо, для эффективной закупочной деятельности необходимо устанавливать объективные неценовые критерии и должным образом оценивать в соответствии с ними поданные заявки.

Начнём с квалификации участника закупки. Согласно п. 27 Правил оценки заявок квалификация участника закупки может быть оценена по показателям, приведенным на рис. 4 [3].



Рис. 4. Показатели квалификации участника закупки

Закупочная практика показывает, что наиболее распространенным показателем квалификации участника, который используется заказчик, является опыт участника закупки.

ФАС России в письме от 13.08.2018 № АЦ/63694/18 четко указывает, что для оценки опыта участника закупки заказчик может

использовать определённые показатели [4]. Однако даже перечисленные в письме ФАС России факторы оценки опыта не всегда являются однозначными и эффективными (примером служит ситуация с комиссией Карельского УФАС России [5, 6]).

Как показывает правоприменительная практика, аналогичная ситуация прослеживается и по другим показателям (квалификация трудовых ресурсов [7, 8], деловая репутация участника закупки [9] и др.).

Другой нестоимостной критерий – «качественные, функциональные и экологические характеристики объекта закупки» (далее – качественные критерии). Возможные показатели данного критерия согласно п. 25 Правил приведены на рис. 5.



Рис. 5. Показатели качественных критериев

В ситуации с качественными критериями, как показывает практика проведения конкурсов, оценка заявок может происходить по-разному и неоднозначно (примером служат решения Санкт-Петербургского УФАС России [10, 11] и др.).

Такие спорные ситуации в большинстве случаев рассматриваются в судах, но это не всегда является выходом из ситуации, так как суд может прийти к выводу, что механизм распределения баллов расписан недостаточно подробно и определить победителя невозможно.

Таким образом, ни указания ФАС, ни Правила не позволяют в полной мере эффективно использовать нестоимостные критерии для оценки заявок, что приводит к нерезультативным итогам закупочной деятельности или полному отсутствию ожидаемого результата.

Кроме того, закупки в некоторых сферах деятельности ограничены в использовании неценовых критериев, а предельные величины значимости критериев оценки заявок для отдельных видов товаров, работ, услуг в этих сферах определены обобщенно. Эти ограничения и обобщенный характер предельных величин отрицательно сказываются на процессе оценки заявок.

Сфера строительства является одной из таких сфер, чья закупочная деятельность ограничена. На данный момент при проведении конкурсов оценка заявок по закупке строительных работ включает в себя критерии оценки и соответствующие им предельные величины значимости, приведенные в таблице ниже.

**Критерии оценки строительных работ  
и их предельные величины значимости**

Критерии	Значимость, %
Стоимостные критерии: – цена контракта; – стоимость жизненного цикла	60
Нестоимостные критерии: – квалификация участника (через показатель «Опыт» по п. 27.2 Правил)	40

Из таблицы видно, что оценить качество строительных работ нельзя, так как единственным нестоимостным критерием выступает квалификация участника и только в разрезе показателя «опыт участника». В добавление к этому значимость неценового критерия оценивается всего в 40 %.

Зацикленность лишь на одном нестоимостном критерии не может дать гарантированного и единственно верного результата, через такую оценку сложно выбрать лучшие условия исполнения контракта.

Процедура оценки заявок окончательных предложений участников закупки имеет немало проблем, в статье были рассмотрены лишь некоторые из них, озвучена лишь малая часть вопросов, которые возникают при оценке конкурсных заявок. Подобных вопросов

более чем достаточно и все они требуют рационального решения и пересмотра правил для эффективного использования нестоимостных критериев.

### Литература

1. Юзвович Л. И., Исакова Н. Ю., Истомина Ю. В. и др. Система государственных закупок: теоретический и практический аспекты: монография / под ред. Л. И. Юзвович, Н. Ю. Исаковой. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019. 233 с.

2. О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд: Федеральный закон от 05.04.2013 № 44-ФЗ (ред. от 30.12.2020) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2021). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_144624/ea6152e9068c49297ce8e3244874b570d6bf08bc/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_144624/ea6152e9068c49297ce8e3244874b570d6bf08bc/) (дата обращения: 14.03.2021).

3. Об утверждении Правил оценки заявок, окончательных предложений участников закупки товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд: постановление Правительства РФ от 28.11.2013 № 1085 (ред. от 25.06.2020). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_155055/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_155055/) (дата обращения: 14.03.2021).

4. По вопросу применения положений части 15 статьи 99 Закона о контрактной системе (№ АЦ/63694/18 от 13.08.2018). URL: <https://fas.gov.ru/documents/685987> (дата обращения: 16.03.2021).

5. Решение Карельского УФАС России от 18.05.2020 по закупке № 0306300054920000051. URL: <https://zakupki.gov.ru/epz/complaint/card/complaint-information.html?id=2016188> (дата обращения 16.03.2020).

6. Решение Карельского УФАС России от 19.03.2020 по закупке № 0306300031620000013. URL: <https://zakupki.gov.ru/epz/complaint/card/complaint-information.html?id=1998087> (дата обращения 16.03.2020).

7. Решение Московского областного УФАС России от 06.08.2019 по закупке № 0848300024919000062. URL: <https://zakupki.gov.ru/epz/complaint/card/complaint-information.html?id=1943434> (дата обращения 17.03.2020).

8. Постановление Тринадцатого АСС от 13.12.2018 по делу № А56-54451/2018. URL: <https://sudact.ru/arbitral/doc/JOhK44suCZmO/> (дата обращения 17.03.2020).

9. Определение Верховного Суда РФ от 11.07.2019 по делу № А53-1094/2018. URL: <https://vsrf.ru/lk/practice/hearings?&numberExact=off&eventDateExact=true&eventDateFrom=14.03.2019> (дата обращения 17.03.2020).

10. Решение Санкт-Петербургского УФАС России от 03.12.2019 по закупке № 0372200148219000100. URL: <https://zakupki.gov.ru/epz/complaint/card/complaint-information.html?id=1973771> (дата обращения 17.03.2020).

11. Решение Санкт-Петербургского УФАС России от 25.09.2019 по закупке № 0172200000619000140. URL: <https://zakupki.gov.ru/epz/complaint/card/complaint-information.html?id=1955151> (дата обращения 17.03.2020).

**УДК 338.4**

*Игорь Сергеевич Беляев,*  
аспирант  
(Санкт-Петербургский  
государственный архитектурно-  
строительный университет)  
*E-mail: klo\_87@mail.ru*

*Igor Sergeevich Belyaev,*  
postgraduate student  
(Saint Petersburg  
State University of Architecture  
and Civil Engineering)  
*E-mail: klo\_87@mail.ru*

**РАЗВИТИЕ МЕХАНИЗМОВ ГОСУДАРСТВЕННО-  
ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА КАК ИНСТРУМЕНТОВ  
ПОДДЕРЖКИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ,  
ДЕЙСТВУЮЩИХ В РОССИЙСКОЙ АРКТИКЕ**

**DEVELOPMENT OF PUBLIC-PRIVATE  
PARTNERSHIP MECHANISMS AS SUPPORT TOOLS  
FOR CONSTRUCTION ORGANIZATIONS OPERATING  
IN THE RUSSIAN ARCTIC**

Рассматриваются вопросы развития практики государственно-частного партнерства (ГЧП) в России и мире. Анализируются общий объем инвестиций в ГПЧ-проекты и количество проектов за последние 18 лет, а также их применимость для строительной сферы. Определяются самые перспективные и применимые в строительстве виды ГЧП. Изучены наиболее значимые проекты по финансированию строительства объектов инфраструктуры в российской Арктике с использованием механизмов ГЧП на различных уровнях реализации, определены препятствующие их внедрению факторы. Предложено сформировать цифровую штаб-квартиру – акселератора по развитию ГЧП в строительной сфере в российской Арктике.

*Ключевые слова:* Арктика, механизм, ГЧП, поддержка, строительные организации, акселератор.

The report addresses the practices of public-private partnership in Russia and in the world. The author analyzed the total volume of investments in PPP projects and their number over the past 18 years, as well as the applicability of the public-private partnership mechanisms as support for the construction industry. The most promising and applicable in construction types of public-private partnership are determined. The analysis of the most significant examples of financing the construction of infrastructure facilities in the Russian Arctic using PPP mechanisms at various levels of implementation is given, and the factors that hinder their implementation are identified. The author proposed to form a digital headquarters: an accelerator

for the development of public-private partnership in the construction sector in the Russian Arctic.

*Keywords:* Arctic, mechanism, public-private partnership, support, construction organizations, accelerator.

Развитие экономических процессов в условиях Арктики невозможно без привлечения частных инвестиций в строительную сферу с целью создания, расширения и поддержания в рабочем состоянии необходимой инфраструктуры: аэропортов, автомобильных и железных дорог, портовых комплексов, мостов [1, 2].

Совет по Арктике и Антарктике Совета Федерации в 2018 г. выступал с инициативой о необходимости рассмотрения и законодательного регулирования новых механизмов привлечения инвестиций в крупные инфраструктурные проекты в российской Арктике, отмечая, что реализация масштабных инфраструктурных проектов в Арктике требует привлечения значительных финансовых ресурсов с использованием мер государственной поддержки [3].

Одной из таких мер, доказавших свою эффективность в том числе для сложных и затратных проектов, которые реализуются в российской Арктике, выступают механизмы государственного-частного партнерства (ГЧП).

Первые проекты ГЧП появились в России в 2002 г., за 19 лет были достигнуты большие успехи в данном направлении, особенно в области развития инфраструктуры, а именно строительства автомобильных и железных дорог, развязок, мостов, портовых и аэродромных комплексов, детских садов, школ, объектов культуры.

При этом, как отмечают эксперты-аналитики *Infra One* (ООО «Первая инфраструктурная») – маркетмейкера национального инфраструктурного рынка, строительство и эксплуатация инфраструктуры в России на протяжении нескольких десятилетий происходит вне системного подхода, поскольку комплексный план развития территорий не составляется даже по видам экономической деятельности. Также в качестве сложностей следует отметить отсутствие единой статистики и оценки состояния инфраструктуры по регионам, при этом горизонт планирования инвестиций и развития не превышает 2–3 лет [4].

Пик инвестиций в форме ГЧП пришел на 2019 г., когда суммарно объем вложений превысил цифру в 877 млрд руб. (рис. 1). Эксперты рынка ожидали, что в 2020 г. объемы ГЧП превысят 1 трлн руб., но в результате пандемии коронавируса и введения государством ограничительных мер и приостановки деятельности целых секторов экономики объемы инвестиций в форме ГЧП составили в 4 раза меньшую сумму – не более 281 млрд руб., т. е. произошло падение на 312 % по сравнению с 2019 г.

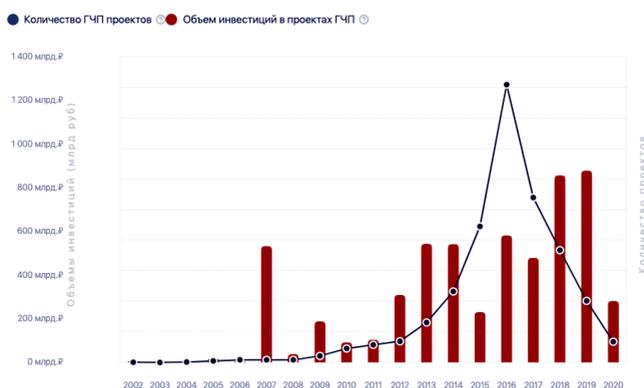


Рис. 1. Динамика развития проектов ГЧП в России с 2002 г. [5]

Максимальное падение объемов ГЧП было в 4 квартале 2020 г., несмотря на то что обычно последний квартал – это период закрытия старых контрактов и подписания новых, когда объемы финансирования ГЧП резко возрастают.

Суммарный объем инвестиций в форме ГЧП за период последний квартал 2020 г. составил всего 38 млрд руб. против 415 млрд руб. по сравнению с показателями 2019 г. При этом в течение первого квартала 2020 г. показатели ГЧП шли вровень или обгоняли показатели 2019 г., во 2-м и 3-м квартале 2020 г. они резко упали – в 2–2,5 раза по сравнению с тем же периодом в 2019 г. В этот период в два раза сократился средний объем частных инвестиций, привлекаемых в проекты: с 2 млрд руб. в 2019 г. до 1 млрд руб. в 2020 г. Произошел откат к показателям 2010 г.

В 2020 г. число коммерческих закрытий сделок ГЧП сократилось на 56 %, что соответствует общему тренду уменьшения количества коммерческих закрытий, который продолжается с 2017 г. Однако если в 2019 г. это объяснялось укрупнением проектов и повышением их сложности, то в 2020 г., из-за введения ограничений, связанных с распространением коронавируса, инвесторы сделали ставку на запуск проектов с низким уровнем капиталоемкости и риска, с проверенными моделями реализации и финансирования.

При этом тренд на развитие строительства инфраструктуры в форме ГЧП сохранится (рис. 2), поскольку это общемировая практика, как отмечают эксперты (Асаул В. В., Кришталь В. В., Петухова Ж. Г.) в мировой структуре инфраструктурных инвестиций, инвестиции на развитие транспортной инфраструктуры (строительство и реконструкция автомобильных дорог, железных путей и переездов, морских и речных портов, мостов, аэропортов) находят-ся на 1 месте [1].



Рис. 2. Рынок инфраструктурных инвестиций накопленным итогом (проекты коммунально-энергетической инфраструктуры с общим объемом инвестиций менее 100 млн руб. с 2020 г. не учитываются) [4]

В России по состоянию на 01.01.2021 г., по данным Национального центра ГЧП, реализовывалось 3440 проектов в форме ГЧП общим объемом свыше 4,48 млрд руб. [6].

Строительство транспортных артерий и коммуникаций остается наиболее капиталоемкой сферой инфраструктуры и привлекает более 60 % общего объема инвестиций (154 проекта, общим

объемом 2,84 млрд руб.), в то время как число транспортных проектов составляет лишь 4,5 % от всех реализуемых. Второе место, привлекая 18 % объема инвестиций, занимает коммунально-энергетическая сфера (2662 проекта, общим объемом 787 млрд руб.), на третьем месте – социальная сфера, привлекающая 8,9 % инвестиций (536 проектов на 400 млрд руб.).

С развитием транспортной инфраструктуры и, прежде всего, со строительством и ремонтом автомобильных дорог, прокладкой новых железнодорожных путей, реконструкцией инфраструктуры аэродромов и портов, строительством логистических хабов и подъездных путей связаны крупнейшие национальные проекты.

Проанализировав структуру пяти наиболее крупных национальных проектов за период 2019–2024 гг. [7] с точки зрения распределения финансирования (см. табл.), мы видим, что объемы частных вложений сильно разнятся в зависимости от того или иного проекта, от 79,3 % по экологии до 1,73 % по демографии, какой-то общей политики здесь не наблюдается.

**Анализ финансового распределения в пяти крупнейших национальных проектах России**

Национальный проект	Общий объем необходимого финансирования, млрд руб.	Государственные вложения, млрд руб.	Частные вложения, млрд руб.
Магистральная инфраструктура (автомобильных и железных дорог, аэропортовой и портовой инфраструктуры, судоходства, логистики)	6348,1	3028 – федеральный бюджет; 58,7 – бюджеты субъектов РФ	3260,6
Безопасные и качественные автомобильные дороги	4779,7	440,9 – федеральный бюджет; 4139,7 – бюджеты субъектов РФ	199,7

Национальный проект	Общий объем необходимого финансирования, млрд руб.	Государственные вложения, млрд руб.	Частные вложения, млрд руб.
Экология	4041	835	3206
Демография	3105	3051	54
Здравоохранение	1726	1632	94

Проекты, реализуемые на муниципальном уровне, составляют более 85 % рынка ГЧП, но лишь 15 % по совокупному объему инвестиций (рис. 3). Основной объем средств сконцентрирован в проектах регионального и федерального уровня (45 % и 40 % соответственно).

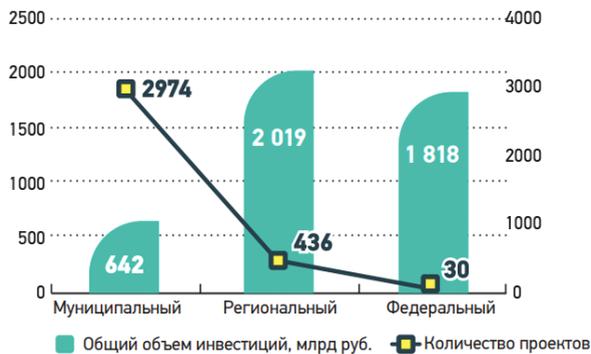


Рис. 3. Рынок ГЧП по уровням реализации проектов

По статистике, максимально инструментарий ГЧП применяются в тех субъектах Российской Федерации, в которых величина ежегодного объема строительства превышает 100 млрд руб. (25 субъектов по итогам 2018 г.), в них уровень развития многих видов инфраструктуры превышает большинство регионов и средний уровень

по стране. В субъектах, где величина строительных работ меньше и/или равна 20 млрд руб. (16 субъектов), возможности инвестировать ограничены (рис. 4).

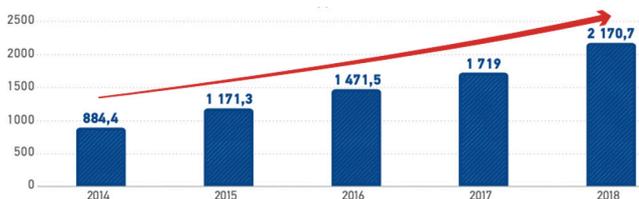


Рис. 4. Законтрактованные инвестиционные обязательства частных партнеров в проектах ГЧП (по годам, накопленным итогом) [8]

В настоящий момент наиболее распространены следующие формы ГЧП-проектов [9]:

- концессия;
- соглашения государственно-частного партнерства и соглашения муниципального частно-государственного партнерства (СГЧП/СМЧП);
- квазиГЧП, к которым эксперты относят такие формы проектов, как: инвестиционное соглашение; контракт жизненного цикла по 44-ФЗ «О закупочной деятельности в России»; арендное соглашение с инвестиционными обязательствами арендатора и другие формы неклассического ГЧП.

В рамках классического ГЧП абсолютное большинство составляют концессионные соглашения, на соглашения о ГЧП/МЧП приходится лишь 2,5 % проектов на рынке. Среди неклассических форм наиболее популярны договоры аренды с инвестиционными обязательствами и энергосервисные контракты.

Ярким примером концессии (входит в топ-3 крупнейших концессий России) является строительство железной дороги Обская – Салехард – Надым, где концессионером выступает ООО «СШХ» – дочерняя структура РЖД, задача которой соединить ряд регионов в ЯНАО и Урала в рамках глобальных проектов Северный широтный ход 1 и 2 (с постройкой восточного «плеча») до порта Дудинка

и соединения с Норильской железной дорогой). Этот проект позволит установить постоянную железнодорожную связь в регионе, где сейчас практически все грузы завозятся с помощью авиатранспорта, что приведет к удешевлению доставки строительных материалов, улучшению логистики, развитию строительной сферы и экономики в целом.

Финансирование строительства железной дороги Обская – Салехард – Надым осуществляют федеральный бюджет, бюджет ЯНАО и концессионер – ООО «СШХ» – дочерняя структура РЖД, которая вкладывает в проект более 100 млрд руб. Общая стоимость строительства данной железной дороги оценивается экспертами в 113 млрд руб. Концессия выдана на 34 года.

В период 2017–2018 гг. государством была предпринята попытка создать новый механизм ГЧП – инфраструктурную ипотеку, когда частный бизнес брал бы в банках кредит, возводил, используя заемные средства необходимые объекты инфраструктуры, а государство, в свою очередь, выплачивало инвестору деньги из бюджета для погашения кредита перед банками. Для развития этого механизма, а также совершенствования действующих и выработки новых механизмов развития инфраструктуры, 12.03.2018 г. Правительством России утверждена «дорожная карта» по развитию инструментов ГЧП. Однако развития этот механизм ГЧП не получил из-за того, что, по мнению Минфина и Счетной палаты России, данный «формат не проработан с точки зрения механизма отбора проектов и неясности принципов формирования фонда инфраструктурной ипотеки» [10]. Де-факто к середине 2019 г. проект был свернут.

В настоящий момент Минпромторгом России предлагается изменять для привлечения частных инвестиций такой инструмент, как специальные инвестиционные контракты (СПИК). К сожалению, количество СПИКов не велико по причине установления к ним очень жестких требований: необходимо обязательное участие в качестве сторон СПИК органов власти всех уровней субъекта Федерации, также требования по объемам привлеченных средств и срокам (не более 15 лет для проектов с объемом инвестиций до 50 млрд рублей и не более 20 лет для проектов свыше 50 млрд рублей).

Рассмотрим факторы, которые сдерживают внедрение механизмов ГЧП в строительство инфраструктуры в Арктике [11, 12]. Их можно поделить на три наиболее значимые группы: экономические, технические, нормативные.

1. Экономические:

- завышенные инвестиционные затраты на покупку основных фондов и логистику, а также затраты по обслуживанию кредитов на их приобретение;
- завышенные запросы в государственной поддержке и попытки манипуляции формами государственной поддержки;
- чрезмерно оптимистичное представление доходов от трафика.

2. Технические:

- неубедительное обоснование социально-экономических (в т. ч. бюджетных) эффектов;
- неубедительное обоснование трафика, риски трафика либо не идентифицированы полностью, либо отсутствует механизм их адекватного распределения или управления. При этом необходимо отметить, что непонятно, за что отвечает концессионер, если все риски на концеденте.

3. Нормативные:

- отсутствие гармонизации нормативных правовых актов, что осложняет использование ГЧП даже в тех случаях, когда планируется достичь показатели национальных проектов с помощью механизмов ГЧП;
- высокая степень регулирования – правила бюджетного финансирования не отражают особенности предоставления денежных средств на проекты ГЧП и не позволяют привлекать средства ряда инвесторов, например НПФ.

