



# СТРОИТЕЛЬ ДОНБАССА

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

№ 2 (23) ИЮНЬ 2023



НАШИ ПАРТНЕРЫ:



Министерство строительства  
и жилищно-коммунального хозяйства ДНР



Министерство образования  
и науки ДНР

## Представители ДонНАСА участвовали в Форуме «Молодой специалист-строитель»



Делегация Донбасской национальной академии строительства и архитектуры приняла участие в Форуме «Молодой специалист-строитель будущего», который проходил 18-19 мая на базе ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения». Форум организован при поддержке Правительства Ростовской области, ФАУ «РосКапСтрой», Кадрового центра Минстроя России, Всероссийского центра национальной строительной политики (ВЦНСП), Публично-правовой Военно-строительной компании Минобороны России и Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства России.



В составе делегации ДонНАСА декан факультета дополнительного профессионального образования Наталья Александровна Пушкарева, начальник отдела практики, трудоустройства и выпуска специалистов Анастасия Валерьевна Прокопенко, а также студенты строительных специальностей – Иван Бодня, Артем Новичков, Султан Хисамутдинов, Айдар Хисамутдинов, Данил Рыбак и Егор Михеев.

В рамках форума проводилось более 10 круглых столов с участием экспертов, порядка 500 студентов и 100 представителей компаний из Ростовской области и 8 других регионов России. Эксперты познакомили студентов с самыми актуальными направлениями отрасли: цифровизацией, комплексным развитием территорий, работой в сфере градостроительства и ЖКХ, а также многими другими особенностями и видами деятельности строителей.

Студенты получили возможность пообщаться с руководителями строительных компаний Ростовской области и наставниками-победителями конкурса «Лидеры строительной отрасли». Ребятам, которые проявили активность в решении предложенных на круглых столах практических задач, вопросов и проблем, были вручены сертификаты на оплачиваемую практику, а также сертификаты на бесплатное обучение по повышению квалификации от организаторов Форума.

Важной частью мероприятий Форума также являлась Ярмарка вакансий, которая проводилась совместно с региональной службой занятости населения и Минстроем Ростовской области. На Ярмарке вакансий студенты получили возможность лично познакомиться с работодателями, получили предложения о работе или стажировке, смогли задать вопросы представителям компаний о предприятиях, которые они представляют.

Наши делегаты отмечают важность для интеграции в строительную сферу России участия в таких мероприятиях, продуктивного обмена опытом и идеями, и практическими навыками, развития сотрудничества между Донецкой Народной Республикой и соседними регионами.

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Главный редактор	<b>Н.М. ЗАЙЧЕНКО,</b> д. т. н., профессор
Зам. главного редактора (научный редактор)	<b>В.Ф. МУЩАНОВ,</b> д. т. н., профессор
Выпускающий редактор	<b>Н.Х. ДМИТРИЕВА</b>
Ответственный редактор	<b>Б.В. КЛЯУС</b>

## УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ ЖУРНАЛА

ФГБОУ ВО «ДОНБАССКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ» Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики при поддержке Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Донецкой Народной Республики

## АДРЕС РЕДАКЦИИ

Российской Федерации, Донецкая Народная Республика, 286123, г.о. Макеевский, г. Макеевка, ул. Державина, д. 2 ФГБОУ ВО "ДОННАСА"  
Web: strdon.donnasa.ru. Электронная почта: strdon@dennasa.ru  
Контактный телефон: (071) 363-74-63

Печатается по решению Ученого Совета  
ФГБОУ ВО «ДОНБАССКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ»  
Протокол № 11 от 26.05.2023

Перепечатка, копирование и воспроизведение всех материалов журнала возможны только с письменного разрешения редакционной коллегии

«Свободная цена»

Свидетельство о регистрации средства массовой информации № 000217, выдано 18.03.2019 года  
Министерством информации  
Донецкой Народной Республики

Приказом МОН ДНР № 99 от 17.01.2020 г. журнал включен в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук

Подписано в печать 26.06.2023. Формат 60 x 90<sup>1/8</sup>.  
Бум. мелов. Усл. печ. л. 7,50. Тираж 300 экз. Заказ № 5.