Это приводит к тому, что даже при наличии бюджетного финансирования, заложенного в национальных проектах, реализация части инициатив по строительству объектов инфраструктуры в Арктике будет трудно выполнима. Как подчеркивают эксперты, несмотря на то, что, согласно паспортам национальных проектов, в период 2022–2023 гг. запланировано увеличение инвестиций

в развитие инфраструктуры до 1 трлн руб./год, реально, по нашему мнению, удастся освоить не более 50–60 % средств, которые заложены в действующую редакцию документов.

Но несмотря на наличие ограничивающих факторов, инструмент ГЧП перспективен для развития инфраструктуры российской Арктики и его дальнейшее использование будет возрастать.

Заключены концессионные соглашения для реализации следующих наиболее значимых проектов в российской Арктике:

- прокладка и строительство железнодорожной магистрали Архангельск – Сыктывкар – Соликамск («Белкомур»), объем инвестиций превышает 700 млрд руб.;
- строительство глубоководного района морского порта «Архангельск», объем инвестиций в строительство портовых комплексов оценивается в 123 млрд руб.;
- возведение производственно-логистического комплекса Минобороны России «ПЛК-Архангельск», объем инвестиций на строительство составит 15 млрд руб., при этом предельная плата Минобороны инвестору за 16 лет использования составит 52,2 млрд руб.

С большой долей вероятности, через процедуру госзаказа будут развиваться автодороги на подходах к морским портам западной и восточной Арктики, а также в местах сильно отдаленных от цивилизации, где целесообразно размещать только военные объекты, к таким проектам в Арктике можно отнести создание причальных сооружений на острове Южный и аэродромного комплекса на острове Северный архипелага Новая Земля и строительство объектов инфраструктуры воздушного транспорта на острове Хейса архипелага Земля Франца-Иосифа.

Для оптимизации усилий (улучшения деятельности) по развитию практики ГЧП для реализации проектов по строительству и эксплуатации дорог, мостов, портов, иных объектов инфраструктуры (включая жилой фонд) представляется целесообразным предложить создание цифровой штаб-квартиры – акселератора по развитию ГЧП в строительной сфере в Российской Арктике. Появление такой цифровой штаб-квартиры – акселератора означает для арктических регионов и городов возможность получить квалифицированного

подрядчика по проектам благоустройства и строительства инфраструктуры, готового оперативно реагировать на запросы публичной стороны по другим направлениям и потенциальным новым проектам. Долгосрочные инфраструктурные проекты в партнерстве с крупным бизнесом положительно влияют на восприятие населением городских и региональных властей, укрепляют ощущение экономической стабильности и, в конечном счете, способствуют развитию региона и российской Арктики в целом.

### Литература

1. Асаул В. В., Кришталь В. В., Петухова Ж. Г. Реализация национальных проектов, направленных на инвестиции в инфраструктурное обеспечение предпринимательской деятельности: проблемы и перспективы // Вестник гражданских инженеров. 2020. № 4(81) С. 209–218.
2. Строительство на Севере: долговечность и надежность. Материалы круглого стола V Арктического форума. URL: <https://roscongress.org/sessions/iaf-2019-stroitelstvo-na-severe-dolgovechnost-i-nadezhnost/discussion/> (дата обращения 11.02.2021).
3. Государственная программа «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации на период до 2020 года»: утверждена постановлением Правительства от 21 апреля 2014 года № 366 (с изм. и доп. от 7 декабря 2014 г., 31 августа 2017 г., 29 марта, 5 июня 2019 г., 31 марта 2020 г.). URL: <http://gov.garant.ru/SESSION/PILOT/main.htm> (дата обращения 15.04.2020).
4. Инвестиции в инфраструктуру 2018, 2019, 2020 // Сборник аналитики Infra ONE Research: антология. М.: Издательство «Интеллектуальная литература», 2020. С. 12–15.
5. Динамика развития проектов ГЧП в России с 2002 г. URL: <https://www.rosinfra.ru/digest/market> (дата обращения 12.01.2021).
6. Инвестиции в инфраструктуру и ГЧП в 2020 г. URL: <https://pppcenter.ru/upload/iblock/e5e/e5ec76f7879f853cf317801126597102.pdf> (дата обращения 01.09.2020).
7. Комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры сайта Правительства Российской Федерации. URL: [https:// http://government.ru/rugovclassifier/867/events/](https://http://government.ru/rugovclassifier/867/events/) (дата обращения 08.03.2021).
8. Экспертный анализ Национального центра ГЧП и платформы поддержки инфраструктурных проектов Росинфра, февраль, 2018. URL: <http://pppcenter.ru/assets/files/reliz190218.pdf> (дата обращения 11.02.2021).

9. Асаул В. В., Кришталь В. В., Коцеев В. А., Петухова Ж. Г. Государственно-частное партнерство как механизм привлечения инфраструктурных инвестиций: проблемы внедрения и снижение рисков // Вестник гражданских инженеров. 2020. № 5(82). С. 223–233.

10. Петухова Ж. Г. Организационно-информационный механизм, защищающий развитие малого и среднего предпринимательства в интеллектуальной сфере // Экономика и предпринимательство. 2016. № 10 (ч. 1) (7–2). С. 34–39. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26720173> (дата обращения 11.02.2021).

11. Емельянова Е. Е. Системные проблемы и направления развития муниципалитетов российской Арктики // Арктика и Север. 2019. № 35. С. 79–93.

12. Березиков С. А. Современное состояние и ключевые проблемы технологического развития ресурсных отраслей экономики Севера и Арктики // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2016. № 3(50). С. 80–88.

**УДК 338.28**

*Софья Евгеньевна Кузьмина,*  
студент  
(Санкт-Петербургский  
государственный архитектурно-  
строительный университет)  
*E-mail: sofakuzmina5@gmail.com*

*Sofya Evgenyevna Kuzmina,*  
student  
(Saint Petersburg  
State University of Architecture  
and Civil Engineering)  
*E-mail: sofakuzmina5@gmail.com*

**ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕКОНСТРУКЦИИ  
СИСТЕМ ИНЖЕНЕРНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ  
С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕХАНИЗМА  
ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА  
И ПУТИ ДАЛЬНЕЙШЕГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ  
ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
О КОНЦЕССИОННЫХ СОГЛАШЕНИЯХ**

**PROBLEMS OF CONSTRUCTION AND RECONSTRUCTION  
OF ENGINEERING INFRASTRUCTURE SYSTEMS  
IN THE CONTEXT OF PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP  
MECHANISM AND WAYS TO FURTHER IMPROVE  
THE LEGISLATION OF THE RUSSIAN FEDERATION  
ON CONCESSION AGREEMENTS**

Актуальность темы обусловлена значительно возросшим в последние годы вниманием к государственно-частному партнерству (ГЧП) в России. В первую очередь это объясняется заинтересованностью государства в применении данного механизма для развития и модернизации инфраструктуры страны в условиях бюджетных ограничений, а также стремлением бизнеса к реализации соответствующих проектов для качественного изменения инфраструктуры и получения доходов. Нормативно-правовая база практики ГЧП как относительно нового механизма взаимодействия публичной и частной сторон постоянно развивается и требует совершенствования.

*Ключевые слова:* инфраструктура, государственно-частное партнерство, концессионное соглашение, концессионер, концедент, законодательство.

The relevance of the chosen topic is due to the fact that in recent years there has been a significant increase in interest in public-private partnerships in Russia. First of all, this is due to the interest of the state in applying this mechanism for the

development and modernization of the country's infrastructure in the face of budget constraints, as well as the interest of business in implementing appropriate projects for a qualitative change in infrastructure and generating profitability. The regulatory framework for the practice of public-private partnership, as a relatively new mechanism for interaction between the public and private parties, is constantly evolving and requires improvement.

*Keywords:* infrastructure, public-private partnership, concession agreement, concessionaire, concedent, legislation.

Инфраструктура является важнейшим фактором экономического и социального развития общества, она охватывает целые сектора экономики и играет ключевую роль в повышении уровня и качества жизни населения [1]. Эволюция взглядов на сущность, экономическое содержание и роль инфраструктуры имеет достаточно длительную историю. Однако однозначного определения понятия «инфраструктура» нет.

Инженерная инфраструктура также по-разному определяется в нормативно-правовых актах Российской Федерации. Однако, обобщив эти определения, можно сделать вывод, что инфраструктура – это комплекс технологически связанных между собой объектов и инженерных сооружений, предназначенных для осуществления поставок товаров и оказания услуг в коммунально-энергетических сферах, а также объекты, используемые для утилизации, обезвреживания и захоронения твердых бытовых отходов, объекты связи.

Анализ фактического состояния инженерной инфраструктуры в стране показывает, что износ оборудования и сетей достаточно высокий, что требует комплексного подхода со стороны государства, энергоснабжающих, эксплуатирующих компаний и других участников рынка. По данным Росстата, в России подлежат замене более 44 % водопроводных сетей, 30 % сетей горячего водоснабжения и теплоснабжения, 45 % – в водоотведении (отвод стоков) [2]. Решение этой проблемы представляется возможным только с использованием внебюджетных источников, посредством партнерства государства с частным инвестором.

Государственно-частное партнерство (далее ГЧП) можно определить как привлечение частного сектора к долгосрочному

взаимовыгодному сотрудничеству с публичным партнером для вовлечения инвестиций в инфраструктуру, более эффективного и качественного выполнения задач, относящихся к публичному сектору, на условиях компенсации затрат, разделения рисков, обязательств, компетенций.

Применительно к инженерной инфраструктуре, коммунальному хозяйству ГЧП определяется как «делегирование на определенный срок частному сектору функции управления системами коммунальной инфраструктуры» [3]. При решении задач в коммунальной сфере следует помнить, что, согласно российскому законодательству, коммунальная инфраструктура – сфера ответственности органов местного самоуправления. Поэтому применительно к коммунальной сфере корректно говорить о муниципально-частном партнерстве. Но так как и в международной и в общепотребительной практике широко применяется термин «государственно-частное партнерство», далее под ним будет подразумеваться и муниципально-частное партнерство, понимая, при этом, некоторую его условность.

Любой инфраструктурный проект в Российской Федерации может быть реализован:

- полностью в рамках бюджета – как классический госзаказ, регулируемый Федеральным законом № 44 «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд», который используется в России для поставки в интересах государства различных товаров, работ и услуг со стороны частного сектора, либо Федеральным законом № 223-ФЗ «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц», когда заказчиком на эти услуги является не публично-правовое образование, муниципалитет, орган власти, а частная компания (некоммерческая организация), у которой есть доля государства в том или ином виде;

- с привлечением внебюджетных инвестиций от частного сектора: классические формы ГЧП – концессионные соглашения, регулируемые Федеральным законом от № 115 «О концессионных соглашениях» и соглашения о ГЧП, регулируемые Федеральным законом № 224 «О государственно-частном партнерстве, муниципально-

частном партнерстве в Российской Федерации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»; иные формы с признаками ГЧП, так называемые квазиГЧП.

Особенность концессионного соглашения заключается в том, что создание (и/или реконструкция) объекта происходит в интересах государства. При этом право собственности на объект, который создается (и/или реконструируется) в рамках данного договора принадлежит или оформляется после ввода его в эксплуатацию на концедента – публичную сторону. Концессионер – частная сторона, обязуется за свой счет создать (и/или реконструировать) определенное соглашением имущество, получая при этом право пользования (владения) им. Концессионер имеет возможность за счет эксплуатации этого объекта вернуть те инвестиции, которые он вложил с участием бюджета, либо без его участия. При этом обязательным условием концессионного соглашения является эксплуатация частной стороной объекта. Срок по таким соглашениям не ограничен. Перечень объектов, в отношении которых возможно заключение концессионного соглашения, является закрытым.

Анализ базы проектов ГЧП на портале Росинфра показывает, что на март 2021 г. в Санкт-Петербурге всего заключено 20 концессионных соглашений [4]. Из них к сфере инженерной инфраструктуры относится только одно – реконструкция комплекса систем теплоснабжения групповых и квартальных котельных ГУП «ТЭК СПб», использующих в качестве основного топлива уголь, мазут и дизельное топливо, с переводом на газообразное топливо. Это первый проект в сфере теплоснабжения, который реализуется на условиях заключения концессионного соглашения в Санкт-Петербурге.

В Ленинградской области на март 2021 г. заключено 20 концессионных соглашений на муниципальном уровне, из них к сфере инженерной инфраструктуры относятся 15. На региональном уровне Ленобласти заключено 6 концессионных соглашений. Из них к инженерной инфраструктуре относится только один проект – «Система централизованного водоснабжения «Ладожский водовод Всеволожского муниципального района Ленинградской области».

С 1 января 2017 г. было внесено изменение в Федеральный закон «О концессионных соглашениях», которое не позволяет муниципалитетам без участия региона заключать концессии в коммунальной сфере. Регион в обязательном порядке является самостоятельной стороной муниципального концессионного соглашения, заключенного в отношении объектов теплоснабжения, водоснабжения и водоотведения, если полномочия в сфере тарифного регулирования не переданы на уровень муниципалитета. В результате количество проектов в этой сфере сократилось, но они стали более качественные, их капиталоемкость выросла, что практически не повлияло на инвестиционную картинку.

В России действует мораторий на то, чтобы передавать объекты тепло- и водоснабжения в аренду – возможна только концессия, за отдельным исключением. Такое решение было принято для того, чтобы повысить эффективность эксплуатации этих объектов, так как они долго использовались без надлежащего инвестирования, модернизации. Как следствие – количество проектов в коммунальной сфере существенно выше, чем в других отраслях. Более 2600 тыс. проектов реализуется именно в коммунально-энергетической сфере. Но при этом не такой большой объем инвестиций был запланирован в такого рода проектах, всего 787 млрд руб. инвестиционных обязательств. При условии, что общий объем рынка уже исчисляется более 2 трлн руб., это не такая большая доля. Это связано с тем, что муниципальная коммунальная инфраструктура не такая капиталоемкая как, например, дороги, аэропорты, порты и другие объекты общественной инфраструктуры.

Кризис, вызванный распространением новой коронавирусной инфекции, существенно повлиял на рынок инфраструктуры и ГЧП. Он привел к сильному падению потребительского спроса, уменьшению объема инфраструктурных инвестиций, к замедлению темпов экономического развития страны. В то же время кризис позволил выявить слабые места инфраструктурного рынка – недостаточность проработки рисков реализации проектов, возможных форс-мажорных событий.

Для дальнейшего устойчивого развития инфраструктурного рынка необходимо повысить качество инфраструктурных проектов, усовершенствовать законодательство в сфере ГЧП.

Важными факторами развития любой отрасли экономики являются уровень адаптации правового регулирования под современные вызовы и скорость «правового реагирования» на проблемы, тормозящие развитие рынка. Концессионное законодательство в этом смысле не является исключением. Состояние правовой базы в этой сфере сегодня характеризуется целым рядом проблемных аспектов, требующих не просто внимания, а тщательного анализа и выработки мер по их разрешению.

Вопрос совершенствования механизмов ГЧП, концессионных соглашений, в частности, обсуждается уже давно. В 2018 г. был предложен и до сих пор находится на доработке и рассмотрении новый законопроект, направленный на совершенствование механизмов ГЧП.

Новый законопроект имеет пять основных новшеств, так называемых новелл: конкретизация возможных форм бюджетного участия (концедента) – капитальный грант, плата концедента, минимальный гарантированный доход; введение института особых обстоятельств; компенсация расходов на подготовку частных концессионных инициатив лицу, выступившему с инициативой на подготовку предложения; проведение ГЧП-торгов в электронной форме; наделение Минэкономразвития России полномочиями в сфере ГЧП [5].

Принятие данных положений может иметь в целом положительное действие на совершенствование законодательной базы в сфере ГЧП. Однако в целях более качественного изменения законодательства можно предложить ряд дополнений, которые будут способствовать улучшению инвестиционного климата в сфере ГЧП. Рассмотрим их ниже с аргументированием предложений.

1. Сделать более гибкими формы финансового участия концедента, допуская максимальное бюджетное участие свыше 75 % в зависимости от сферы реализации проектов. Так в сфере ЖКХ значительная часть проектов «завязана» на тарифы, превышение которых не допустимо. Для привлечения бизнеса в этот сектор экономики плата концедента должна компенсировать CAPEX (капитальные затраты, расходы), а концессионер дальше эксплуатирует объект во времени. Такие проекты нужны не столько как капитальная концессия,

сколько как эксплуатационная концессия, нужен квалифицированный оператор.

В отдельных сферах сделать допустимым компенсацию всех 100 % затрат концессионера – это проекты, где вообще нет выручки с рынка, проекты социальной инфраструктуры и проекты, где настолько непредсказуем спрос на оказываемую услугу, что государству выгоднее брать риск этого спроса на себя, получать все деньги от платной услуги себе в бюджет, а с инвестором расплачиваться фиксированной, установленной еще на этапе конкурса платой концедента, снимая с него риск недосбора средств за предоставляемую услугу.

2. Внесение поправок в Бюджетный кодекс о разграничении областей распространения соглашений о защите и поощрении капитальных вложений и механизмов ГЧП.

3. Формирование открытого перечня форм финансового участия концедента, публичного партнера взамен закрытого. Закрытый перечень ограничивает возможности включения в концессионные соглашения условий, которые наряду с основными выплатами по проекту предусматривают иные выплаты и способствуют заинтересованности инвесторов.

4. Уточнение термина «плата концедента», исключающее риски двойного толкования. Прямого определения в законодательстве платы концедента нет, есть его понимание только через контекст. Возможно, стоит дать прямое определение этому понятию, учитывая в нем привлеченный капитал частной стороны.

5. Предусмотреть возможность выплаты части платы концедента, направленной на обслуживание заемных средств, с момента, установленного решением о заключении концессионного соглашения, а не после завершения строительства (реконструкции) объекта концессионного соглашения, так как в случае задержки ввода в эксплуатацию данного объекта, у концессионера не будет возможности выплатить денежные средства по займу, взятые на строительство объекта.

6. Правку про особые обстоятельства описать более подробно. В противном случае есть риск, что ни одно особое обстоятельство

не будет признано таковым концедентом. Так, пандемия коронавирусной инфекции стала особым обстоятельством для всех проектов ГЧП.

7. Предусмотреть возможность участия в одном соглашении нескольких концедентов или публичных партнеров. Принятие таких положений позволит решить проблему, связанную с невозможностью рассмотрения и принятия положительного решения по частной инициативе, в рамках которой планируется проводить мероприятия по проекту на территории нескольких публично-правовых образований и (или) с участием нескольких концедентов или публичных партнеров, что особенно актуально для линейных объектов (трубопроводов, линий связи и пр.).

8. Поддержка проектов уже заключенных концессий в условиях пандемии коронавируса.

9. Предусмотреть в законопроекте положения, связанные с механизмом гарантированной закупки услуг для государственных нужд, путем прямого закрепления в законодательстве обязательств концедента по обеспечению закупок товаров, работ, услуг, производимых концессионером с использованием объекта.

10. Дополнить перечень ст. 93 Федерального закона № 44-ФЗ еще одним основанием для проведения закупок у единственного поставщика (подрядчика, исполнителя) – заключение государственными и муниципальными учреждениями, государственными и муниципальными унитарными предприятиями контракта на основании концессии или соглашения о ГЧП, если объект соглашения создается для осуществления деятельности в пользу соответствующих учреждений и предприятий.

11. Необходима однозначность в вопросе регистрации права собственности на объекты недвижимости в концессионных соглашениях.

12. Согласно требованиям законодательства о концессиях, имущество тепло-, водоснабжения, водоотведения может быть передано концессионеру при условии, что более 50 % от балансовой стоимости объекта имеет государственную регистрацию (т. е. право собственности муниципальным образованием надлежащим образом

оформлено). Однако данное имущество во многих городах не оформлено муниципалитетами. А значит, большую часть данного имущества невозможно передать по концессионному соглашению концессионеру по формальному основанию.

В связи с этим предлагается убрать порог в 50 % от балансовой стоимости имущества; либерализовать требования к оформлению имущества тепло-, водоснабжения, водоотведения в Росреестре.

13. Если объект концессионного соглашения является опасным производственным объектом (например, ТЭЦ, ТЭС или тепловые сети, имеющие признаки опасности по давлению, температуре теплоносителя и пр.), возникают проблемы с тем, что объект по концессионному соглашению перешел во владение концессионера, но для того, чтобы его эксплуатировать нужна лицензия. На получение лицензии требуется время. Без лицензии эксплуатирующую организацию Ростехнадзор может привлечь к административной ответственности (например, назначить штраф). Возможным вариантом решения этого вопроса может быть указание в законодательстве неких сроков для концессионеров на получение лицензии с момента регистрации ОПО в Ростехнадзоре.

14. Обеспечить согласованность законодательства о ГЧП и о стратегическом планировании в Российской Федерации.

15. Возможно, необходим федеральный закон, обобщающий все действующие модели ГЧП и четко фиксирующий грань между ГЧП и всеми иными возможными формами (каналами) взаимодействия власти и предпринимательских структур. Как отмечалось в научной литературе, «представители научной мысли сходятся во мнении, что слабая (а в некоторых регионах – полностью отсутствующая) работа механизма ГЧП связана с отсутствием единого федерального закона, регламентировавшего все отношения в этой сфере» [6].

Во всех остальных случаях в действие должно вступать и иметь приоритет соответствующее законодательство субъектов Российской Федерации, закрепляющее те формы и процедуры ГЧП, которые соответствуют условиям и приоритетам социально-экономического развития данного региона.

Таким образом, ситуация, когда практика развивается, а законодательство отстает и не учитывает современные реалии применения механизмов ГЧП, требует пристального внимания со стороны государства с целью их синхронизации.

#### Литература

1. *Ланцов А. Е.* Инфраструктура: понятие, виды и значение // Экономика, Статистика и Информатика. 2013. № 3. С. 47.
2. Пресс-служба АПТС. Почему растет количество аварий на трубопроводах // Полимерные трубы. 2020. № 1(67). С. 44–45.
3. *Мартусевич Р. А., Сиваев С. Б., Хомченко Д. Ю.* Государственно-частное партнерство в коммунальном хозяйстве. М.: Фонд «Институт экономики города», 2006. 240 с.
4. База инфраструктурных проектов. URL: <https://rosinfra.ru/project> (дата обращения: 07.03.2021).
5. О внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ в целях совершенствования механизмов государственно-частного партнерства: проект ФЗ № 819765-7. URL: <https://sozd.duma.gov.ru/bill/819765-7> (дата обращения: 15.03.2021).
6. *Бухвальд Е. М.* Правовые основы государственно-частного партнерства в условиях реализации национальных проектов в Российской Федерации // Экономика, предпринимательство и право. 2020. Том 10. № 3. С. 503–512.

**УДК 338.4**

*Степан Петрович Куралов,*  
аспирант, зам. председателя  
Жилищного комитета  
(Санкт-Петербургский  
государственный архитектурно-  
строительный университет,  
Администрация Санкт-Петербурга)  
*E-mail: kuralovsp@yandex.ru*

*Stepan Petrovich Kuralov,*  
postgraduate student,  
Deputy Chairman of the Housing Committee  
(Saint Petersburg  
State University of Architecture  
and Civil Engineering,  
Saint Petersburg City Administration)  
*E-mail: kuralovsp@yandex.ru*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ  
ТРАНСФОРМАЦИИ ГОРОДОВ ЕВРОПЫ  
НА ПРИМЕРЕ ВЕНЫ (АВСТРИЯ)**

**STUDY OF THE POSSIBILITIES  
OF TRANSFORMING EUROPEAN CITIES  
ON THE EXAMPLE OF VIENNA (AUSTRIA)**

Описывается опыт цифровой модернизации г. Вены (Австрия) – одной из культурных столиц Европы. Рамочная стратегия *Smart City Wien* («Умный город Вена») установила новую веху в будущем развитии города на фоне глобальных мировых вызовов (прежде всего, глобального климатического кризиса) и с учетом новых возможностей прогрессирующей цифровой революции. Вена является примером того, как может развиваться в концепции *Smart City* город, сочетающий вековые культурные традиции и современную реальность. Этот опыт может быть востребован при разработке аналогичной концепции для российской культурной столицы – Санкт-Петербурга, чтобы сделать его еще более безопасным и удобным для жителей.

*Ключевые слова:* трансформация, *Smart City*, Вена, безопасность, экология, кризис.

The article is devoted to the description of the foreign experience of the possibility of digital modernization of the city of Vienna (Austria) as a city representing one of the cultural capitals of Europe. The Smart City Wien framework strategy has set a new milestone in the future development of the city against the backdrop of global challenges, especially the global climate crisis and taking into account the new opportunities that the progressive digital revolution brings. According to the author, Vienna can serve as an example of how a city that combines age-old cultural traditions and modern reality can develop in the Smart City concept. This experience can be in demand when developing the Smart City concept for the Russian

cultural capital – Saint Petersburg, in order to make it even safer and more convenient for its residents.

*Keywords:* transformation, Smart City, Vienna, safety, ecology, crisis.

В отечественной экономической литературе тема трансформации современных городов в так называемые умные города начала широко исследоваться. Рассматриваются вопросы внедрения информационных технологий в экономику города, системы безопасности, сценарии действий местных администраций в период такой трансформации и различные другие аспекты [1–8]. Целью данного исследования является изучение зарубежного опыта возможности цифровой модернизации города Вены (Австрия), как города, представляющего одну из культурных столиц Европы.

Сильные ливни, засухи и жара уже показывают нам последствия климатического кризиса. Это одна из важнейших задач XXI в., которая имеет далеко идущие последствия для нашей жизни – в стране и городах [9–13]. Поэтому тем более важно не оставлять свое будущее на произвол судьбы, а активно действовать как город. Вена делает это с помощью Венской рамочной стратегии *Smart City* [1]. Решение, принятое Венским городским советом впервые в 2014 г., в обновленной версии города подчеркивает решимость, с которой он сталкивается с последствиями глобального климатического кризиса. В то же время он демонстрирует свою способность выступать в качестве федеральной столицы и города с самым высоким качеством жизни во всем мире. С пересмотром целей «Умный город» на 2050 г. город Вена не только снова сосредоточил внимание на людях, но и разработал стратегию устойчивого развития на ближайшие десятилетия, которая также ориентирована на другие города.

В июне 2014 г. Венский городской совет принял решение о рамочной стратегии *Smart City Wien* («Умный город Вена») и таким образом установил веху будущего развития города. На фоне глобальных вызовов, прежде всего глобального климатического кризиса, и с учетом новых возможностей, которые несет в себе прогрессирующая цифровая революция, рамочная стратегия впервые объединила все политические департаменты, специализированные департаменты и компании города, разделяющие общее видение: Вена, как

город, способен снова и снова находить новое в себе и разрабатывать инновационные решения для обеспечения устойчивого будущего развития; в то же время он остается верным своим базовым ценностям и ставит социальную интеграцию и качество жизни всех людей, живущих в Вене, на равных с климатическими и экологическими целями. Согласно венскому определению, «быть умным» означает сочетать инновации и новые технологические и цифровые возможности, защиту климата и сохранение ресурсов, социальные чаяния и возможности участвовать в общей картине, которая вдохновляет на изменения.

В ходе одногодичного стратегического процесса, в котором было задействовано более 130 человек практически из всех областей городской администрации и муниципальных компаний, а также многочисленные внешние эксперты из исследовательских, деловых и заинтересованных групп, были критически изучены все целевые области, существующие цели уточнены и сформулированы новые цели.

«Цифровизация» и «участие» были добавлены в стратегию в качестве новых целевых областей. Текущие события и проблемы, и, в частности, интерфейсы между теперь 12 целевыми областями, получили еще большее внимание. Кроме того, все 17 целей в области устойчивого развития повестки дня на период до 2030 г. были подвергнуты существенному анализу на основе их 169 подцелей и использовались в качестве основы для пересмотра.

Каждая целевая область сочетает в себе все три ключевые ориентации: требование радикального сохранения ресурсов, вклад в качество жизни и социальную интеграцию, а также акцент на инновациях и цифровизации в качестве центрального рычага для будущего развития.

В стратегию были включены новые темы, такие как адаптация и преодоление последствий изменения климата, круговая экономика и потребление материалов на основе потребления.

Целевые значения для выбросов CO<sub>2</sub> и методы расчета, на которых они основаны, были скорректированы: предыдущие целевые показатели сокращения выбросов парниковых газов в рамках

Венских программ защиты климата и рамочной стратегии *Smart City Wien* всегда относились к базовому 1990 г. В текущем новом издании 2005 г. используется в качестве начального года, который является базовым годом для всего ЕС для всех тех целевых показателей выбросов CO<sub>2</sub>, для которых важно различие между выбросами внутри или вне сектора торговли выбросами (ETS) [2]. Определение показателей уже началось с определения целей. Они были доработаны на основе результатов мониторинга, проведенного в 2017 г. Скоординированный набор показателей связан с онлайн-версией Венской рамочной стратегии *Smart City* на 2019–2050 гг.

В 2018 г. выбросы парниковых газов в Австрии составили 79 млн т. Климатология предполагает, что к 2050 г. все еще может быть выброшено от 1000 до 1500 млн тонн, чтобы Австрия могла внести свой вклад в достижение цели в 2 °С Парижского соглашения [3]. Если бы выбросы остались на текущем уровне, этот бюджет выбросов был бы использован в середине 2030-х гг. Около трети выбросов Австрии, а именно выбросы от производства электроэнергии и крупных промышленных предприятий, подлежат торговле выбросами в ЕС. Остальные две трети, то есть выбросы от зданий, дорожного движения, сельского хозяйства или утилизации отходов, должны быть сокращены за счет мер, принятых региональными властями Австрии – Федеральным правительством, Федеральными землями и муниципалитетами. Австрия взяла на себя обязательство ЕС сократить эти выбросы на 36 % с 2005 по 2030 гг. Рамочная стратегия *Smart City Wien* иллюстрирует вклад Вены в достижение этой цели. Однако потребуются дополнительные усилия, чтобы оставаться внутри коридора, который позволяет достичь Парижских климатических целей.

Потребление ресурсов все больше и больше выходит за пределы нагрузки. Не только с точки зрения выбросов CO<sub>2</sub>, но и с точки зрения землепользования, а также в цикле азота и фосфора, человечество уже превысило экологически совместимые пределы во всем мире. В настоящее время вызванное вмешательством человека в экосистему нашей планеты шестое геологическое массовое вымирание видов животных и растений идет полным ходом. Мы потребляем

огромное количество часто невозобновляемого сырья всех видов, которое попадает в воздух, воду и почву после использования в качестве отходов и загрязняющих веществ. Вена берет на себя ответственность и, следовательно, значительно уменьшит свой «экологический след», что касается не только товаров и услуг, произведенных в городе, но также всех товаров и услуг, потребляемых в Вене.

Вена не может решить эти глобальные проблемы в одиночку, но необходимы соответствующие меры для поддержки со стороны Федерального правительства или ЕС. Однако с помощью рамочной стратегии *Smart City* Вена демонстрирует пути развития, ориентированного на будущее, и принимает меры, которые немедленно дадут положительный эффект: затраты на электроэнергию уменьшатся. Расстояния становятся короче, воздух чище, качественный отдых и досуг возможны везде в непосредственной близости. Жить комфортно и доступно одновременно. Индивидуальные возможности развития и возможности для участия каждого увеличиваются. Для компаний в энергетической, отопительной, транспортной или перерабатывающей отраслях существует множество рыночных возможностей и т. д. Все жители Вены напрямую и лично извлекают выгоду из локальных ответов Вены на глобальные проблемы.

С целевыми 2030 и 2050 гг. Венская рамочная стратегия *Smart City* намеренно имеет среднесрочную и долгосрочную перспективу и рассматривает себя в качестве основы долгосрочной ориентации для устойчивого развития города. Дальновидный взгляд позволяет определять пути долгосрочного развития за пределами законодательных периодов, создавая тем самым основу для далеко идущих решений. Это очень важно, особенно в областях с длительным инвестиционным циклом, таких как строительство и ремонт зданий, энергетика или транспортная система.

В Вене большое количество стратегий и программ нацелено на высокую степень устойчивости и, таким образом, на обеспечение всестороннего качества жизни венского населения. Спектр содержания варьируется от общественной безопасности и гражданской защиты до экономических и социальных вопросов, таких как инновации, цифровизация, образование, здравоохранение, уход и под-

держка, экологические проблемы и защита климата. Для того чтобы подготовить Вену к последствиям климатического кризиса на ранней стадии и принять надлежащие контрмеры, были разработаны стратегический план «Остров городской жары» и программа «Инфраструктурная адаптация к изменению климата».

Венская рамочная стратегия *Smart City* объединяет эти усилия в качестве общей стратегии. Их ориентация на высокое качество жизни, социальную интеграцию, максимально возможное сохранение ресурсов и всестороннюю инновационную способность во всех целевых областях решает будущие задачи и, таким образом, вносит значительный вклад в обеспечение устойчивости города в долгосрочной перспективе. Это также включает в себя широкое участие всех людей в городе и, следовательно, укрепление активного участия гражданского общества. Последствия многих будущих событий все еще сегодня неясны. Климатический кризис, в частности, имеет непредсказуемые прямые и косвенные последствия во многих областях. Все это требует очень высокого уровня адаптивности и способности к обучению. Рамочная стратегия *Smart City Wien* устанавливает руководящие принципы для этого и обеспечивает руководство для будущих действий.

Большая часть целей устойчивого развития (ЦУР) напрямую связана с местными службами общего интереса. Поэтому большая часть Повестки дня на период до 2030 г. уже рассматривается в существующих стратегиях и областях работы города Вены. В настоящее время ЦУР закреплены во всех целевых областях рамочной стратегии *Smart City Wien*.

Введение в Повестку дня на период до 2030 г. включает в себя: «Мы понимаем, что социально-экономическое развитие зависит от устойчивого использования природных ресурсов Земли.

Мы можем быть первым поколением, которому удастся искоренить бедность, и в то же время, может быть, последним поколением, у которого еще есть шанс спасти нашу планету.

Устойчивое развитие основывается на осознании того, что искоренение нищеты во всех ее формах и измерениях, борьба с неравенством внутри стран и между ними, сохранение естественных

основ жизни, достижение устойчивого, всестороннего и устойчивого экономического роста и содействие социальной интеграции друг с другом связаны и взаимозависимы.

Мы понимаем, что устойчивое развитие городов и устойчивое управление городами имеют решающее значение для качества жизни нашего населения».

В рамках рамочной стратегии *Smart City Wien* объединяются основные темы будущего города. Он призван стать общей рамочной конструкцией для всех соответствующих областей политики и должен направлять политические решения, а также действия городской администрации. С одной стороны, он опирается на существующие программы и мероприятия города и использует их уже созданные структуры. С другой стороны, он предлагает всеобъемлющую структуру ориентации: цели и принципы рамочной стратегии учитываются во всех областях стратегий, программ и концепций специалистов. Таким образом, Венская рамочная стратегия создает общую платформу для сотрудничества и диалога, которую также можно использовать для постоянного введения новых тем или для указания и согласования противоречивых целей.

Рамочная стратегия описывает варианты достижения целей, но намеренно избегает конкретных пакетов мер и, таким образом, предоставляет гибкие способы достижения целей. Основные этапы и соответствующие мероприятия реализации, и проекты определены в стратегиях, программах и специальных концепциях города.

Развитие жизнеспособного и пригодного для жизни города может быть успешным, только если каждый, кто живет и работает в Вене, преподает и учится, производит и потребляет, заботится и участвует в реализации этого видения будущего. Поэтому Вена хочет установить партнерские отношения между государственной и частной сферами, обеспечить широкое участие всех людей, живущих в Вене, инициировать инвестиции в устойчивые формы экономики или мобильности и указать на актуальные темы исследований.

Но, прежде всего, следует стимулировать творческое мышление о новых формах жизни в городе. Специалисты в области куль-

туры также могут внести существенный вклад благодаря высокому уровню чувствительности и широкому видению.

Умному городу нужны факты и воображение, наука и искусство. Искусство образно, креативно и радикально. Искусство открывает в тайне новые углы зрения, перспективы, разрывы, подходы и многое другое и, таким образом, расширяет возможности для решений для *Smart City Wien*. В свободе художников огромный творческий потенциал. *Smart City Wien* использует этот потенциал, в частности, когда наука, исследования и искусство работают более тесно, чтобы обсудить альтернативные подходы и будущие концепции.

В качестве конкретных инициатив децентрализованной культуры культурные городские лаборатории могут вписываться в существующую сеть субъектов в области культуры и создавать синергию на основе новых форм сотрудничества. Важно опираться на уже имеющиеся подходы и в то же время создавать, тестировать, анализировать и разрабатывать независимые подходы.

Деятели искусства одинаково касаются чувств и интеллекта, что позволяет продвигать социальные изменения и привлекать людей к «Умному городу» в смысле социальной трансформации. Искусство служит социальным резонансным и дискурсивным пространством и позволяет отражать собственную деятельность и замыслы и с помощью художественных средств подвергать сомнению, почему мы делаем вещи так, как мы их делаем.

Представляя собой одну из культурных столиц Европы, Вена может служить примером того, как может развиваться в концепции «Умного города» город, сочетающий в себе вековые культурные традиции и современную реальность. Этот опыт может быть востребован при разработке концепции «Умного города» для российской культурной столицы – Санкт-Петербурга, для того, чтобы сделать его еще более безопасным и удобным для его жителей.

#### **Литература**

1. Глебова И. С. Возможности реализации концепции «умного города»: практика российских городов // Экономика и предпринимательство. 2014. № 1–3 (42). С. 232–235.

2. Дюкалова Д. А. Проблемы и возможности формирования «Умного города» на примере города Пермь // Евразийский союз ученых. 2014. № 8–1 (8). С. 79–83.

3. Захарова В. В. Развитие умных городов в эпоху экономики знаний и реализация транспортных проблем в процессе экогуманизации городов // Вопросы экономических наук. 2015. № 6(76). С. 34–40.

4. Кетова А. С. Направления реализации модели «Умного города» в городском округе «Город Белгород» // Вестник научных конференций. 2015. № 2–2 (2). С. 71–73.

5. Сизов Ю. И. Развитие среднего города на основе концепта: от «Умного дома к умному городу» // Научные труды вольного экономического общества России. 2019. Т. 218. № 4. С. 573–580.

6. Фадеева А. С. Возможности применения IT-сервиса «Умный город» в сфере образования в городе Москве // Современные гуманитарные исследования. 2016. № 3(70). С. 143–147.

7. Ярош Н. Н. Городское хозяйство: от «города солнца» к умному городу // Экономический журнал. 2013. № 2(30). С. 72–88.

8. Ярош Н. Н. Умный город – город толерантности // Экономический журнал. 2014. № 2(34). С. 76–84.

9. Die Zukunft: Smart cities in Deutschland. URL: <https://heimnetzen.de/blog/smart-cities/> (accessed on: 07.03.2021).

10. Smart-City-Atlas Die kommunale digitale Transformation in Deutschland. URL: <https://www.bitkom.org/sites/default/files/2019-03/190318-Smart-City-Atlas.pdf> (accessed on: 09.03.2021).

11. Smart City: Städte werden digitaler. URL: <https://www.dw.com/de/smart-city-st%C3%A4dte-werden-digitaler/a-48687439> (accessed on: 10.03.2021).

12. 50 deutsche Städte sind auf dem Weg zur Smart City. URL: <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/50-deutsche-Staedte-sind-auf-dem-Weg-zur-Smart-City> (accessed on: 10.03.2021).

13. Smart-City-Wien-Rahmenstrategie. URL: <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/projekte/smartcity/> (accessed on: 10.03.2021).

## **СУДЕБНЫЕ ЭКСПЕРТИЗЫ И ПРАВО В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И НА ТРАНСПОРТЕ**

**УДК 616-072**

*Елена Игоревна Антонова,*  
студент  
(Санкт-Петербургский  
государственный архитектурно-  
строительный университет)  
*E-mail: elena30081998@gmail.com*

*Elena Igorevna Antonova,*  
student  
(Saint Petersburg  
State University of Architecture  
and Civil Engineering)  
*E-mail: elena30081998@gmail.com*

### **ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В СТРОИТЕЛЬНО- ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЕ**

#### **INSTRUMENTAL METHODS OF INVESTIGATION USED IN CONSTRUCTION-TECHNICAL EXPERTISE**

Изучение современного состояния и развития строительной отрасли наряду с возникающими в этой сфере факторами, негативно влияющими на безопасность жизнедеятельности граждан и связанными с нарушениями нормативных предписаний, влекущими обрушение или иное повреждение строящихся либо возведенных зданий/сооружений и причинение вреда жизни и здоровью отдельных лиц, побуждает обратить особое внимание на повышение эффективности и результативности использования инструментальных методов исследования при производстве строительно-технической экспертизы. Инструментальное обследование зданий и сооружений дает экспертам подробную информацию о конструктивных элементах, которую невозможно получить по внешним признакам в ходе визуального осмотра.

*Ключевые слова:* инструментальное обследование, инструментальные методы исследования, техническое состояние, строительные конструкции, строительно-техническая экспертиза.

Study of the current state and development of the construction industry of the state, along with the factors that arise in this area that negatively affect the state of safety of citizens life, related to cases of violations of regulatory requirements, result-

ing in the collapse (or other damage) of buildings and structures under construction and already erected, and, as a result, causing harm to the life and health of individuals, it prompted the author to pay attention to the issue of improving the efficiency and effectiveness of the use of instrumental research methods in the production of construction and technical expertise. The instrumental inspection of buildings and structures allows experts to obtain detailed information about the structural elements, which cannot be obtained from external signs during visual inspection.

*Keywords:* instrumental examination, instrumental methods of research, technical condition, building structures, construction and technical expertise.

В настоящее время руководство государства ориентировано на реализацию целого комплекса социально ориентированных проектов для обеспечения жизнедеятельности граждан, на развитие инфраструктуры и повышение качества жизни в нашей стране. Невероятных объемов достигло возведение жилых домов, школ, супермаркетов, информационно-развлекательных центров и строительство целого ряда иных объектов. При этом, несмотря на все положительные аспекты развития строительной отрасли государства, нельзя не отметить, что негативной стороной высоких темпов строительства выступают случаи нарушения нормативных предписаний, которые влекут за собой разрушение (или иное повреждение) построенных и сданных в эксплуатацию, а также строящихся зданий и сооружений, приводящее, в том числе, к человеческим жертвам. В этой связи требуется повышение бдительности и результативности работы сотрудников контрольно-надзорных ведомств, которые должны выявлять нарушения, допускаемые при проектировании и возведении различных объектов, в том числе, привлекая к своей работе специалистов – экспертов в области строительства, ведь в большинстве случаев без квалифицированной помощи лиц, обладающих специальными знаниями в той или иной отрасли, невозможно сделать объективный вывод о факте произошедшего, о допущенных нарушениях отдельных лиц, о причинно-следственной связи между событием и наступившими последствиями.

В целом, общая методика проведения судебных строительно-технических экспертиз заключается в сопоставлении данных, установленных при помощи визуальных и инструментальных методов обследования с результатами теоретических изысканий, рас-

четов и научных экспериментов, а также с нормативными данными и специальными правилами.

Наиболее важным этапом строительно-технической экспертизы является инструментальное обследование, которое, в отличие от визуального, дает возможность определить техническое состояние и детально исследовать строительные конструкции и сооружения в целом, с применением современного испытательного оборудования и специальных приспособлений, что нашло отображение в таблице.