Отпечатано ИП Дмитриев С.Г. Регистрация в РФ 17.02.2023 г.  
286156, г. Макеевка, м-н Зеленый, 76/66.

№ 2(23),  
Июнь 2023 г.

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Агеев В.Г. – НИИГД «Респиратор», РФ  
Башевая Т.С. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ  
Бенаи Х.А. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ  
Беспалов В.Л. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ  
Большаков А.Г. – ИрНИТУ, РФ  
Братчун В.И. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ  
Брюханов А.М. – ГУ МакНИИ, РФ  
Гайворонский Е.А. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ  
Горожанкин С.А. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ  
Горохов Е.В. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ  
Дмитренко Е.А. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ  
Долженков А.Ф. – ГУ МакНИИ, РФ  
Дрозд Г.Я. – ГОУ ВПО ЛНР «ЛНУ им. Даля»  
Зайченко Н.М. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ  
Иванов М.Ф. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ  
Левченко В.Н. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ  
Лобов И.М. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ  
Лобов М.И. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ  
Лукьянов А.В. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ  
Мамаев В.В. – НИИГД «Респиратор», РФ  
Муксинов Р.М. – КРСУ, Кыргыстан  
Мущанов В.Ф. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ  
Нагаева З.С. – ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», РФ  
Назим Я.В. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ  
Найманов А.Я. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ  
Насонкина Н.Г. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ  
Нездойминов В.И. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ  
Нечепаев В.Г. – ФГБОУ ВО «ДонНИТУ», РФ  
Олексюк А.А. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ  
Осипов Э.А. – МИНСТРОЙ ДНР, РФ  
Пенчук В.А. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ  
Петраков А.А. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ  
Понаморенко Е.В. – СамГТУ, РФ  
Пушкарёва Н.А. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ  
Радионов Т.В. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ  
Рожков В.С. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ  
Савенков Н.В. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ  
Севка В.Г. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ  
Семченков Л.В. – МИНСТРОЙ ДНР, РФ  
Сердюк А.И. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ  
Тищенко В.П. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ  
Шалленный В.Т. – ФГБОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», РФ  
Шолух Н.В. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ  
Югов А.М. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ

## С О Д Е Р Ж А Н И Е

**ПРОЦЕССЫ ФОРМИРОВАНИЯ  
СОВРЕМЕННОЙ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ  
СРЕДЫ ОБЪЕКТОВ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ**

*E. A. Гайворонский, д.арх, профессор;  
Д. А. Джерелей, к.арх, доцент; Д. Э. Щербакова*  
**ПРОБЛЕМА ФОРМИРОВАНИЯ  
АРХИТЕКТУРНО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ  
ТИПОЛОГИИ ЗДАНИЙ, СООРУЖЕНИЙ,  
ИХ КОМПЛЕКСОВ С ПОДЗЕМНЫМИ  
СТРУКТУРАМИ В ГОРОДАХ ДОНБАССА ....6**

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

*Л. Н. Бунина, к.т.н., доцент; С. И. Мовчан, к.т.н.,  
доцент*  
**ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ  
НЕОРГАНИЧЕСКОГО КЛЕЯ ИЗ ОСАДКОВ  
ГИДРОКСИДОВ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ ... 13**

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ  
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ТРАНСПОРТНО-  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН  
И ОБОРУДОВАНИЯ**

*А. И. Сердюк, д.х.н., профессор; Я. О. Белецкий*  
**МИРОВЫЕ ЗАПАСЫ ЛИТИЯ: СТОИМОСТЬ  
И СПРОС КАК АСПЕКТЫ НЕОБХОДИМОСТИ  
ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ ИЗ ОТХОДОВ  
ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ .....19**

**ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСПОРТНО-  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН  
И КОМПЛЕКСОВ**