В процессе инструментального осмотра, в частности, уточняются результаты проведенного ранее визуального осмотра, а также устанавливаются новые данные [1].

**Методы инструментального обследования  
и часто используемая аппаратура**

№ п/п	Исследуемый параметр	Инструменты, приборы и оборудование
1	Объемная деформация здания	Нивелиры Н-3, Н-10, НА-3 и др. Теодолиты Т-2, Т-15, ТаН и др.
2	Прогибы и перемещения	Нивелиры Н-3, Н-10, НА-1 и др. Прогибомеры механического действия ПМ-2, ПМ-3, ПАО-5. Жидкостные прогибомеры П-1
3	Прочность бетона	Молотки Физделя, Кашкарова, Шмидта; пружинистые приборы КМ, ПМ, ХПС и др. УКБ-2, Бетон-5, УК-14П, Бетон-12 и др. ГПНВ-5, ГПНС-4. Динамометрические клещи
4	Прочность раствора	Склерометр СД-2
5	Скрытые дефекты материала конструкции	Ультразвуковые приборы УКБ-1, УКБ-2, Бетон-12, Бетон-5, УК-14П. Радиометрические приборы РПП-1, РПП-2, РП6С

Окончание таблицы

№ п/п	Исследуемый параметр	Инструменты, приборы и оборудование
6	Глубина трещин в бетоне и каменной кладке	Молоток, зубило, линейка. УК-10ПМ, Бетон-12, УК-14П, Бетон-5, Бетон-8УРЦ и др.
7	Ширина раскрытия трещин	Щуп, линейка, штангенциркуль, МИР-2
8	Толщина защитного слоя бетона	ИЗС-2, МИ-1, ИСМ
9	Плотность бетона, камня и сыпучих материалов	Источники излучения Cs-137, С0-60. Выносной элемент типа ИП-3. Счётные устройства (радиометры) Б-3, Б-4, Бетон-8-УРЦ
10	Влажность бетона и камня	Источник излучения Ra-Be, датчик НВ-3, счётные устройства СЧ-3, СЧ-4, «Бамбук»
11	Воздухопроницаемость	ДСК-3-1, ИВС-2М
12	Теплозащитные качества стенового ограждения	Термощупы ТМ, ЦЛЭМ. Теплометр ЛТИХП
13	Звукопроводность стен и перекрытий	Генератор «белого» шума ГШН-1. Усилители УМ-50, У-50. Шумомер Ш-60В. Спектрометр 2112
14	Вибрации конструкции	Вибромарка, виброграф Гейгера, ручной виброграф ВР-1. Осциллографы Н-105, Н-700, ОТ-24-51, комплект вибродатчиков
15	Осадка фундамента	Нивелиры Н-3, Н-10, НА-1 и др.

Обследование строительных конструкций и сооружений с применением инструментов состоит из необходимых измерений, лабораторных испытаний, которые помогают определить механические

характеристики материалов, установления точных эксплуатационных нагрузок и проведения поверочных расчетов по несущей способности исследуемого объекта, а также выяснения точных причин появления дефектов и повреждений.

Инструментальному обследованию могут подлежать разнообразные конструкции: фундаменты, стены, колонны, балки, перекрытия, перегородки и другие элементы.

Обследование зданий и сооружений выполняется в следующих случаях:

- в конструкции обнаружены видимые дефекты и деформации;
- необходимо провести плановое техническое обследование для оценки текущего состояния объекта и его дальнейшей безопасной эксплуатации;
  - требуется восстановить утраченную документацию;
  - согласование самовольной постройки и незаконной реконструкции;
  - планируется капитальный ремонт, перепланировка или реконструкция объекта;
  - здание получило повреждения в результате воздействия техногенных процессов (пожар, наводнение, землетрясение, подтопление и другие аварийные ситуации);
  - имеются видимые разрушения отдельных конструкций или здания в целом;
  - планируется возобновить работы на объекте, строительство которого было прервано;
  - проведение инструментального обследования с целью определения качества выполненных строительных работ;
  - требуется определить несущую способность конструкций (реновация, переоборудование, перевооружение);
  - следует провести лабораторно инструментальное обследование конструкций существующих зданий, попадающих в зону влияния нового строительства.

Главной целью инструментального обследования зданий и сооружений является получение количественных данных о техническом состоянии несущих и ограждающих конструкций, а также,

как ранее было указано, получение данных о наличии в них дефектов (деформация, прочность, трещинообразование и влажность).

Для получения требуемых данных эксперт устанавливает:

- прочность бетона, марку кирпича, класс арматуры, а также иные характеристики прочности и декоративности строительных материалов;
- фактические размеры и способы соединения элементов строительных конструкций между собой;
- наличие скрытых дефектов, которые недоступны при обычном визуальном осмотре;
- иные характеристики и параметры постройки, которые затем используются при определении величин нагрузок на несущие конструкции.

При проведении исследования эксперт должен учитывать, что главными причинами образования дефектов конструкций считаются:

- ошибки проектирования;
- несоблюдение правил эксплуатации;
- некачественно выполненные строительно-монтажные работы;
- естественный износ конструкций.

Указанные причины подразделяются на детальные и конкретные:

- перегрузка несущих конструкций (например, из-за надстройки этажа, замены несущих конструкций, установки технологического оборудования, увеличения снеговой нагрузки);

- неравномерная осадка фундаментов;
- ослабление конструкций непроектными проемами, отверстиями, нишами;
- недостаточное армирование конструкций;
- технологические протечки;
- механические воздействия;
- недостаточная прочность строительных материалов (кирпича, камня и раствора).

Кроме того, в качестве причины может выступать отклонение стен, колонн или столбов от вертикали, которое превышает нормативные величины.

Эксперт в ходе исследования должен учесть все факторы, влияющие на образование вышеперечисленных дефектов.

В целом же можно заключить, что задачей инструментального обследования, используемого экспертом, является определение категории технического состояния здания.

Использование инструментального метода в судебной строительно-технической экспертизе дает возможность экспертам эффективно, без разрушений проводить исследование зданий и сооружений, наружных сетей, коммуникаций и иных объектов [2].

При этом все измерительные инструменты, которые использует эксперт во время осмотра зданий и сооружений должны быть сертифицированы как средства измерения и допущены к применению в Российской Федерации, а также соответствующим образом поверены и калиброваны, что подтверждается сертификатом о калибровке средства измерения.

#### **Литература**

1. Сборник учебно-методических пособий по судебной строительно-технической экспертизе / науч. ред. д-р юрид. наук А. Ю. Бутырин; Некоммерческое партнёрство «Палата судебных экспертов». М.: Рекламно-производственная группа «Пресс Бюро», 2011. 176 с.
2. Электроэнергетические системы и сети: применение САД-сред: в 2 ч. Часть 1: учебное пособие для вузов / С. А. Ерошенко [и др.]; под науч. ред. А. А. Суворова. М.: Издательство Юрайт, 2020. 158 с.

**УДК 34.096**

*Кирилл Алексеевич Елисеев,*  
студент  
(Санкт-Петербургский  
государственный архитектурно-  
строительный университет)  
*E-mail: kirilleliseev@gmail.com*

*Kirill Alekseevich Eliseev,*  
student  
(Saint Petersburg  
State University of Architecture  
and Civil Engineering)  
*E-mail: kirilleliseev@gmail.com*

## **ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ИСТОРИЧЕСКОЙ ТЕМАТИКИ В ОФОРМЛЕНИИ ВЕСТИБЮЛЕЙ СТАНЦИЙ МЕТРОПОЛИТЕНА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА**

### **LEGAL REGULATION OF HISTORICAL TOPICS IN THE DECORATION OF THE VESTIBULES OF THE METRO STATIONS IN SAINT PETERSBURG**

В современных условиях урбанизации в крупных городах возрастает популярность такого вида транспорта, как метрополитен. Этот практичный, безопасный и, несомненно, удобный вид передвижения привлекает всё больше пассажиров. Особое место среди метрополитенов мира занимает метро Санкт-Петербурга, получившее заслуженное признание ценителей искусства благодаря своим павильонам, украшенным мозаичными шедеврами, памятниками, картинами и скульптурами. Доминирует среди его украшений мозаика, история которой интересна как со стороны архитектуры, так и со стороны права, поскольку за период существования городского метрополитена был подписан ряд постановлений, повлиявших на оформление вестибюлей.

*Ключевые слова:* метрополитен, мозаика, архитектура, история, право, постановления.

In modern conditions of urbanization, in large cities, the popularity of such mode of transport as the metro is increasing. Being a practical, safe, and undoubtedly convenient mode of transport, the metro attracts more and more passengers every day. A special place among the metropolitans of the world belongs to the Saint Petersburg metro, which warms up the interest of art connoisseurs with pavilions decorated with mosaic masterpieces, monuments, paintings, and sculptures. The dominant decoration of the metro of our city is the mosaic, the history of which is interesting both from the point of architecture and from the point of law, since during its existence several decrees were signed that influenced the design of the lobbies.

*Keywords:* metro, mosaic, architecture, history, law, decree.

На 2021 г. население Земли составляет около 7,6 млрд чел. В условиях роста численности населения, а также в результате процесса урбанизации, в крупных городах, особенно в городах-миллионниках, возникает необходимость в появлении доступного транспорта, который позволит достаточно быстро, без лишних промедлений добраться до необходимого места. К данным видам транспорта можно отнести наземный транспорт, водный транспорт, а также метрополитен, который занимает особое место в иерархии. По сравнению с другими видами метрополитен характеризуется безопасностью, в связи с отсутствием какой-либо возможности аварии, а также регулярностью, проявляемой в движении поездов в строгом графике.

Среди всех существующих метрополитенов особое место занимает Санкт-Петербургский. Помимо безопасности и регулярности, он характеризуется особенностями в его проектировании, так как в Северной столице нет открытых станций и перегонов, а также своей невероятной красотой, способной подогреть интерес даже самых избирательных ценителей искусства.

История петербургского метрополитена началась еще в XIX в., когда правление Балтийской железной дороги разработало проект метрополитена. Это означало, что будет проложена подземная линия, которая будет соединять все петербургские вокзалы. Этот проект был разработан и вступил в силу в 1889 г. Затем в 1893 г. последовало предложение о соединении центра Петербурга с вокзалами линией скоростной железной дороги [1].

В период 1893–1933 гг. было реализовано большое количество проектов по строительству железных дорог, но первый проект метро или, иными словами, подземного трамвая был создан только в 1934 г., после чего Совет народных комиссаров и ЦК ВКП(б) принял решение о строительстве метрополитена в Ленинграде. Это решение было принято в январе 1941 г., когда Народный комиссариат путей сообщения издал приказ «О строительстве Метрополитена в Ленинграде» [2], и в апреле этого же года строительство началось, но прервалось сразу после начала Великой Отечественной Войны. Тем не менее, строительные работы возобновились 22 мая 1946 г. 10 декабря 1946 г. прошел первый тур по оформлению станций первой очереди строительства ленинградского метрополитена.

В период начала активного строительства метрополитена популярным стилем в архитектуре был сталинский ампир, или же советский монументальный классицизм, который получил свое название в связи с тем, что в этот период руководителем государства был Иосиф Виссарионович Сталин. К тому же в стране пропагандировался культ личности вождя. Все это сводилось к тому, что благодаря монументальности зданий представлялись достижения СССР и коммунистического строя [3]. Несомненно, всё это нашло свое отражение в петербургском метрополитене. Интерьер большинства станций украшают уникальные мозаичные шедевры. Самые роскошные из них находятся на первой пусковой линии метро от станции «Площадь Восстания» до станции «Автов», поскольку она является первой в хронологии строительства (см. рис.).

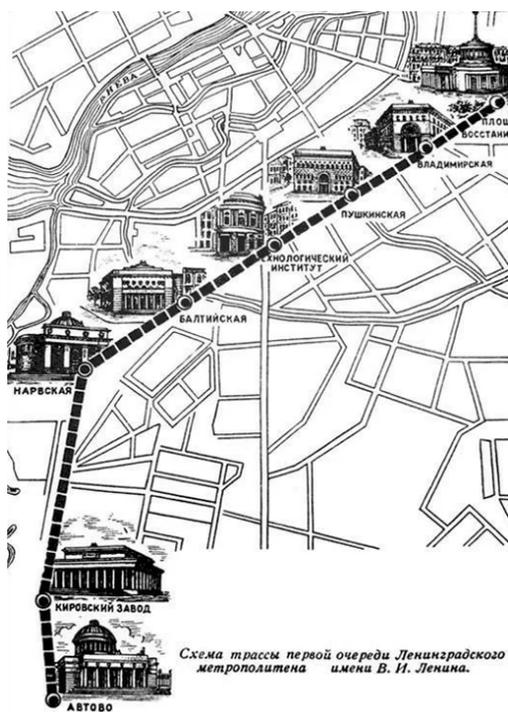


Схема первой очереди Ленинградского метрополитена на 1955 г.

Основными станциями, удостоившимися появления мозаичного панно, являются станции «Автово», «Балтийская», «Владимирская», а также «Нарвская», но с началом периода оттепели данное панно будет снято, поскольку на нем будет изображен вождь, культ личности которого будет разоблачен на XX съезде КПСС (табл. 1). Именно на них мозаика стала важным идеологическим акцентом, поскольку на них отражено величие и благополучие страны [4].

Таблица 1

**Первые мозаичные изображения ленинградского метрополитена**

Станция метро	Краткое описание	Изображение
Автово	Оформление станции выполнено на тему обороны Ленинграда. На мозаичном полотне изображена женщина с ребенком, символизирующая дух сопротивления внешнему врагу	
Балтийская	Панно «1917 год»: революционные моряки Балтики вместе с рабочими и солдатами идут на штурм Зимнего дворца, на заднем плане – силуэт крейсера «Аврора»	
Владимирская	Панно «Изобилие»: граждане Советского Союза разных национальностей, у их ног лежат горы фруктов, овощей, пшеницы. Все это призвано демонстрировать благополучие и богатство страны	
Нарвская	Интерьер станции до 1961 г. украшало мозаичное панно «Сталин на трибуне». Впоследствии оно было отгорожено стеной из мрамора	

4 ноября 1955 г. ленинградский метрополитен терпит серьезный удар в плане своего оформления, поскольку ЦК КПСС и СМ СССР подписывают постановление № 1871 «Об устранении излишеств в проектировании и строительстве» [5], тем самым одноmomentно завершив эпоху сталинского ампира. На смену пришла функциональная типовая архитектура, которая просуществовала до конца советского государства.

После распада советского государства мозаичные полотна вернулись в петербургский метрополитен. Теперь, помимо изображений величия СССР, мы можем видеть полотна, на которых изображены исторические события и личности, которые каким-либо образом связаны с историей города, а также изображения природы (табл. 2). Согласно государственной программе Санкт-Петербурга от 2011 г. «Развитие транспортной системы Санкт-Петербурга», планируется увеличить эксплуатационную протяженность линий метрополитена, а также ввести новые станции и электродепо. Всё это вселяет надежду на то, что на будущих станциях петербургского метрополитена также будут возникать уникальные невероятные полотна, которые будут восхищать каждого жителя и гостя города.

Таблица 2

**Новые мозаичные изображения петербургского метрополитена**

Станция метро	Краткое описание	Изображение
Бухарестская	Одни из самых новых мозаик. Над эскалаторным ходом – панно со стилизованным изображением румынского пейзажа работы мастерской А. К. Быстрова, в нижнем вестибюле – композиция «Осень в парке»	

Станция метро	Краткое описание	Изображение
Звенигородская	Панно «Полтавская битва»	
Маяковская	<p>Стены центрального зала облицованы смальтой интенсивного темно-красного тона.</p> <p>В концах зала – портреты В. В. Маяковского в острой плакатной манере рядом с названием станции.</p> <p>Дефицит художественных средств восполняется мощью образа</p>	
Площадь Александра Невского	Панно, отражающее события Ледового побоища 1242 г.	
Елизаровская	Панно, отражающее «рабочую» историю района	

### Литература

1. Метрополитен Ленинграда-Петербурга: Страницы истории: [40 лет / Сост. А. М. Баскаков и др.]. СПб.: С.-Петербург. Метрополитен, 1995. 294 с.

2. О строительстве Метрополитена в Ленинграде: приказ народного комиссара путей сообщения № 27 от 21.01.1941. URL: [https://cdn.spbdnevnik.ru/uploads/block/image/218041/\\_\\_\\_large\\_photo5194935482394454328.jpg.jpg](https://cdn.spbdnevnik.ru/uploads/block/image/218041/___large_photo5194935482394454328.jpg.jpg) (дата обращения: 26.04.2021).

3. *Цыганова Л. Р., Мастерова Н. А., Артемова Е. Б.* Отделочные материалы и композиции, применяемые в дизайне. Мозаика, фреска, витраж, сграффито: учебное пособие / Федеральное агентство по образованию, Волгоградский гос. архит.-строит. ун-т. Волгоград: ВолгГАСУ, 2007. 57 с.

4. *Любош Г.* Ленинградский метрополитен имени В. И. Ленина. Л.: Лениздат, 1980. 70 с.

5. Об устранении излишеств в проектировании и строительстве: постановления № 1871 ЦК КПСС и СМ СССР от 04.11.1955. URL: <https://web.archive.org/web/20140716132943/http://sovarch.ru/postanovlenie55/> (дата обращения: 26.04.2021).

## **ПЕРВЫЕ ШАГИ В НАУКЕ**

**УДК 621.37**

*Николай Николаевич Акселевич,*  
учащийся

*Алексей Михайлович Мориков,*  
учащийся

(ГБОУ СОШ № 246

Санкт-Петербурга)

*E-mail: zara246d6@gmail.com,*

*amorikov95@gmail.com*

*Nikolai Nikolaevich Akselevich,*  
secondary school student

*Alexey Mikhailovich Morikov,*  
secondary school student

(Secondary school No. 246,

Saint Petersburg)

*E-mail: zara246d6@gmail.com,*

*amorikov95@gmail.com*

### **МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ НОСИМОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРИКЛАДНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ЗАДАЧ**

#### **MULTIFUNCTIONAL WEARABLE DEVICE FOR APPLIED CONSTRUCTION TASKS**

В настоящий момент неуклонно проводится политика максимальной компьютеризации всех сфер производства, включая ремонтные и монтажные работы. Однако современные решения подразумевают использование множества приборов (мультиметров, детекторов скрытой проводки, металлодетекторов для обнаружения скрытой в стене арматуры и др.). Работать с таким количеством оборудования одновременно весьма неудобно: постоянно существует возможность ошибиться во множестве данных, а иногда просто не хватает рук. Поэтому весьма актуален вопрос разработки универсального инструмента, позволяющего решать как базовые, так и продвинутые задачи с минимальными временными затратами и, как следствие, с максимальной эффективностью. Авторами предлагается подобный инструмент на базе перчаток, которые находятся в мгновенной доступности и не будут мешать при работе. Прибор удобен в ношении и использовании и обеспечивает бесконтактное измерение различных параметров (напряжения, силы постоянного и переменного тока и др.), поиск и отображение скрытых в стене проводки и арматуры, а также дефектов в бетоне и иных монолитных конструкциях.

*Ключевые слова:* перчатки, электромонтажные работы, электроинструмент, бесконтактное измерение, оптимизация рабочего процесса.

At the moment, there is a continuous policy of maximum computerization of all spheres of life, including renovation and erection work. However, modern solutions

involve the use of many devices such as: a multimeter, a hidden wiring detector, a metal detector for detecting fittings hidden in the wall and many other devices. Anyone who has ever worked with so many devices at the same time knows that this is very inconvenient. Sometimes there are simply not enough hands to work with so many tools, and there is always the possibility of being wrong with so many different data. Therefore, it was decided to develop a universal tool that allows you to perform both basic and advanced tasks with minimal time investment and, as a result, maximum efficiency. The choice fell on gloves that are instantly available and will not interfere with work. This device should be comfortable to wear and use, as well as to make non-contact measurement of such data as: voltage and strength of direct and alternating current, search and display of wiring and fittings hidden in the wall, as well as defects in concrete and other monolithic structures.

*Keywords:* gloves, electrical work, power tools, non-contact measurement, workflow optimization.

Концепт предлагаемого устройства (рис. 1) подразумевает изготовление рабочих перчаток с электропроводящими слоями на тыльной стороне ладони, позволяющих получать данные о напряженности магнитного поля, а также посылать и регистрировать сигналы на разной частоте. При этом электроды должны быть максимально тонкими и эластичными, дабы обеспечить длительный цикл жизни устройства и комфорт при его использовании. С этой целью подложкой был выбран латексный лист толщиной 0,25 мм, на который посредством гальваники или токопроводящей клеевой массы наносится необходимый рисунок (на данный момент подразумевается использование меди как проводника).

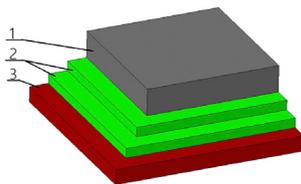


Рис. 1. Расположение слоев на стороне ладони: 1 – внешний слой *дунеета*; 2 – латекс с нанесенным токопроводящим покрытием; 3 – слой полиэстера

Используемые материалы позволяют минимизировать риск повреждения токопроводящих слоев, а также травм при работе с ре-

жущим инструментом. Верхний слой изготовлен из высокомолекулярного полимера и обеспечивает защиту от порезов согласно 5-му классу по классификации *DIN EN 388:2003*. Слой 3 необходим для комфортного ношения перчаток в течении длительного промежутка времени. Все слои являются диэлектриками и соответствуют стандартам ГОСТ 12.4.183–91. Слои, маркированные цифрой 2, являются основными и единственными чувствительными элементами. Каждый из них имеет двухстороннее нанесение токопроводящего материала. Причем в некоторых случаях слои связаны между собой переходными отверстиями, а в некоторых нет. Переходные отверстия изготавливаются посредством перфорации в латексе и последующим соединением сторон посредством омеднения контактов при помощи токопроводящего клея. Данный тип соединения обеспечивает достаточную эластичность соединения. После нанесения рисунка на поверхности материала производится его фиксация посредством нанесения диэлектрического лака. Затем слои склеиваются. Такая конструкция позволяет обеспечить высокую механическую прочность и высокое качество измерения (осуществляется за счет фиксации и отсутствия смещения слоев относительно друг друга). Схема чувствительных элементов показана на рис. 2.

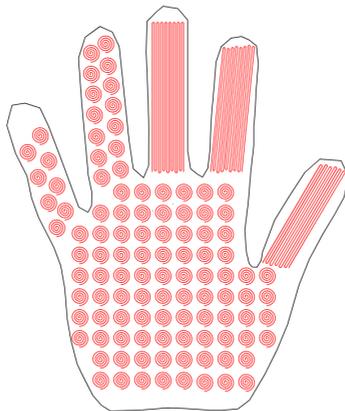


Рис. 2. Расположение чувствительных элементов на поверхности ладони

На поверхности нижнего чувствительного слоя размещено 115 электродов, из которых 112 представляют собой плоскую спиральную катушку диаметром 8 мм из 3-х витков с шагом 1 мм. Ширина каждого витка составляет 0,254 мм (10 mil). Таким образом индуктивность каждой из катушек составляет около 47 нГн, а длина около 56 мм. Подробнее конструкция отображена на рис. 3.

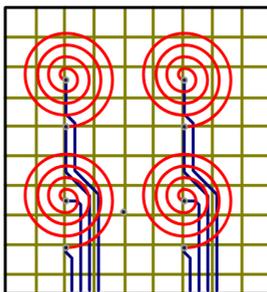


Рис. 3. Устройство электродов: *красным цветом* показана рабочая поверхность антенн; *синим* – экранированные проводники. Сетка является экранировкой и проходит по всей поверхности перчатки

Данная конструкция управляется посредством микроконтроллера, который может посылать (через высокоскоростной ЦАП и усилитель) и принимать (посредством АЦП) сигналы. Для выполнения функций устройства предусмотрено три алгоритма работы.

#### *А. Металлодетектор*

На базе конструкции может быть реализован почти любой алгоритм распознавания металла, а именно индукционный, частотный. Это позволяет использовать наиболее оптимальный для конкретного режима работы.

#### *Б. Радиочастотный анализ бетонных стен.*

Работа осуществляется на основе принципа ослабления радиосигнала разной частоты при прохождении через препятствия. Устройство испускает волны различной длины (от 1 до 10 ГГц) и регистрирует время отклика. По разности времени между сигналами различной ячейки определяется наличие другого по конси-

стенции/плотности материала либо пустот. Погрешность определяется по тактовой частоте и скорости АЦП и составляет около 3 мм.

*В. Измерение тока и напряжения постоянного и переменного тока*

Осуществляется на базе классической схемы, используемой в токоизмерительных клещах. На кончики пальцев устанавливается несколько *MEMS*-датчиков холтера. Одновременное использование их и катушек, расположенных на поверхности большого, указательного и среднего пальца, позволяет проводить измерения параметров проводника (при наличии на нем напряжения от 50 В).

Стабильность работы приемников и передатчиков гарантируется за счет использования двухстороннего экранирования управляющих проводников.

Устройство оснащено дисплеем на базе светодиодной матрицы 12×12. Каждый из светодиодов произведен в корпусе *SMD0402* и позволяет осуществлять вывод букв, цифр и графики на тыльной стороне ладони, что существенно повышает удобство использования. Каждый светодиод оснащен дополнительным емкостным датчиком, что обеспечивает сенсорное управление на всей поверхности ладони.

Таким образом, устройство, изготовленное по предложенной технологии, обладает функционалом, схожим с аналогами, значительно превосходящими устройство по себестоимости. Следовательно, использование данной технологии является перспективным и экономически оправданным.

#### Литература

1. *Win M. Z., Scholtz R. A.* Impulse radio: how it works // *IEEE Commun. Lett.* 1998. Vol. 2. No. 2. Pp. 36–38.
2. *Лещанский Ю. И., Ульяновцев Н. В.* и др. Электрические параметры кирпича, цемента и древесины в диапазоне метровых-сантиметровых радиоволн. Ред. журн. «Изв. ВУЗов – Радиофизика». Горький, 1982. 7 с.
3. *Долуханов М. П.* Распространение радиоволн. 4-е изд. М.: Связь, 1972. 335 с.
4. *Рыжов А. И., Лазарев В. А., Мохсени Т. И.* и др. Ослабление сверхширокополосных хаотических сигналов диапазона 3–5 ГГц при прохождении через стены зданий // *Журнал радиоэлектроники.* 2012. № 5. URL: <http://jre.cplire.ru/jre/may12/1/text.html> (дата обращения: 14.03.2021).
5. *Введенский Б. А.* Основы теории распространения радиоволн: распространение в однородной атмосфере. М.–Л.: Гос. техн.-теоретич. изд-во, 1934. 227 с.

УДК 72.025.4

*Екатерина Талгатовна Аюпова,*  
студент  
(Санкт-Петербургский  
архитектурно-строительный колледж)  
*E-mail: ms.auinova75@gmail.com*

*Ekaterina Talgatovna Ayupova,*  
student  
(Saint Petersburg College  
of Architecture and Construction)  
*E-mail: ms.auinova75@gmail.com*

**ПРОЕКТНОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ РЕСТАВРАЦИИ  
С ПРИСПОСОБЛЕНИЕМ ПАВИЛЬОНА  
«МОРСКАЯ БАШНЯ» В ПУЛКОВСКОЙ  
ОБСЕРВАТОРИИ**

**DESIGN PROPOSAL FOR RESTORATION  
WITH ADAPTATION OF THE PAVILION  
“SEA TOWER” IN PULKOVO OBSERVATORY**

Проблеме сохранения памятников архитектуры в современной России уделяется пристальное внимание. При выполнении практико-ориентированных заданий анализируются сложность работ, недостатки существующей системы охраны и актуальность воссоздания памятников. В процессе их сохранения и возрождения важную роль играет волонтерское молодежное движение. Реализуя слова президента о стратегии регионального строительства, участники специализированных научных конференций и форумов, посвящённых сохранению объектов культурного наследия, широко обсуждают вопросы восстановления памятников архитектуры. Тема реставрации весьма злободневна и болезненна. В связи с этим в статье предлагается проект восстановления разрушающейся постройки эпохи неоклассицизма на территории Пулковской обсерватории.

*Ключевые слова:* архитектурное наследие, сохранение, реставрация, приспособление, обсерватория.

At present, close attention is paid to the problem of preserving architectural monuments in Russia. During the implementation of practice-oriented tasks, the difficulties in work, the shortcomings of the existing system for the protection of monuments and the relevance of reconstruction are analyzed. The role of the volunteer youth movement in the process of their preservation and revival is highly appreciated. The topic of restoration of architectural monuments is relevant and painful. We are talking about the crumbling buildings of the neoclassicism era in the territory of the Pulkovo Observatory, which are on the verge of extinction.

*Keywords:* architectural heritage, preservation, restoration, adaptation, observatory.

Инициативной группой преподавателей и студентов от Санкт-Петербургского архитектурно-строительного колледжа подписано соглашение о сотрудничестве со строительной организацией Пулковской обсерватории по оказанию всевозможных обмерных работ и выполнению проектных предложений по восстановлению и приспособлению зданий под новую функцию.

После Великой Отечественной войны Пулковская обсерватория была разрушена до основания. Разработку проекта поручили начальнику «Академпроекта» видному зодчему Алексею Викторовичу Щусеву. Проектирование началось в 1944 г. В состав проекта входили: генеральный план, проекты главного здания и здания научных павильонов-башен и главного входа на территорию со стороны северного склона. Территория Пулковских высот трактовалась как лесопарковая зона. В 1949 г. план детально проработал архитектор-художник В. И. Яковлев. Главная Астрономическая обсерватория до настоящего времени остаётся одним из ведущих научных учреждений России. В 1954 г. состоялось торжественное открытие восстановленной обсерватории. Вновь выстроенная по проекту выдающегося архитектора А. В. Щусева, обсерватория вновь стала «астрономической столицей мира». В 1990 г. в список Всемирного наследия ЮНЕСКО вошёл объект «Исторический центр Санкт-Петербурга и связанные с ним группы памятников». Это первый в России (и в СССР) комплекс, оказавшийся под охраной организации. Он состоит из 36 объектов, одним из которых является Пулковская обсерватория (№ 540-008) [1].

В настоящее время строения на территории парка находятся в плачевном состоянии из-за нехватки бюджетного финансирования. Исключением является только главное здание Пулковской обсерватории (рис. 1) [2].

Основной целью выполненных работ было оказание содействия администрации Пулковской обсерватории в выполнении проектного предложения реставрации с приспособлением павильона «Морская башня».

При подготовке проектного предложения были предварительно проведены комплексные научные исследования, а именно

историко-архивные и библиографические исследования, а также историко-архитектурные натурные исследования.



Рис. 1. Карта парка с обозначением павильона «Морская башня»

В ходе историко-архивных исследований изучались как иконографические, так и письменные архивные материалы архива ГАО РАН (Всесоюзный Государственный проектный и научно-исследовательский институт ГИПРОНИИ. Ленинградское отделение. Главная астрономическая обсерватория АН СССР). В рамках натурных исследований проводилась фотофиксация и архитектурно-археологические обмеры, а также были выполнены фиксационные чертежи павильона «Морская башня» [3].

Павильон «Морская башня» расположен в северной части парка Пулковской обсерватории. Павильон был построен в 1902 г. архитектором А. Костицыным. Здание предназначалось для занятий морских курсантов. В «Морской башне» был размещён переносной зенит-телескоп, представляющий собой оптический инструмент

для наблюдений звезд на определенной высоте и для измерения небольших разностей зенитных расстояний. Практической астрономией и геодезией занимались с гидрографами пулковские астрономы Ф. Ф. Витрам, Б. А. Земцов, А. С. Васильев и другие. Учебные и практические занятия морских офицеров в Пулкове продолжались и в годы революций, и в годы Гражданской войны [4].

Павильон представляет собой типичную астрономическую башню цилиндрической формы с подвижным полусферическим куполом (рис. 2). Ещё в 1950-е гг. из нее вели наблюдение за звездами. В советский период застоя башня функционировала не по прямому назначению. За последние 30 лет он разрушился, проржавел механизм купола. Но в целом объект ещё можно сохранить.

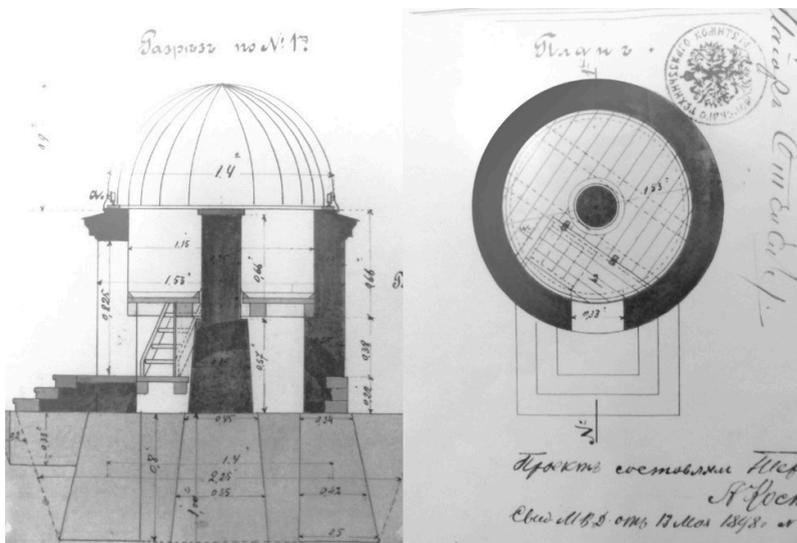


Рис. 2. Архивные чертежи павильона «Морская башня»

Выполненные обмерные чертежи демонстрируют текущее состояние павильона и выявленные в ходе натурных исследований дефекты (трещины, намокание кладки, фрагментарное отсутствие штукатурки и т. д.) (рис. 3). Натурные исследования, в целом,

позволили установить первоначально применявшиеся материалы, характер отделки, а также провести сравнение с историческими чертежами и выявить утраты.

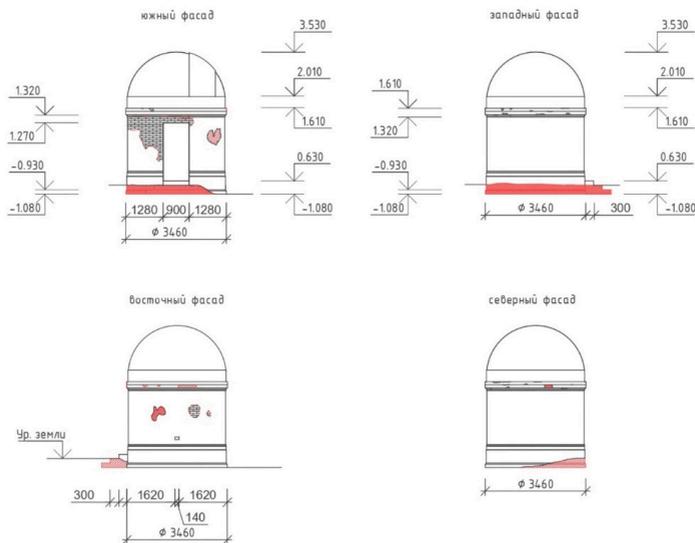


Рис. 3. Обмерные чертежи павильона «Морская башня»

По результатам проведенных комплексных научных исследований был составлен эскизный проект реставрации с приспособлением павильона «Морская башня», на основании которого продолжают работу сотрудники строительной организации Пулково (рис. 4). Было принято решение использовать внутреннее пространство павильона в качестве экспозиционного, так как такая функция является одной из наиболее щадящих для исторического объекта.

Проектное предложение включает в себя организацию внутреннего пространства павильона для экспозиции и благоустройство прилегающей территории (мощение, озеленение, использование малых архитектурных форм в контексте всего парка). В создании проектного предложения используются BIM-технологии как для чертежей, так и 3D-визуализации павильона. Также был сделан макет павильона.



Рис. 4. Макет. Проектное предложение по реставрации с приспособлением павильона «Морская башня»

Реставрационные работы будут произведены для повышения социальной значимости объекта в условиях современного поликультурного общества, популяризации краеведческих знаний. На региональном уровне проект способствует привлечению внимания широкой общественности и средств массовой информации к Пулковской обсерватории и проблеме текущего состояния парка и объектов на его территории.

В процессе выполнения работы над памятником архитектуры приобретается бесценный опыт прикосновения к творениям мастеров прошлого через знакомство с архивными материалами, а также предоставляется возможность внести свой вклад в сохранение историко-архитектурного наследия.

#### Литература

1. Степанов А. В., Абалакин В. К., Семёнова Г. В., Толбин С. В. Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория Российской академии наук. Фрагменты истории // Наследие и современность. 2020. № 3. С. 49–59.
2. Санкт-Петербург: Энциклопедия. СПб. – М.: Российская политическая энциклопедия (РОССПЭН), 2004. 1024 с.
3. Пулковская горка. Парк Пулковской обсерватории. URL: <http://WildWalk.ru/index.php/menu-routes/article/26/75-pulkovskaya-gorka-park-pulkovskoj-observatorii> (дата обращения: 19.03.2021).
4. Официальный сайт ГАО РАН. URL: <http://www.gaoran.ru> (дата обращения: 19.03.2021).

УДК 656.025.2

*Иван Дмитриевич Бешенцев,*  
учащийся  
(ГБОУ СОШ № 347  
Санкт-Петербурга)  
*E-mail: beshent@bk.ru*

*Ivan Dmitrievich Beshentsev,*  
secondary school student  
(Secondary school No. 347,  
Saint Petersburg)  
*E-mail: beshent@bk.ru*

## **ГОРОДСКАЯ НАЗЕМНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ ЛОГИСТИКА: ОПТИМАЛЬНОЕ ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ПАССАЖИРОВ**

### **URBAN GROUND TRANSPORT LOGISTICS: THE OPTIMAL VEHICLE FOR TRANSPORTING PASSENGERS**

Для улучшения транспортного обслуживания городов и областей необходим современный и качественный подвижной состав (ПС). Как правило, именно качество обслуживания маршрута влияет на его популярность: каков бы данный маршрут ни был – логичный или нелогичный, – всё зависит от ПС, выходящего на линию. Для разработки оптимального ПС необходимо учитывать множество факторов, даже больше, чем при составлении маршрута. Совокупность факторов складывается в своеобразную методику отбора, которая должна подтверждаться анализом транспортного рынка и возможностей перевозчиков. В статье проведен анализ существующих моделей ПС пассажирского транспорта России и ближнего зарубежья, выбраны наиболее подходящие для Санкт-Петербурга варианты и сформирована концепция оптимального транспортного средства.

*Ключевые слова:* городской пассажирский транспорт, транспортное средство, подвижной состав, общественный транспорт, увеличенный автономный ход.

Modern and high-quality rolling stock is needed to improve transport services for cities and regions. As a rule, it is the quality of service of the route that affects its popularity: whatever the route is – logical, not logical – it all depends on the rolling stock coming on the line. And in order to develop the optimal rolling stock, you need to consider many factors, even more than in the compilation of routes. All these factors are formed into a kind of selection methodology, but this technique should be confirmed by an analysis of the transport market and the capabilities of carriers. This article analyzes the existing models of rolling stock for passenger transport in Russia and neighboring countries, and lists the most suitable options for St. Petersburg and forms the concept of the optimal vehicle.

*Keywords:* city passenger transport, vehicle, rolling equipment, public transport, autonomic movement.

Поставим задачи, которые будут рассмотрены далее: 1) анализ численности всего наземного городского пассажирского транспорта (ГПТ) Санкт-Петербурга (табл. 1); 2) анализ модельного ряда российских (и стран СНГ) машиностроительных заводов, производящих наземный ГПТ; 3) анализ преимуществ и недостатков продукции российских (и стран СНГ) корпораций; 4) оценка эффективности техники и ее обоснование.

Таблица 1

**Численность наземного ГПТ Санкт-Петербурга на 2021 г.**

Марка*	Вид ТС	Вместимость**	Вид топлива	Кол-во, шт.	Год выпуска
Волгабас	Автобус	Б, ОБ	Дизельное (Б, ОБ)	340 (Б)	2018
				132 (ОБ)	2018
			Газомоторное (Б)	108 (Б)	2018
			Электрическое (Б)	10 (Б)	2019
Волжанин	Автобус	Б, ОБ	Дизельное (Б)	143 (Б)	2010
МАЗ	Автобус	Б, ОБ	Дизельное (Б, ОБ)	283 (Б)	2012–2017
				127 (ОБ)	2020
			Электрическое (Б)	1 (Б)	2020
ЛиАЗ	Автобус	Б, ОБ	Дизельное (Б, ОБ)	183 (Б)	2014–2016
				221 (ОБ)	2014–2016
			Газомоторное (Б, ОБ)	151 (Б)	2020
				15 (ОБ)	2014
НефАЗ (КамАЗ)	Автобус	Б	Дизельное (Б)	298 (Б)	2011–2016
			Газомоторное (Б)	1 (Б)	2020
SCANIA	Автобус	Б	Дизельное (Б)	57 (Б)	2007

Окончание табл. 1

Марка*	Вид ТС	Вместимость**	Вид топлива	Кол-во, шт.	Год выпуска
MAN	Автобус	ОБ	Дизельное (ОБ)	1 (ОБ)	2014
GoeppeI	Автобус	ОБ	Дизельное (ОБ)	1 (ОБ)	2014
Mercedes	Автобус	Б, ОБ	Дизельное (Б)	2 (Б)	2018
			Дизельное (ОБ)	1 (ОБ)	2017
Транс-Альфа	Троллейбус	Б, ОБ	Электрическое (Б, ОБ)	203 (Б)	2007–2014
				6 (ОБ)	2014
	ТУАХ	Б	Электрическое (Б)	35 (Б)	2020
Тролза	Троллейбус	Б, ОБ	Электрическое (Б, ОБ)	124(Б)	2013–2015
				4 (ОБ)	2005–2010
	ТУАХ	Б	Электрическое (Б)	115 (Б)	2017–2018
БКМ	Троллейбус	Б	Электрическое (Б)	89 (Б)	2019
				20 (ОБ)	2020
	ТУАХ	Б, ОБ	Электрическое (Б, ОБ)	35 (Б)	2018
	Трамвай	ОБ	Электрическое (Б)	3 (ОБ)	2017
ПК «ТС»	Троллейбус	Б	Электрическое (Б)	87 (Б)	2020
	Трамвай	ОБ	Электрическое (ОБ)	33 (ОБ)	2017–2020
УКВЗ	Трамвай	Б, ОБ	Электрическое (Б, ОБ)	42 (ОБ)	2011–2018
				16 (Б)	2017–2018
ПТМЗ	Трамвай	Б, ОБ	Электрическое (Б, ОБ)	416 (ОБ)	1993–2010
				98 (Б)	2010–2011
Stadler	Трамвай	ОБ	Электрическое (Б, ОБ)	23 (ОБ)	2018

*Примечания*

\*Серым цветом выделены марки, производство которых в настоящее время остановлено.

\*\*Б – большой; ОБ – особо большой.

Из табл. 1 видно, что в целом в парке подвижной состав обновляется каждый год, в среднем, примерно на 50–100 ед. за год. Это довольно низкий показатель, так как массовые закупки подвижного состава (ПС) осуществляются примерно раз в три года. Также, учитывая население города и транспортную недоступность многих микрорайонов (если иметь в виду только социальный транспорт), транспортная ситуация в Санкт-Петербурге очень напряжена. На рис. 1. показана методика отбора наиболее подходящего ТС для надёжной и долговечной работы.