*Е. Э. Яроши*  
**ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ПОДАТЛИВОЙ  
ТРЕХЗВЕНЬЕВОЙ КРЕПИ ДЛЯ ПЕРЕГОННЫХ  
ТОННЕЛЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНА.....23**

*В. А. Пенчук, д.т.н., профессор; С. В. Дёмочкин;  
А. В. Пичахчи*  
**МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ  
СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ЛИФТОВОГО  
ХОЗЯЙСТВА В ДНР .....27**

## S U M M A R Y

*E. A. Gaivoronsky, D. A. Dzherelei, D. E. Shcherbakova*

**THE FORMING THE ARCHITECTURAL AND  
URBAN PLANNING TYPOLOGY OF BUILDINGS,  
STRUCTURES AND ITS UNDERGROUND STRUC-  
TURES' GROUPS IN DONBASS CITIES**

This article is discussing the forming of architectural and urban planning typology of buildings, structures, its groups with underground structures in the cities of Donbass. The issues of the research relevance of this problem are considered here. It includes problems like: an insufficient theoretical knowledge and practical elaboration, the imperfection of the regulatory and methodological framework in the underground urbanism area. Besides, we need to generalize and analyze international practice in this area, adapting its positive trends to the Donbass conditions and regional requirements. The most successful examples from international practice are given, as well as existing examples of objects with underground structures on the territory of Donbass. an assessment of their urban planning potential and the direction of its use in modern conditions is considered. The scientific program of the research is formulated, including the purpose, tasks, methodology, expected results, their novelty and scientific and practical significance.

*L. N. Bunina, S. I. Movchan*

**THE TECHNOLOGY OF OBTAINING INORGANIC  
GLUE FROM HEAVY METAL HYDROXIDE DEPOSITS**

The stages of conducting industrial tests for the production of inorganic glue from precipitates of heavy metal hydroxides, sulfuric and phosphoric acids considered in the article. It based on the results of our research. A method for obtaining inorganic glue is proposed, which makes it possible to produce an environmentally safe treatment of liquid waste from galvanic production. The technology of obtaining inorganic glue from precipitation of heavy metal hydroxides, consisting of several interconnected stages of processing dehydrated wastes of heavy metal hydroxides, with the addition of sulfuric and phosphoric acids, is giving here. Standard research methods were used; liquid dehydrated wastes generated during the treatment of wastewater from galvanizing industries were used as research materials. The obtained studies allow solving several interrelated problems of liquid waste treatment: eliminating the cost of maintaining landfills for disposal, increasing the degree of use of water and water resources, and ensuring a good ecological situation. The main conclusions of the work are the expansion of the range of use of inorganic glue obtained from precipitation and dehydrated sludge of galvanic production. The additives used in the technology of preparing adhesive compositions make it possible to use galvanic production waste with any composition of contaminants.

**S U M M A R Y**

*A. I. Serdyuk, Ya. O. Beletsky*

**WORLD RESERVES OF LITHIUM, ITS VALUE AND DEMAND AS ASPECTS OF THE NEED FOR ITS PROCESSING FROM LITHIUM ION BATTERY WASTE**

The article is discussed the world reserves of lithium and the areas of application of its compounds in everyday life and technology, various types of industries. A review of the world's largest lithium deposits has been carried out, and an analysis of its global production and reserves has been made. Reserve estimates presented have been made based on information obtained from government and industry sources. The article shows the prices and the level of demand for lithium and its compounds, since lithium is the main component of lithium-ion batteries, which are in great demand in the modern world due to the increase in the production of electric vehicles. Our work is aimed at predicting the depletion of lithium reserves in the future. As well as the need to reduce the production of lithium from the bowels of the Earth, by processing waste lithium-ion batteries and obtaining lithium from them as a secondary raw material.