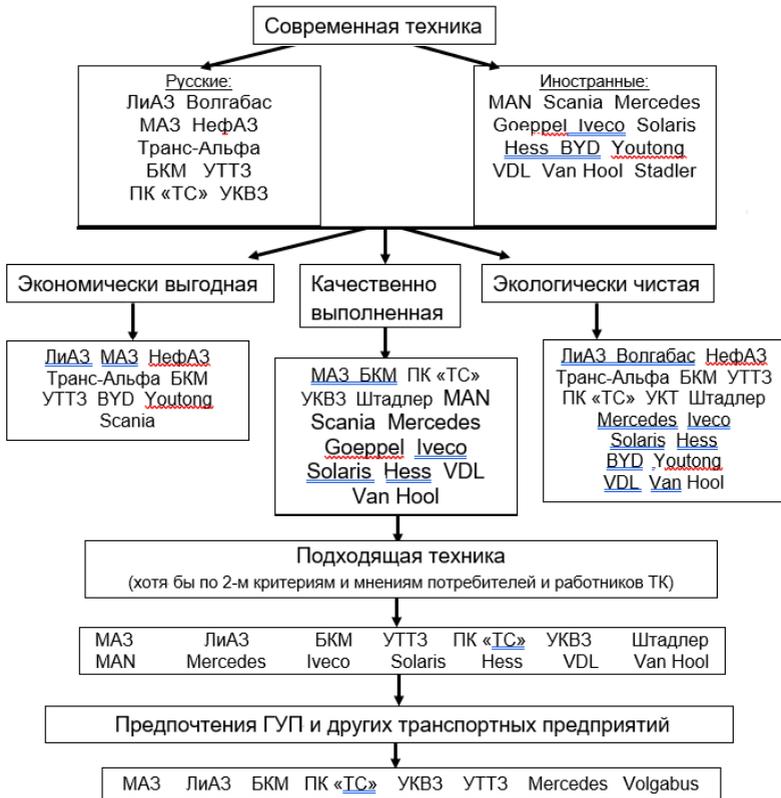


Рис. 1. Методика отбора наиболее подходящего ТС для надёжной и долговечной работы

В табл. 2 приведен анализ продукции (наиболее подходящих ТС) [1, 2].

Таблица 2

**Анализ продукции (наиболее подходящих ТС)**

Название завода	Страна	Экологическая чистота	Качество сборки (надёжность), %	Средняя стоимость, млн руб.		
				Вид ТС 1	Вид ТС 2	
МАЗ	Белоруссия	±	70	Автобус	Электробус	
				12–14	> 20	
ЛиАЗ	Россия	±	65	Автобус	Электробус	
				8–15	> 15	
				10–12	> 40 (нет 3-секционных)	
Mercedes	Германия	±	95	Автобус	Электробус	
				20–25	> 25	
Volgabus	Россия	±	75	Автобус	Электробус	
				12–18 млн	> 20	
БКМ	Белоруссия	+	70	Троллейбус	Трамвай	
				15–20	> 40	
ПК «ТС»	Россия	+	85	Троллейбус	Трамвай	Электробус
				18–25	80–100	20–25
УКВЗ	Россия	+	75	Трамвай		
				60–100		
УТТЗ	Россия	+	80	Троллейбус	Трамвай	
				9–12	40–60	

Показатель качества сборки техники взят на основе отзывов работников ГУПов и пассажиров. Также сам завод периодически сообщает о повышении процента качества сборки. Однако для него основными критериями являются надёжность и ремонтпригодность. В целом по этим же критериям был проведен опрос работников ГУПов. Оптимальный план по закупке ТС приведен в табл. 3.

Таблица 3

**Оптимальный план по закупке ТС**

Категория	Автобус [3]	Электробус [5]	Троллейбус (с УАХ) [4]	Трамвай [6]
Производитель оптимального ТС	<i>Volgabus</i>	ПК «ТС»	УТТЗ (УТТЗ)	УКВЗ

Самым эффективным ТС (оптимальным ТС, поиск которого был заявлен в теме статьи) является троллейбус с УАХ, так как он экологичен и его зарядка происходит в движении, поэтому линейное время не упускается, а также не требуется наличие больших аккумуляторов, а значит пассажироместимость ТС не ограничена. Сравнение различных типов электробусов приведено в табл. 4.

Таблица 4

**Сравнение различных типов электробусов**

Параметр	Электробус с ночной зарядкой	Электробус с зарядкой на остановках	Электробус с зарядкой в движении (ТУАХ)
АКБ	Большие	Небольшие	Небольшие
Время зарядки	4–6 ч	10–20 мин.	30–60 мин.
УАХ, км	240 км	50–60 км	15–50 км
Место зарядки	Троллейбусный/автобусный парк с мощной зарядной станцией	Уличная инфраструктура	Контактная сеть

Окончание табл. 4

Параметр	Электробус с ночной зарядкой	Электробус с зарядкой на остановках	Электробус с зарядкой в движении (ТУАХ)
Потеря линей- ного времени	–	10–20 мин.	–

### Выводы

1. Наиболее оптимальным транспортным средством по результатам анализа стал троллейбус с увеличенным автономным ходом (УАХ). Несмотря на финансово-экономические, географические или демографические особенности региона, транспорт должен удовлетворять известному соотношению «цена – качество». Если необходимо приобретать технику для продолжительной и надёжной работы с пассажирами, то она будет стоить дороже среднестатистического ТС примерно на 10 млн руб.

2. В статье разобрано большинство производителей ТС среди стран СНГ и выведен оптимальный план развития транспортной отрасли Санкт-Петербурга.

### Литература

1. Селифонов В. В., Бирюков М. К. Устройство и техническое обслуживание автобусов: учебник водителя транспортных средств категории «D». М.: За рулем; Академия, 2004. 304 с.
2. ГОСТ 33997–2016. Колёсные транспортные средства. Требования к безопасности в эксплуатации и методы проверки. М., 2017. 75 с.
3. ГОСТ 27815–88. Автобусы. Общие требования к безопасности и конструкции. М., 2019. 48 с.
4. СМТ ЭТ 007–04. Троллейбусы городские пассажирские. Общие технические требования. М., 2004. 67 с.
5. О безопасности колесных транспортных средств: технический регламент Таможенного союза (с изменениями на 21 июня 2019 года). М., 2011. 318 с.
6. О безопасности лёгкого рельсового транспорта, трамваев: технический регламент Таможенного союза (с изменениями на 21 июня 2019 года). М., 2017. 255 с.

УДК 621.43.057.5

*Иван Дмитриевич Бешенцев,*  
учащийся  
*Василий Юрьевич Козлов,*  
учащийся  
(ГБОУ СОШ № 347 г.  
Санкт-Петербурга)  
*E-mail: school347spb@yandex.ru*

*Ivan Dmitrievich Beshentsev,*  
secondary school student  
*Vasily Yurievich Kozlov,*  
secondary school student  
(Secondary school No. 347,  
Saint Petersburg)  
*E-mail: school347spb@yandex.ru*

## **СИСТЕМА ПИТАНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ВТ ЯЧЕЙКИ «ЛАДОГА-ПРЕМЬЕР»**

### **INTERNAL COMBUSTION ENGINE POWER SUPPLY SYSTEM WITH THE HELP OF BT CELL “LADOGA-PREMIER”**

Описана идея создания автобуса (гидробуса) с применением водородных технологий. Предложен способ использования водорода как добавки к дизельному топливу. Описан принцип работы, установка ВТ ячейки «Ладога-Премьер» и применяемое оборудование. Однако некоторые задачи, поставленные в данном исследовании, решить не удалось, в связи с чем гидробус по энергоэффективности совпадает с электробусом: на получение водорода затрачивается столько же энергии, сколько в электробусе на движение. Это делает сборку промышленного образца данной системы питания неактуальной, поэтому приводимые в статье расчёты и доводы основываются на результатах испытаний экспериментального образца. Тем не менее мировые технологические тенденции свидетельствуют о появлении в будущем электролизёров с малой энергопотребностью и термоустойчивых камер сгорания, поэтому разработка подобной системы питания чрезвычайно актуальна в качестве альтернативы традиционным видам энергии.

*Ключевые слова:* гидробус, водород, электролизер, ВТ ячейка, система питания, энергоэффективность.

The article describes the idea of creating a bus (hydrobus) using hydrogen technologies and disclosed the method of using hydrogen as an ICE fuel and as an additive to diesel fuel. The principle of operation of FC Ladoga-Premier and used equipment is described. The article also describes what tasks I was able to solve in this study and which I was not; and it is because of these unsolved challenges that the hydrobus on energy efficiency coincides with the electric bus: in the hydrobus,

the amount of energy spent on hydrogen equals to that spent on movement in an electric bus. For this reason, there is no sense in assembling an industrial sample of this power system: therefore, all calculations and arguments presented in this article are based on the results of tests conducted on an experimental sample of this power system. But the world is heading towards the emergence of low-power electrolyzers and heat-resistant combustion chambers, so this power system has prospects as an alternative to traditional types of energy.

*Keywords:* hydrobus, hydrogen, electrolyzer, BT cell, power system, energy efficiency.

Автомобильный транспорт является одним из самых загрязняющих видов транспорта. Его влияние на окружающую среду нельзя недооценивать. Проблема экологии в настоящее время очень резко стоит как перед автопроизводителями, так и перед пользователями авто, например автопарками.

В ходе исследования была найдена идея создания двигателя, который работал бы на природных ресурсах и оказывал бы минимальное воздействие на экологию и людей. И им является ячейка «Ладога-Премьер»! В отличие от ячейки Мейера в ней материалы более природные и фактически многое построено на вторсырье [1].

Гидробус – проект, не имеющий аналогов. В настоящее время его изобретение является очень актуальным по причине усиленного загрязнения воздуха дизельными автобусами. Решающими проблемами использования водорода в качестве топлива является хранение и транспортировка водорода.

Идея данного проекта заключается в том, чтобы не заправляться водородом на станции и возить с собой запас его на борту, а заправляться водой и производить водород из воды на борту, а затем сразу же сжигать. Главный элемент двигателя гидробуса – BT ячейка «Ладога-Премьер» (электролизёр с перегородкой), которая и обеспечивает получение водорода на борту. Усовершенствование автобуса состоит в том, чтобы установить к основному двигателю дополнительное оборудование (рис. 1).

В ходе проведенного анализа было определено большое количество способов получения водорода. В данной работе рассматривается метод электролиза. Электролизом воды называется физико-химический процесс, при котором под действием постоянного

электрического тока дистиллированная вода разлагается на кислород и водород [2].

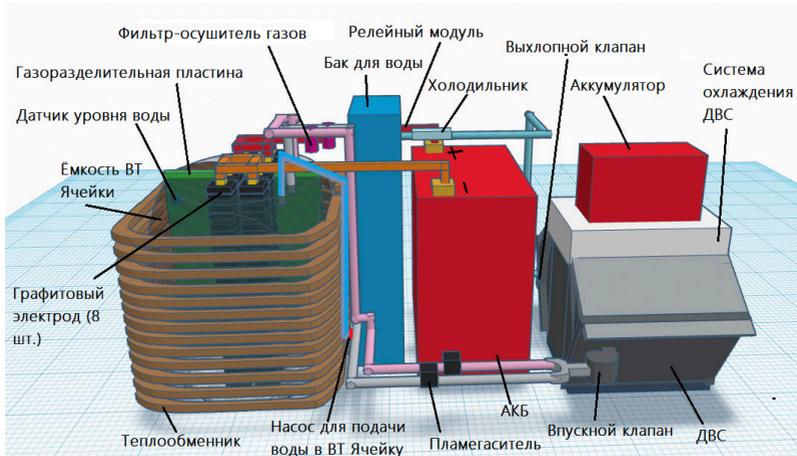


Рис. 1. Устройство системы питания

Электролизер состоит из следующих элементов:

- 1) электролизер (ВТ ячейка);
- 2) патрубки, предназначенные для ввода электролита, а также вывода веществ, полученных в ходе реакции;
- 3) бак для хранения электролита (вода со смесью щелочи);
- 4) дополнительные АКБ для питания электролизера;
- 5) блок управления.

### Принцип работы

Процесс электролиза проходит в ячейке «Ладога-Премьер». Полученный водород проходит сепарацию пластиной, проходит очистку в фильтре. Микроэлементы воды очищаются влагоотделителем. Затем водород попадает в камеру сгорания и сжигается там, при этом выделяется водяной пар, который по замкнутой системе поступает во влагоотделитель. Там он конденсируется в воду, и снова идёт в бак для воды (рис. 2).

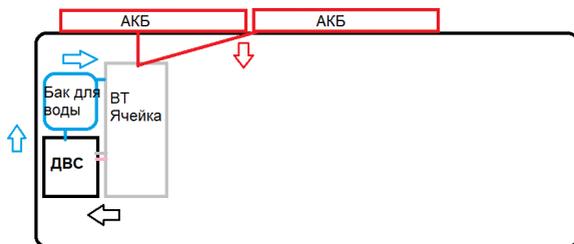
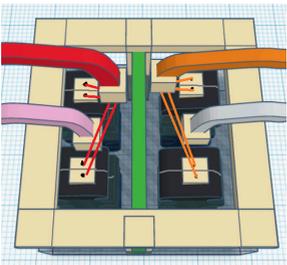


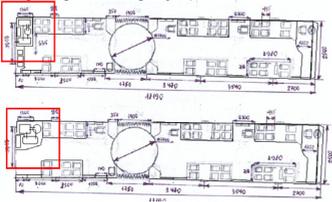
Рис. 2. Устройство гидробуса

За счет использования водорода в качестве добавки к топливу или при полной замене дизеля или бензина на водород можно достичь выгодного экономического эффекта. Добавление водорода заменяет либо полный объём, либо часть используемого топлива. Для заправки используется только вода, цена которой минимальна, по сравнению с дизелем или бензином. Предположительная экономия от перехода на водород по прогнозам автора может составить около 50 % [1].

Из всех операций, которые мы проделали с системой питания, следует конкретизировать следующие (см. табл.).

### Анализ задач проекта

Теоретическая задача и её подтверждение	Пояснение
Решённые задачи	
<p>Создать надёжную и безопасную систему питания</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Необходимо герметизировать все швы и корпус ВТ ячейки. Это исключит попадание в нее воздуха и смешение в ней газов.</li> <li>2. Необходимо разделить газы на шланги во избежание гремучей реакции</li> </ol>

Теоретическая задача и её подтверждение	Пояснение
<b>Решённые задачи</b>	
<p>Создать компактную для пассажирского транспорта систему питания (как, например, для гидробуса)</p> 	<p>Для успешной перевозки и удобства пассажиров необходимо минимизировать размеры системы питания на борту гидробуса. Иначе возникнут следующие проблемы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– громоздкая система в салоне;</li> <li>– нарушение удобства пассажиров;</li> <li>– теснота в салоне;</li> <li>– сильный шум от компонентов системы</li> </ul>
<b>Нерешённые задачи</b>	
<p>Уменьшение расхода электроэнергии на получение водорода</p>	<p>В настоящий момент электролиз требует существенных энергетических затрат на производство водорода. Это основной недостаток, так как такое количество энергии сопоставимо с энергетическими затратами электробуса, что делает данную систему питания неэффективной. Но сейчас над этим ведутся работы: в Германии, к примеру, проектируются различные электролизёры с небольшой тратой энергии</p>
<p>Сжигание водорода в ДВС</p>	<p>Так как температура сгорания водорода превосходит температуру сгорания других видов топлива почти в два раза (3200 °С), то двигатель, предназначенный для сжигания водорода, должен быть целиком сделан, например, из вольфрама или молибдена, чтобы выдержать такие температуры. Однако это довольно дорого, поэтому за основу водородных двигателей берут бензиновые и адаптируют их под водород. Соответственно, ресурс таких двигателей – 2 дня, дальше двигатель расплавится. Однако компания BMW ведёт работы по увеличению ресурса данных двигателей</p>

Проведенный анализ показывает, что данное направление исследований является перспективным как экономически, так и экологически, в связи с постоянным развитием автомобильного транспорта [3].

Использование водорода в качестве моторного топлива поможет решить проблему загрязнения окружающей среды автотранспортом.

#### **Литература**

1. *Раменский А. Ю.* Исследование рабочих процессов автомобильного двигателя на бензино-водородных топливных композициях: дисс. ... канд. техн. наук. М., 1982. 204 с.

2. *Мищенко А. И.* Применение водорода для автомобильных двигателей. Киев: Наук. думка, 1984. 141 с.

3. *Петров В. Ю.* Конкурентоспособность водорода как моторного топлива на автомобильном транспорте. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/konkurentosposobnost-vodoroda-kak-motornogo-topliva-na-avtomobilnom-transporte> (дата обращения: 16.02.2021).

УДК 69.001.5.693.

Михаил Сергеевич Демин,  
студент

Александр Игоревич Канищев,  
студент

(Колледж туризма Санкт-Петербурга) (College of Tourism of Saint Petersburg)

E-mail: mihademin04@gmail.com,

kanis2001@mail.ru

Mikhail Sergeevich Demin,  
student

Alexander Igorevich Kanishchev,  
student

E-mail: mihademin04@gmail.com,

kanis2001@mail.ru

## НАНОБЕТОНИРОВАНИЕ – ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЪЕКТОВ, СООТВЕТСТВУЮЩИХ ТРЕБОВАНИЯМ ПОВЫШЕННОЙ ПРОЧНОСТИ

### NANOCONCRETE CASTING – TECHNOLOGY OF CONSTRUCTION OF OBJECTS THAT MEET THE REQUIREMENTS OF HIGH STRENGTH

Рассматривается новое направление в строительстве, имеющее очень широкие перспективы, – нанобетонирование. Нанобетон можно применять совместно с деревянными конструкциями, что позволит значительно сократить вероятность появления «мостиков холода» и возникновения дополнительных напряжений в бетоне из-за промерзания арматуры в условиях Крайнего Севера. Использование нанобетона решает одну из основных проблем бетона, а именно появление микротрещин, а также помогает уменьшить нагрузку на основание и вероятность оседания при уплотнении вечномёрзлых грунтов.

*Ключевые слова:* нанобетоны, плотность, теплопроводность, гидрофобизаторы, ЛСТК, ЛВЛ-брус, КДК, демпфер.

In the modern world, new technologies and new materials are constantly appearing. This article is devoted to nanoconcrete, a new direction that has very great prospects in application. Nanoconcrete can be used with wooden structures, which will significantly reduce the likelihood of the appearance of “cold bridges” and the occurrence of additional stresses in concrete as a result of reinforcement freezing in the Far North. The use of nanoconcrete will solve one of the problems of concrete, namely microcracks, as well as reduce the load on the base and reduce the likelihood of subsidence during compaction of permafrost soils.

*Keywords:* nanoconcrete, density, conductivity, water repellents, SFMB, LVL timber, glued wooden structures, damper.

Недавно появившийся на рынке новый материал нанобетон принципиально мало чем отличается от обычных бетонных смесей. В его составе также есть минеральное вяжущее, заполнитель и вода. Однако ряд свойств позволит в будущем активно внедрять его применение как в обычных условиях строительства, так и в зонах с высокой сейсмической активностью или в районах Крайнего Севера.

Цель работы заключается в предложении наиболее оптимальных решений для применения нанобетона в строительстве в особых условиях. Актуальность темы обусловлена сложностью применения обычного железобетона в условиях Крайнего Севера, а также необходимостью развития данного региона [1].

Термин «нанобетон» включает в себя большое количество различных составов, объединенных одним названием. Также данный термин включает и целый ряд специализированных бетонов.

При их изготовлении применяются наноматериалы в различных комбинациях, которые изменяют структуру, плотность и другие свойства бетона. В основе такого бетона лежат следующие компоненты:

- минеральное вяжущее;
- заполнитель;
- вода.

Только в качестве пластификаторов применяются наноинициаторы, представляющие собой микроскопические полые трубки, состоящие из нескольких атомарных слоев углеродных полимеров. Диаметр таких нанотрубок всего несколько микрон, но их прочность достаточно высока и составляет больше 100 гигапикселей.

Кроме того, их достоинством является невосприимчивость к щелочам и кислотам. Когда наноинициаторы взаимодействуют с цементом, они кристаллизуются, армируя бетон, и на молекулярном уровне изменяют его структуру.

Однако образование специфических непрерывных нитевидных структур, формирующихся в результате трехмерных контактов между наночастицами разных фаз, ведет к заметному улучшению их эксплуатационных характеристик.

Инженеры Военного учебного центра Дальневосточного федерального университета (ВУЦ ДВФУ) вместе с коллегами из

Российского университета дружбы народов (РУДН) разработали бетонную смесь с нанодобавками для возведения монолитных конструкций высотой до 10 этажей. Заливать бетон можно в условиях очень сурового климата при температурах до  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Предлагают вводить в состав бетонной смеси добавки российской разработки (гиперпластификаторы), свойства которых улучшены с помощью нанотехнологий.

Таким образом, удалось решить проблему повышенной текучести, которая в условиях низких температур становится причиной комкования бетона (сегрегации) и снижения прочности заливаемой конструкции.

Такой состав бетона поможет сохранить прочность и долговечность бетонных конструкций, возводимых на холоде, без удорожания технологического процесса, а построенные здания не потребуют капитального ремонта в течение 50 лет [2].

Создатель нанобетона Федюк Р. С. объяснял, что, в отличие от предыдущих разработок, новая бетонная смесь содержит меньше цемента, который заменили на зольные отходы энергетических производств и отсеvy дробления песка, что удешевляет стоимость  $1\text{ м}^3$  бетона и делает бетон более экологичным, а технологические свойства новой смеси аналогичны смесям, которые содержат цементы высоких марок, что делает её применение экономически более выгодным (рис. 1).

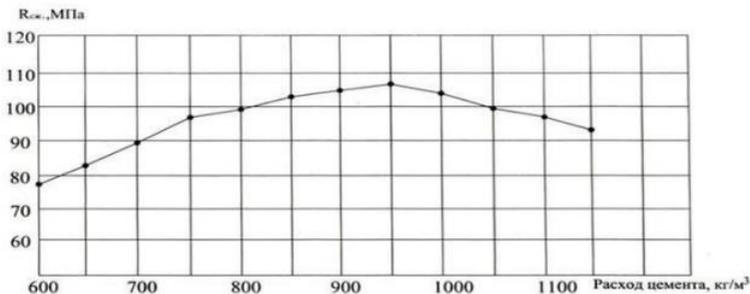


Рис. 1. Зависимость прочности нанобетона при сжатии от расхода цемента

В смеси использовали до 40 % меньше воды. Это повысило прочность и плотность бетонного камня. Высокая плотность и гелевый размер пор были достигнуты благодаря нанодобавкам и технологии дополнительного измельчения частиц бетонной смеси.

Смолу нафталин формальдегида усилили свойствами диоксида кремния, и в итоге бетон получился прочнее и может дольше сохранять эксплуатационные характеристики. Также в смесь добавили омыленную древесную смолу и нитрат натрия. Это позволило получить бактерицидные свойства, а также улучшить следующие характеристики:

- температуру нормальной эксплуатации (от  $-80$  до  $+180$  °С разобранного бетона);
- морозостойчивость (выше на 50 %).
- прочность (повышение по сравнению с обычным бетоном – до 150 %).

Благодаря улучшениям, достигнутым при помощи наночастиц, структура бетона получается плотной, легкой и однородной, нанобетон не нуждается в гидроизоляции, а высокая прочность материала позволяет уменьшить объемы укладки нанобетона, например, на купольные конструкции и стеновые конструкции на 30 %.

В основе подхода – создание искусственных камней наподобие природных организмов, например, бетону, по задумке разработчиков, для добавления свойств пластичности и сохранения прочности добавляют нанотрубки. Этот принцип разрабатывается современной наукой геоникой (геомиметикой).

Характеристики наноструктурированного бетона:

- плотность –  $1,2-1,6$  т/м<sup>3</sup>;
- прочность на изгиб –  $4-8$  МПа;
- прочность на сжатие –  $30-65$  МПа;
- водонепроницаемость – W20;
- водопоглощение – не более 0,4 %;
- теплопроводность – менее  $0,2-0,4$  Вт/(м · К);
- морозостойкость – F300–F350;
- огнестойкость – более 780 °С.

Данные показатели обеспечивают более длительные сроки эксплуатации изделий из нанобетона.

Добавление в бетон особых присадок (гидрофобизаторов), придает капиллярам в бетоне водоотталкивающие свойства.

Гидрофобизаторы бетона имеют следующие преимущества:

- пятикратное увеличение морозостойкости;
- двукратное увеличение коррозионной стойкости;
- отсутствие высолов;
- высокую водонепроницаемость;
- меньший расход вяжущего;
- ускоренное твердение.

Для изготовления таких добавок используют два класса веществ: кремнийорганические соединения в виде сухого вещества или водного раствора и нерастворимые в воде силаны, силиконы, силоксаны.

Класс нанобетонов включает несколько категорий:

- легкие нанопенбетоны – рекомендованы для использования в индивидуальном строительстве и для возведения перегородок в помещениях разного назначения;

- нанобетоны средней плотности – применяются в строительстве объектов, к которым выдвигаются требования повышенной прочности (мосты, дорожные и аэродромные покрытия и т. п.);

- нанобетоны высокой прочности – подходят для строительства несущих конструкций в жилых домах, коммерческих зданиях, сооружениях промышленного сельскохозяйственного назначения (обустройство лифтовых шахт, изготовление балок, ферм и др.).

- Преимущества нанобетонов:

- прочность при растяжении, способствующая увеличению долговечности; армирование в нанобетоне происходит на молекулярном уровне;

- более высокая устойчивость к высоким и низким температурам.

Недостатки нанобетонов:

- довольно ограниченный срок годности в процессе бетонирования.

- стоимость конструкции выше на 10–20 %, чем у обычного бетона.

В настоящее время бетон – самый широко используемый строительный материал, который применяется во всех областях строительства.

Нанобетон может применяться везде, где применяется обычный бетон. Нанобетон прочнее обычного бетона, который предпочитают использовать строители жилых зданий, однако, он имеет повышенную изгибную прочность. Материал уже используют при возведении некоторых объектов промышленного и гражданского назначения как в России, так и за рубежом, а также ведутся разработки, которые позволят применять нанобетон при температуре до  $-15^{\circ}\text{C}$ .

Сегодня нанобетон применяется для строительства таких объектов, как:

- высотные здания с каркасом из монолитного бетона;
- частные дома;
- подземные парковки;
- метрополитен и подземные переходы;
- большепролетные и вантовые висячие мосты;
- купольные здания с большими диаметрами: торговые и выставочные комплексы, павильоны, рынки;
- гибридные строительные конструкции;
- дороги и подъездные путей, покрытия аэродромов.

Одна из наиболее сложных проблем строительства в условиях Арктики – невозможность создания замкнутого контура и образование «мостиков холода». Для решения проблемы необходимо использование древесины – самого распространенного материала, обладающего, в отличие от металлической арматуры, пониженной теплопроводностью. Разработка нанобетона позволила использовать деревянный каркас, что значительно снижает вес, а также стоимость сооружения.

Все деревянные конструкции, в том числе и клееные деревянные конструкции, это анизотропные, живые материалы, их относят к классу материалов, у которых обязательно надо учитывать режимы эксплуатации, параметры относительной влажности, перепады температур воздуха [3].

Требования к физико-механическим характеристикам и размерам предъявляются не к пиломатериалам, а к древесине слоев изготавливаемых конструкций, в этом отношении ЛВЛ-брус, клееный из шпона, – высококачественный конструкционный материал, из-

готовленный по технологии склейки нескольких слоев шпона, который сможет нивелировать анизотропные свойства древесины и позволяет применять древесину более низкого качества с недопустимыми для несущих конструкций сучками и прочими дефектами. Однако в нем необходимо учитывать типы клея и вид защитной обработки. ЛВЛ-брус и КДК позволяют значительно увеличить длину склеенной деревянной конструкции в зависимости от назначения и требуемых условий эксплуатации. При этом данный материал значительно лучше сопротивляется скалыванию и имеет значительно меньший процент разрушения.

Деревянный внутренний каркас может быть соединен как деревянными нагелями, так и металлическими деталями, в том числе и усиливающими конструкцию в виде затяжек, которые для обеспечения требуемой долговечности, должны иметь защитное покрытие.

Совместная работа нанобетона и деревянных каркасов значительно увеличивает несущую способность древесины, так как нанобетон, в данном случае, выступает как демпфер, полностью заполняя все промежутки и межшовные пространства за счет своей мелкозернистой структуры (рис. 2). В отличие от стальной арматуры конструкция не будет промерзать, что значительно повлияет на увеличение ее срока эксплуатации и позволит применять даже в северных районах. Также этот материал возможно применять и при устройстве фундаментов, что позволит предотвратить деградацию почв.



Рис. 2. Пример эффективного применения нанобетона с комбинированной деревометаллической конструкцией

Одним из примеров эффективного использования нанобетона может считаться строительство автодорожного моста через реку Волгу, введенного в эксплуатацию в 2017 г. Его дорожное покрытие выполнено из легкого конструкционного фибробетона на основе базальтовой микрофибры, модифицированной нанокластерами углерода. Это позволило снизить собственный вес конструкции более чем на треть, тем самым увеличив длину пролета из ЛВЛ-бруса (рис. 3).



Рис. 3. Вид деревобетонного моста

Районы Крайнего Севера находятся в очень сложной климатической зоне: вечная мерзлота, низкие температуры, очень сильная ветровая нагрузка.

Увеличение ветровой нагрузки предъявляет к зданиям особые аэродинамические требования: чем выше ветровой порог, тем более обтекаемой должна становиться форма здания (рис. 4).

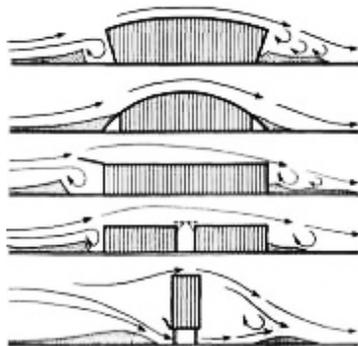


Рис. 4. Аэродинамические свойства зданий

Лучшим решением для районов Крайнего Севера будет бионическая архитектура, представленная на рис. 5. Именно она позволит избежать проблемы мостиков холода и высоких ветровых нагрузок. И именно благодаря надежности нанобетона появится возможность воплотить столь смелые решения, потому что он имеет повышенную изгибную прочность и значительно меньший вес, и теплопроводность по сравнению со стандартными бетонами (рис. 5).

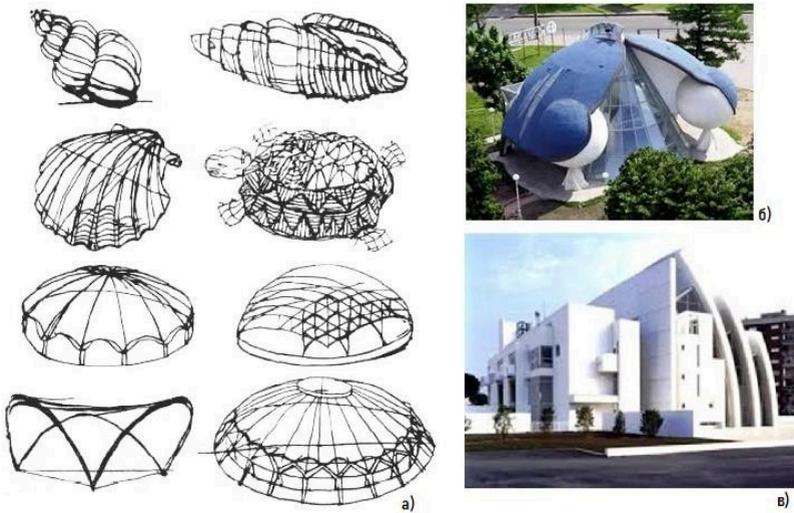


Рис. 5. Бионическая архитектура: *а* – варианты конструктивных решений зданий с применением деревянных конструкций и нанобетона; *б, в* – проекты возможных объектов

Ледяной покров полюсов земли и без того сокращается, поднимая уровень мирового океана. Не следует дополнительно ускорять этот процесс, отапливая окружающую среду. 60 % территории России находятся в очень сложной климатической зоне. Вечная мерзлота, низкие температуры, очень высокая снеговая и ветровая нагрузка.

Россия стоит перед очень сложной задачей и сможет поддерживать текущую добычу полезных ископаемых, и сохранять целостность

своих границ, только приложив усилия в области арктических технологий.

Однако строительство в Арктике подразумевает большую удаленность от заводов, производящих строительные материалы, а сложность доставки отягощается очень ограниченным навигационным периодом.

Применение нанобетона позволит значительно изменить северные районы.

Современная тенденция – быстровозводимые здания, но они должны полностью отвечать требованиям, предъявляемым к строительству в данной зоне: аэродинамика и теплосоппротивление.

Здание из ЛСТК или с деревянным каркасом, выполненное из нанобетона, намного легче, чем аналогичное из железобетона, что положительно влияет на его конструктивную безопасность и устойчивость фундамента на многолетних мерзлых грунтах.

Важным свойством нанобетона является его небольшая масса, которая дает широкие возможности для разностороннего применения в высотном строительстве.

И именно благодаря надежности нанобетона возможно будет воплотить столь смелые решения, как бионический тип здания. Такой бетон может проникать во все поры, заполнять малейшие пустоты между каркасом. Нанобетон будет способствовать предотвращению усадки грунта, его свойства, как никакие другие, могут быть востребованы при устройстве буронабивных свай в мерзлых грунтах [4].

Научная новизна состоит в применении нанобетонов совместно с деревянными конструкциями и возможностью применения базальтовых арматур, которые позволят улучшить его работу в бетонном теле, не приводя к образованию «мостиков холода».

Данные решения позволяют:

- устранить главную слабость бетона – микротрещины, при этом создавать конструкцию с бионическими формами; применение технологий наноструктурирования бетона как раз препятствует возникновению трещин на наноуровне;
- снизить основную нагрузку на основание, тем самым уменьшив вероятность оседания при уплотнении вечномерзлых грунтов;

- создать конструкцию, в отличие от обычного бетона обладающую более высоким теплосоппротивлением;
- снизить стоимость бетонных конструкций за счет применения отходов железорудной и металлургической промышленности, угледобычи, переработки камня, других материалов; сырьевой утиль удешевляет стоимость готового наноматериала, параллельно решая вопросы экологии и безопасности; наномодификаторы снижают состав цемента и других составных компонентов в бетонной смеси.

Это позволяет сделать вывод, что технология нанобетона будет иметь широкое применение, а использование нанотехнологий в строительной промышленности открывает новые горизонты для самых смелых архитектурных решений.

#### Литература

1. Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации»: постановление Правительства РФ от 30 марта 2021 года № 484. URL: <https://docs.cntd.ru/document/603154509?marker=6540IN> (дата обращения: 21.04.2021).
2. Зимин С. С., Мушинский А. Н. Строительство быстровозводимых зданий и сооружений // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. № 4(31). С. 182–193.
3. ГОСТ 20850–2014. Конструкции деревянные клееные несущие. М.: Стандартинформ, 2015. 14 с.
4. СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03–85. М.: ФГУП ЦПП, 2011. 86 с.

УДК 692.433

Владимир Антонович Конеv,  
студент

Vladimir Antonovich Konev,  
student

(Колледж туризма Санкт-Петербурга) (College of Tourism of Saint Petersburg)  
E-mail: konev0552@gmail.com

E-mail: konev0552@gmail.com

## ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОЛИМЕРНЫХ МЕМБРАН

### TECHNICAL SOLUTIONS USING POLYMERIC MEMBRANES

Рассматривается актуальность применения «зеленых» технологий в строительстве на примере частного домостроения – домов с «зеленой» крышей. Представленные материалы свидетельствуют о развитии в Российской Федерации нормативной базы «зеленых» стандартов, что позволяет более широко использовать высокотехнологичные материалы, применять энергоэффективные и современные конструктивные инженерные решения. Приводится анализ особенностей и достоинств применения инверсионной кровли из полимерных мембран в сравнении с устройством традиционной кровли из битумно-полимерных рулонных материалов. Затронуты технологические ограничения по устройству слоев конструкции.

*Ключевые слова:* мембранная кровля, полимерная мембрана, «зеленое» домостроение, «зеленая» крыша, инверсионная кровля.

The article considers the relevance of the use of “green” technologies in construction industry, for houses with the “green” roof, using private housing construction as an example. The materials presented in the article indicate that the regulatory framework of green standards is developing in the Russian Federation, which makes it possible to use high-tech materials more widely, apply energy-efficient and modern structural engineering solutions. The paper analyzes the features, points out the advantages of using an inverted roof made of polymer membranes in comparison with the traditional roof device made of bitumen-polymer rolled materials, and also touches on the technological limitations of the device layers of the structure.

*Keywords:* membrane roof, polymeric membrane, green building, green roof, inverted roof.

Известно, что строительные материалы оказывают существенное влияние на создание и развитие новых архитектурных форм, конструктивные решения зданий и сооружений, формирование архитектур-

турного стиля. Они определяют экономичность и технологичность строительства. Это утверждение легко подтверждается на примере развития полимерных кровельных материалов.

В настоящее время в России сформировался четкий тренд на строительство домов с плоской кровлей, где большинство частных заказчиков с разными бюджетами предпочитают проекты именно таких загородных домов. Эта тенденция подтверждается количеством запросов в поисковых системах, внутренним аудитом компаний поставщиков и производителей строительных материалов [1].

Количество публикаций и упоминаний домов с плоской «зеленой» кровлей на отраслевых строительных ресурсах растет в арифметической прогрессии в Северо-Западном и Центральном федеральных округах. Тем не менее, существует ряд факторов, замедляющих развитие данного решения у нас в стране. Прежде всего, они связаны не только с экономическими условиями, но и со сложившимися стереотипами: «зеленая» плоская кровля – это дорого, она требует сложного обслуживания; способствует изнашиванию кровельных материалов и может стать причиной протекания кровли; экспериментальная часть эко-тренда не защищает от посторонних взглядов.

Мощный стимул к развитию экоархитектуры обеспечила пандемия коронавируса с самоизоляцией и ограничениями в передвижении. Ведь это так естественно – выйти подышать воздухом на крышу собственного дома, если прогулки в парке запрещены. Или выпить чашечку кофе на кровельной террасе в окружении зеленых насаждений, если все кафе и рестораны закрыты. Дома с «зеленой» крышей привлекательны тем, что позволяют решить проблему шума в местах, где рядом с домом проходит дорога, а также увеличивают площадь зеленых насаждений, если земельный участок маленький.

История появления столь интересного вида озеленения плоских кровель берет свое начало с древних времен. Современные технологии высадки появились в середине XX в. в Германии, на данный момент основное количество «зеленых» крыш сконцентрировано в Европе [2]. Россия только начинает развиваться в данном направлении, однако ряд нормативных актов для этой области уже существует. Одним из основных документов является СП 17.13330.2017

«Кровли». Актуализированная редакция СНиП II-26–76, один из пунктов которого представляет собой общие рекомендации по внедрению данной конструкции [3]. Также выпущен ряд пособий и рекомендаций по проектированию озеленения и благоустройства крыш.

С целью применения и развития «зеленых» технологий в строительстве 1 июня 2020 г. в РФ вступил в действие первый стандарт, регламентирующий озеленение крыш ГОСТ Р 58875–2020 «Озеленяемые и эксплуатируемые крыши зданий и сооружений. Технические и экологические требования» [4]. Ключевые особенности документа:

- определены общие требования к озеленяемым и эксплуатируемым крышам;
- впервые развёрнуто представлена типология «зелёных» крыш;
- введены чёткие определения экстенсивного, полунтенсивного и интенсивного озеленения;
- подробно изложены требования к субстратам, весовым нагрузкам, конструктивным решениям, содержанию зелёных насаждений;
- стандарт распространяется на проектирование, строительство озеленяемых крыш, ремонт, реконструкцию и эксплуатацию озеленённых и эксплуатируемых конструкций.

Если раньше при желании заказать проект дома с «зелёной» крышей приходилось рассчитывать на квалификацию архитектора, то теперь новый ГОСТ в полной мере определяет требования к озеленяемым кровлям для всех климатических зон РФ.

На сегодняшний день производители предлагают широкий выбор гидроизоляционных мембран, устойчивых к воздействию химических веществ и обеспечивающих высокое качество «пирога» зеленой крыши.

Мембраны для плоских крыш используются как в жилых, так и в коммерческих проектах кровли. В жилом секторе используется преимущественно для больших многоквартирных домов, крыш гаражей и небольших пристроек. Она также все чаще используется для больших основных крыш в односемейных домах с современным дизайном, сочетающим плоские крыши.

Двумя наиболее распространенными типами мембран для плоских крыш являются ПВХ и ТПО. Хотя модифицированный битум

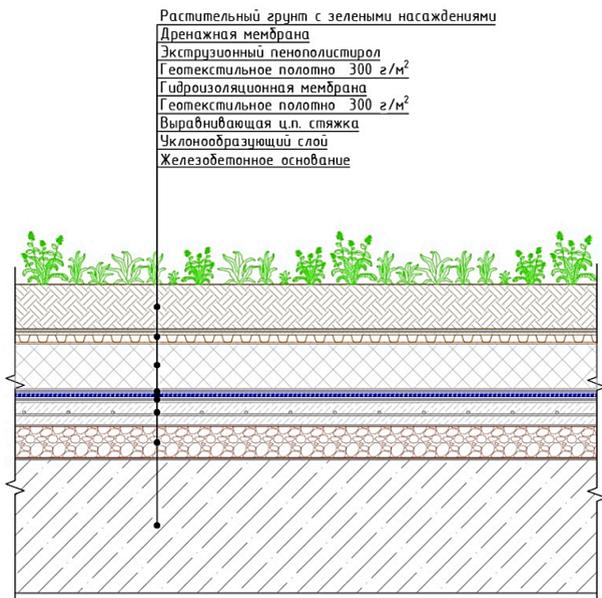
все еще используется, большинство владельцев отказываются от продуктов на основе асфальта из-за опасности для окружающей среды и здоровья.

Конструктивно традиционная плоская кровля состоит из несущей плиты, на которую по слою пароизоляции уложен теплоизоляционный материал, защищенный от воздействия атмосферных осадков гидроизоляционным ковром на основе битумно-полимерных рулонных материалов.

Однако такая конструкция обладает целым рядом недостатков. Не всегда удается обеспечить полную герметичность пароизоляционного слоя, вследствие чего водяные пары проникают в толщу утеплителя и накапливаются в нем. С течением времени в утеплителе скапливается много влаги, которая стекает вниз, образуя на потолке мокрые пятна. Кроме того, при отрицательных температурах вода замерзает, увеличивается в объеме и разрушает кровельный пирог. В процессе эксплуатации гидроизоляционный ковер подвергается климатическим и механическим воздействиям, что приводит к возникновению трещин, через которые вода проникает в помещение, образуются протечки, установить и ликвидировать причину которых бывает очень трудно.

Существует альтернативное конструктивное решение плоской кровли – инверсионная кровля из полимерных мембран (см. рис.). Инверсионная система представляет собой разновидность балластной системы и идеально подходит для эксплуатируемых кровель, по которым осуществляется регулярное движение, или кровель, устраиваемых в районах с суровыми климатическими условиями.

Отличие системы заключается в том, что утепляющий слой расположен не под гидроизоляционным ковром, а над ним. При этой системе укладки кровельная мембрана защищена от воздействий перепадов температуры, ультрафиолетовых лучей, циклов замораживания и оттаивания, а также механических повреждений, что обеспечивает увеличение срока службы инверсионной крыши по сравнению с традиционной [4].



Система эксплуатируемой крыши инверсионной кровли из полимерной мембраны

Конструкция инверсионной кровли позволяет использовать ее в качестве эксплуатируемой плоской крыши, на которой можно загорать, поставить стол и стулья, посадить траву или устроить цветник.

Ограничением для зеленой крыши является несущая способность конструкции, на которой она построена. При проектировании крыши, покрытой растительностью, необходимо учитывать нагрузки от всех слоев системы, насыщенных водой, вместе с объемным весом зелени. В случае поверхностей, по которым пешеходное движение будет иметь место только для обслуживания и ухода, дополнительные нагрузки не должны приниматься во внимание. С другой стороны, потери, вызванные использованием крыш, приспособленных для проживания людей, согласно *DIN 1055*, принимаются на уровне 3,5 кН/м. Еще одно значение, которое следует учитывать, – это нагрузка снегом. Она также определяется на основании указан-

ного стандарта с учетом расположения объекта (зоны снеговой нагрузки) и его высоты.

Проведенный анализ технической литературы показал, что по оценкам экспертов, срок службы кровельной мембраны может достигать до 50 лет. В сравнении с другими кровельными материалами, выявлена стойкость мембраны к разным погодным условиям – высокая влажность, температурные перепады, выпадение осадков. Преимущества полимерной гидроизоляции перед наплавляемой битумной приводят к высокому качеству защиты кровель от протечек.

По итогам анализа рынка полимерных кровельных мембран России были установлены увеличение спроса со стороны разных сегментов рынка.

При устройстве инверсионных кровель необходимо стремиться к уменьшению стоимости и веса конструкции, подбирать надежные и практичные материалы, что позволит увеличить срок службы кровли.

В заключение, можно сделать вывод, что каждый материал имеет право на существование и выбор его должен опираться на предъявляемые требования по гидроизоляции конструкций кровли.

### **Литература**

1. Тренд на плоские кровли в частном домостроении // Строительный эксперт. URL: <https://ardexpert.ru/article/16786> (дата обращения: 06.03.2021).
2. Зеленые кровли в трех аспектах: экологическом, экономическом и социальном // GREEN ZOOM. URL: <https://greenzoom.ru/new/132/> (дата обращения: 09.03.2021).
3. СП 17.13330.2017. Свод правил. Кровли: актуализированная редакция СНиП II-26-76: утвержден Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации 31.05.2017 № 827/пр: введен 01.12.2017. М.: АО «ЦНИИПромзданий», 2019. 56 с.
4. ГОСТ Р 58875–2020. Озеленяемые и эксплуатируемые крыши зданий и сооружений. Технические и экологические требования: национальный стандарт Российской Федерации: дата введения 2020-05-28 / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. Изд. официальное. М.: Стандартинформ, 2020. 54 с.
5. Руководство по применению в кровлях гидроизоляции Plastfoil // PLASTFOIL. URL: <https://plastfoil.ru/files/plastfoil/KrovlyaManual.pdf> (дата обращения: 14.03.2021).

УДК 69.001.5:674:694

Владислав Витальевич Лобза,

студент

(Колледж туризма Санкт-Петербурга) (College of Tourism of Saint Petersburg)

E-mail: lvv7988@gmail.com

Vladislav Vitalievich Lobza,

student

E-mail: lvv7988@gmail.com

## **МОНТАЖ СБОРНЫХ ТРЕХМЕРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ FDM-ТЕХНОЛОГИЙ**

### **INSTALLATION OF PREFABRICATED THREE-DIMENSIONAL ELEMENTS BASED ON FDM TECHNOLOGIES**

Рассмотрена разработка технологии строительства на основании монтажа объемных блоков, напечатанных по технологии *FDM (fused deposition modeling)*, – сборных трехмерных элементов из древесно-полимерных композитов на основе древесных отходов. Описаны основные достоинства купольных систем, приведены существующие конструктивные и технологические решения. Предложен вариант развития направления по изготовлению конструктивных элементов методом трехмерной печати. Проведен анализ имеющихся материалов. Описано возможное применение разрабатываемого решения для районов Крайнего Севера, а также для строительства сооружений с криволинейными элементами. Актуальность темы обусловлена существующими проблемами стандартного строительства в условиях Крайнего Севера и необходимостью развития северных регионов.

*Ключевые слова:* купольные конструкции, 3D-печать, технологии возведения зданий и сооружений, древесно-полимерные композиты, древесные отходы, быстросборное строительство.

The article is devoted to the development of a technology for quick-assembly construction based on the installation of three-dimensional blocks of prefabricated three-dimensional elements printed using FDM technology from wood-polymer composites, from wood waste. The main advantages of dome systems are described, variants of existing structural and technological solutions are given, a variant of the development of production of structural elements by the method of three-dimensional printing is proposed, and an analysis of existing materials is carried out. Possible further application of the developed solution for the regions of the Far North, as well as for the construction of structures with curvilinear elements, is proposed. The relevance of the topic is due to the existing problems of standard construction in the conditions of the Far North and the need for the development of the northern regions.

*Keywords:* dome structures, 3D printing, technologies for the construction of buildings and structures, wood-polymer composites, wood waste, quick-assembly construction.

На сегодняшний день новые технологии продолжают расширять возможности строительной отрасли, которая является одной из самых энерго- и трудозатратных. Особое внимание уделяется освоению Дальнего Востока и районов Крайнего Севера. Применение аддитивных технологий строительной 3D-печати, может в значительной степени помочь в решении данных задач.

*Цели работы* – на основе проведенного анализа существующих строительных конструкций, материалов, и технологий разработать сборно-разборную структуру, отвечающую требованиям прочности, и подходящую для использования в качестве жилого помещения в условиях северного климата; предложить способ изготовления сборных элементов на основе трехмерных напечатанных по FDM-технологии конструкций; разработать способ монтажа, позволяющий значительно сократить трудозатраты, и стоимость монтажных работ.

*Задачи работы* – предложить вариант конструкции, которая позволит избежать влияния различных вредных факторов внешней среды; согласно выдвинутой гипотезе, разработать сборно-разборный элемент, как основу технологического решения, позволяющий значительно сократить эксплуатационные затраты и повысить комфортность проживания; разработать технологию монтажа, из этих сборно-разборных элементов, позволяющую значительно сократить трудозатраты и стоимость монтажных работ

Актуальность темы обусловлена необходимостью развития Крайнего Севера, и сложностью применения строительных конструкций из железобетона, сопряженной с малой транспортабельностью, высокими трудозатратами и низким теплосоппротивлением данных материалов. Технология разрабатывается как альтернатива контейнерных бытовок, не только не обладающих эстетическими качествами, но и, в силу ряда причин, с низким теплосоппротивлением стен.

Проведенный анализ существующих технологий и конструктивных решений показал, что наиболее прогрессивное решение –

купол, пространственная несущая конструкция покрытия, по форме близкая к полусфере или другой поверхности вращения, способная увеличить несущую способность за счет скелета из несущих полусферических арок [1]:

- форма шара более аэродинамична, дает возможность усилить сопротивление дома сильному ветру;
- позволяет сэкономить строительные материалы примерно на 20 %;
- высокая несущая способность, здание способно выдержать землетрясения и большие снеговые нагрузки;
- позволяет перекрывать значительные пространства без дополнительных промежуточных опор;
- сокращаются эксплуатационные затраты за счет уменьшения теплообмена с внешней средой.

В качестве параметров разрабатываемой технологии также было необходимо учесть долговечность, транспортабельность, высокое теплосопротивление, энерго- и трудозатраты.

Анализ существующих строительных материалов выявил что, железобетон очень тяжелый, трудно транспортируемый, не подходящий для слабых грунтов материал, с высокой теплопроводностью, металлические конструкции обладают малой коррозионной стойкостью и высокой теплопроводностью, древесина обладает анизотропностью и способна загнивать, *LVL*-брус малотранспортабелен для данного региона, требует внешнего покрытия и утепления.

Развитие технологии строительства и появление новых материалов, в том числе различных полимеров, позволило архитекторам проектировать новые разнообразные формы перекрытий [2]. В качестве сравнения нами были выбраны два варианта конструктивных решений:

- 1) аналог широко применяемой ранее архитектуры из цельного бруса – тонкостенная сплошная купольная конструкция из цельного бруса, имеет существенные недостатки: вес и материалоемкость;
- 2) сетчатые оболочки, позволяющие легко моделировать желаемую форму, снижая стоимость, при этом купола с большим числом ребер, стремящиеся к форме капли, обладают высокой несущей

способностью, однако, из-за большого количества конструктивных элементов, становятся трудны в монтаже и значительно усложняют возможность встраивания дверных и оконных проемов. Для сохранения жесткости и устойчивости конструкции, при любом виде нагружения, необходимо ввести связи – легкие тросы, что тоже усложняет технологию и увеличивает металлоемкость.

Проектируемая оболочка – свод из мелкоборных пространственных элементов, на высокой «юбке», с не очень большим градусом уклона, чтоб увеличить полезную площадь [3]. Для расчета в программе ЛИРА и анализа потери местной устойчивости был произведен сбор нагрузок на  $1 \text{ м}^2$  кровельного покрытия для 4 района снеговой нагрузки согласно СП 131.13330.2018 «Строительная климатология», за основу был принят вариант паукообразной сетчатой конструкции. Для простоты решения, степень свободы всей конструкции и, соответственно, порядок системы разрешающих уравнений был определен суммарным числом перемещений всех узлов конструкции. Требуемая несущая способность на  $1 \text{ м}^2$  покрытия составила  $2,1 \text{ кН/м}^2$ , расчетная нагрузка  $13,95 \text{ кН/м}^2$ .

Существующие конструктивные решения не отвечают требованиям быстроборности, сокращению теплопотерь, и трудоемкости. Из курса технической механики известно, что пространственные структуры обладают значительно большей несущей способностью. Решение состоит в том, что купол делится на сегменты – скорлупы, имеющие стенки из древесно-пластикового материала с закрытопористой, напоминающей костное строение структурой – внешний «скелет». Конструкция будет способна выдерживать большие нагрузки, при значительном снижении общего веса, вплоть до 80 % по отношению к цельнолитой. Но основную нагрузку на себя возьмет «скелет» купола, за счет произвольной ячеистой структуры не будет требоваться применение арматурного каркаса (рис. 1). При большой длине ребер грани внутри следует разделить дополнительными «костными» распорками, они позволят добиться необходимой жесткости конструкции, помимо этого, помогут удерживать теплоизолирующий материал, в случае применения каменной ваты. Однако, с нашей точки зрения, значительно более низкой теплопроводностью

обладает такой строительный материал, как *CoardCore*. Помимо того, он может выполнять роль демпфирующего слоя, что значительно повысит несущую способность нашей конструкции. Шип-пазовая система позволит сборку сделать безвыверочной и при необходимости производить лёгкую перебазировку объекта.

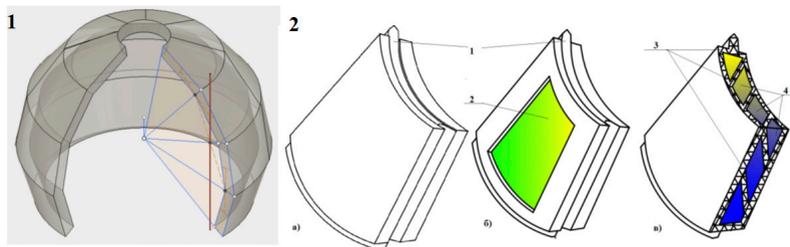


Рис. 1. Деление конструкции на сегменты и вариант монтажа:

- 1 – схематическая сетка разрезки на сегменты; 2 – варианты сегмента:  
 а – глухая стеновая панель; б – стеновая панель с оконной частью (проемом);  
 в – разрез стеновой панели: 1 – шип-пазовая область; 2 – проем;  
 3 – внешний структурно-костный древеснопластиковый слой;  
 4 – каменная вата или утеплитель типа *CoardCore*

Для восприятия распорных усилий и увеличения эффективности использования пространства, запроектирована «юбка» с вертикальными стенами высотой 0,8–1,9 м, позволяющая эффективнее использовать купольные дома, увеличивая объем помещений. Для того чтобы обеспечить качественную вентиляцию, в нижней и верхней части купола выполняют отверстия, через которые будет поступать поток более холодного внешнего воздуха и циркулировать по внутренней части, тем самым согреваясь до момента поступления в помещение.

Данную сборную структуру невозможно изготовить ни путем заливки, ни путем вспенивания, единственно правильное решение – это применение технологии 3D-печати *FDM (Fused Deposition Modeling)* – технология, которая позволяет послойно выращивать изделия из различных искусственных материалов [4], например, Филамент *LAYWOOD3* для печати моделей, напоминающих

деревянные изделия, с содержанием расплавленной стеклопластиковой нити, бетонного клея и 40 % микроскопических деревянных опилок – материал обладает низкой горючестью (Г1), не токсичен, и очень прост в применении, не требуя использования подогреваемой платформы.

Преимущества технологии 3D-печати *FDM*: возможно изготовление практически любой формы конструкции, низкая стоимость материалов; перед запуском процесса печати модель автоматически разделяется на горизонтальные слои и производится расчет путей перемещения печатающей головки.

Полученные сегменты, очень легко транспортировать собранными в единую стопку и собирать за счет шип пазовой системы. Согласно произведенным расчетам, толщина стены в 25–38 см, позволит комфортное существование даже в самых холодных регионах. Легкий вес скорлуп допускает производство монтажа без применения кранового оборудования, например, с помощью лесов, или передвижной пиканиски. Межэтажное перекрытие устраивается с опорой на внутренние монолитные опоры, уже по завершению монтажа внешней конструкции [5].

Повышению несущей способности будут способствовать применение утеплителя *CoardCore*, который соединит все внутренние элементы в единую конструкцию в качестве демпфера, хотя древесный пластик не боится влаги, и морозоустойчив, при необходимости монтируют внешнее покрытие.

И об изоляции помещений. Так как перевозить оконные конструкции на дальние расстояния очень сложно, а двойные изогнутые стеклянные панели являются дорогими, предлагаем использовать разработку корейских инженеров: прозрачные солнечные панели на основе диоксида титана, используемого в качестве элемента обычных солнечных батарей, и оксида никеля. Предлагается вставлять такие солнечные панели во внешние стеновые конструкции – сегменты, еще в период изготовления, что позволит избежать доработки на строительной площадке.

Математические концепции, которые применяются к криволинейным элементам, в основном имеют дифференциально-

геометрический характер и часто являются предельными случаями понятий, известных в дискретной дифференциальной геометрии. Такие формы можно делить на сегменты, сконструированные путем аппроксимации эталонной формы с помощью рулонной поверхности.

Разработанная технология монтажа позволяет значительно облегчить транспортабельность объекта, производить при необходимости сборно-разборные операции и перевозку дома в разобранном виде на новое место; сегментные элементы стен имеют внешнюю оболочку из закрытоячеистой структуры и не требуют применения арматурных стальных конструкций; обладают высокой несущей способностью, малым весом, по сравнению со стандартными конструкциями, и хорошим теплосопrotивлением. Монтаж сборных трехмерных элементов на основе *FDM* технологий будет менее трудозатратным в сравнении с традиционными технологиями строительства.

#### Литература

1. Хайно Энгель. Несущие системы / пер с нем. Л. А. Андреевой. М., 2007. 344 с.
2. Ракитянская Р. Вначале было дерево. Новые строительные материалы на основе древесины // Деревянные дома. 2011. № 4(40). С. 96–102.
3. СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07–85\*. М., 2011. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200084848> (дата обращения: 20.04.2021).
4. Обзор известных проектов 3D-принтеров. Принципы, возможности, расходные материалы. URL: <http://spaceexpansion.ucoz.ru/index/0-24> (дата обращения: 20.04.2021).
5. Белов А. О., Боев С. Ю. Технология возведения малоэтажных зданий с помощью 3D-принтера // Сборник статей VII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием КузГТУ им. Т. Ф. Горбачева. Кемерово, 2015. URL: <http://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/RM/2015/RM15/pages/sections.htm> (дата обращения: 20.04.2021).
6. Торшин А. О., Потапова Е. Н. Перспективы использования 3D-принтера в строительстве // Успехи химии и химической технологии. 2016. Т. XXX. № 7. С. 118–120.

## СОДЕРЖАНИЕ

### ИНЖЕНЕРНАЯ ЭКОЛОГИЯ И ГОРОДСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>А. М. Телятникова, А. П. Мандров.</i> Загрязнение атмосферного воздуха выбросами сероводорода от камер гашения напора . . . . .	3
<i>Э. И. Кутдусова.</i> Об особенностях создания искусственных земельных участков . . . . .	10
<i>К. Г. Дмитриева.</i> Получение углеродного адсорбента для очистки воды из углеродсодержащих отходов промышленных предприятий . . . . .	16
<i>Е. Д. Пилипенко.</i> Использование никель-водородных аккумуляторов в системах автономного электроснабжения. . . . .	21

### БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

<i>В. О. Барсуков, Р. Р. Букиров, П. В. Васильева.</i> Инновационные методы проведения работ по демонтажу зданий и сооружений с применением электрогидравлического оборудования . . . . .	28
<i>У. Н. Мейке, К. И. Фомин, М. М. Блиндер.</i> Повышение конкурентоспособности НТТМ как одна из актуальных проблем современного строительного производства . . . . .	35
<i>Д. А. Семенов, А. А. Коломеец, А. А. Кондратенко.</i> Перспектива внедрения виртуальной реальности в организацию работы вилочного погрузчика . . . . .	45
<i>Д. Р. Литвинова.</i> Исследование системы эксплуатации автобусов на сжиженном природном газе . . . . .	50
<i>В. В. Матвиюк.</i> Концепция развития электрических транспортных средств (легковых автомобилей) и электрозаправочных станций в Санкт-Петербурге. . . . .	55
<i>Е. Е. Терентьев.</i> Повышение эффективности эксплуатации гибридных и электрических автомобилей в регионах с холодным климатом . . . . .	61

<i>И. С. Печкуров.</i> Разработка методики обоснования скоростных автобусных маршрутов . . . . .	67
<i>Ю. Ю. Бутина.</i> Анализ причин травматизма по основному виду деятельности на предприятиях ООО «Газпром Инвест». Рекомендации по снижению травматизма . . . . .	73
<i>Д. А. Молочникова, А. И. Николаева.</i> BIM-технологии в строительстве и моделировании систем безопасности . . . . .	78

### **ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ**

<i>А. В. Паршенцева.</i> Актуальные проблемы современного строительства. Новый Каир: решение или предупреждение? . . .	84
<i>М. А. Какоило.</i> Перспективы применения современных технологий и концепций логистики в строительстве . . . . .	89
<i>М. В. Коцюбинская.</i> Проблемы управления стоимостью ремонтно-строительных работ . . . . .	94
<i>М. Г. Мелик-Гайказова.</i> Ключевые аспекты японской системы управления персоналом: возможности применения в отечественных организациях . . . . .	103
<i>В. О. Векшин.</i> Незаконный оборот контрафактной продукции как угроза экономической безопасности Северо-Западного федерального округа . . . . .	109
<i>Ю. А. Арсеньева.</i> Исследование критериев оценки конкурсных предложений при проведении государственных закупок . . . . .	116
<i>И. С. Беляев.</i> Развитие механизмов государственно-частного партнерства как инструментов поддержки строительных организаций, действующих в российской Арктике . . . . .	124
<i>С. Е. Кузьмина.</i> Проблемы строительства и реконструкции систем инженерной инфраструктуры с применением механизма государственно-частного партнерства и пути дальнейшего совершенствования законодательства Российской Федерации о концессионных соглашениях . . . . .	136

<i>С. П. Куралов.</i> Исследование возможностей трансформации городов Европы на примере Вены (Австрия) . . . . .	146
--	-----

**СУДЕБНЫЕ ЭКСПЕРТИЗЫ И ПРАВО  
В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И НА ТРАНСПОРТЕ**

<i>Е. И. Антонова, Е. И. Антонова.</i> Инструментальные методы исследования, используемые в строительно-технической экспертизе . . . . .	155
<i>К. А. Елисеев.</i> Правовое регулирование исторической тематики в оформлении вестибюлей станций метрополитена Санкт-Петербурга. . . . .	162

**ПЕРВЫЕ ШАГИ В НАУКЕ**

<i>Н. Н. Акселевич, А. М. Мориков.</i> Многофункциональное носимое устройство для прикладных строительных задач . . . . .	169
<i>Е. Т. Аюпова.</i> Проектное предложение реставрации с приспособлением павильона «Морская башня» в Пулковской обсерватории . . . . .	174
<i>И. Д. Бешенцев.</i> Городская наземная транспортная логистика: оптимальное транспортное средство для перевозки пассажиров . . . . .	180
<i>И. Д. Бешенцев, В. Ю. Козлов.</i> Система питания двигателя внутреннего сгорания с помощью ВТ ячейки «Ладога-Премьер» . . . . .	187
<i>М. С. Демин, А. И. Канищев.</i> Нанобетонирование – технология строительства объектов, соответствующих требованиям повышенной прочности. . . . .	193
<i>В. А. Конев.</i> Технические решения с применением полимерных мембран . . . . .	204
<i>В. В. Лобза.</i> Монтаж сборных трехмерных элементов на основе FDM-технологий . . . . .	210

Научное издание

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
СОВРЕМЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

**Часть 2**

Материалы LXXIV Всероссийской  
научно-практической конференции  
студентов, аспирантов и молодых ученых

5–9 апреля 2021 года

Компьютерная верстка *О. Н. Комиссаровой*

Подписано к печати 23.12.2021. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 12,79. Тираж 300 экз. Заказ 151. «С» 78.

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет.  
190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4.

Отпечатано на МФУ. 198095, Санкт-Петербург, ул. Розенштейна, д. 32, лит. А.