*E. E. Yarosh*

**THE CALCULATION'S PECULIARITIES OF A COMPLIANT THREE-LINK SUPPORT FOR SURROUNDING TUNNELS OF THE METRO**

A reason for the use of prefabricated block lining of tunnels and mine workings, which has structural compliance, is given. The limited-flexible mode of the prefabricated lining is ensured by installing collapsible spacers of a given thickness between the prefabricated elements. The method of calculation of supports for stability is proposed. This article presents the rationale base for the use of a flexible three-section lining for the running tunnels of the subway. The use of prefabricated block support, which has structural compliance, in tunneling and mine workings is considered. The limited-flexible mode of prefabricated lining is achieved by installing special collapsible spacers of a given thickness between prefabricated elements. This approach ensures the necessary stability and safety of the tunnel. The article also proposes a method for calculating a pliable three-section lining to assess its stability. This research has great practical importance for engineers and designers involved in the development and construction of the subway, allowing to improve the technical characteristics and reliability of underground structures.

**C O N T E N T S**

**FORMATION PROCESSES IN MODERN URBAN PLANNING ENVIRONMENT OF URBAN DEVELOPMENT OBJECTS**

- E. A. Gaivoronsky, D. A. Dzherelei, D. E. Shcherbakova*  
THE FORMING THE ARCHITECTURAL AND URBAN PLANNING TYPOLOGY OF BUILDINGS, STRUCTURES AND ITS UNDERGROUND STRUCTURES' GROUPS IN DONBASS CITIES.....6

**BUILDING MATERIALS**

- L. N. Bunina, S. I. Movchan*  
THE TECHNOLOGY OF OBTAINING INORGANIC GLUE FROM HEAVY METAL HYDROXIDE DEPOSITS .....13

**PHYSICAL AND CHEMICAL MATERIALS  
SCIENCE OF TRANSPORT AND  
TECHNOLOGICAL MACHINES AND EQUIPMENT**

- A. I. Serdyuk, Ya. O. Beletsky*  
WORLD RESERVES OF LITHIUM, ITS VALUE AND DEMAND AS ASPECTS OF THE NEED FOR ITS PROCESSING FROM LITHIUM ION BATTERY WASTE .....19

**OPERATION OF TRANSPORT AND  
TECHNOLOGICAL MACHINES AND  
COMPLEXES**

- E. E. Yarosh*  
THE CALCULATION'S PECULIARITIES OF A COMPLIANT THREE-LINK SUPPORT FOR SURROUNDING TUNNELS OF THE METRO.....23

- V. A. Penchuk, S. V. Demochkin, A. V. Pichakhchi*  
METHODOLOGICAL APPROACH TO DEVELOPING A STRATEGY FOR THE DEVELOPMENT OF THE ELEVATOR FACILITY IN DPR .....27

*T. V. Луцко, к.т.н., доцент; A. S. Исаев,  
A. V. Демченко; В. А. Кондаков*  
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ  
ПАРАМЕТРОВ КРАНА-МАНИПУЛЯТОРА...32

**ИНВЕСТИЦИОННЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ  
ПРОМЫШЛЕННОГО И ГРАЖДАНСКОГО  
СТРОИТЕЛЬСТВА**

*O. N. Зерова, к.э.н., доцент; Н. И. Яркова, к.э.н.,  
доцент; И. В. Бодня; А. Н. Прокопенко*  
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
РЕАЛИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННОЙ  
ПОЛИТИКИ В СФЕРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА  
СОЦИАЛЬНОГО ЖИЛЬЯ .....38

*I. B. Сычева, A. A. Мальцева, E. G. Владыкин*  
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
УПРАВЛЕНИЯ ИНВЕСТИЦИОННО-  
СТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРОЕКТАМИ  
ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО  
ПАРТНЕРСТВА В УСЛОВИЯХ РИСКА.....43

**S U M M A R Y**

*V. A. Penchuk, S. V. Demochkin, A. V. Pichakhchi*

**METHODOLOGICAL APPROACH TO DEVELOP-  
ING A STRATEGY FOR THE DEVELOPMENT OF THE  
ELEVATOR FACILITY IN DPR**

The article presents materials of the round table's holding. Its topic was "Prospects for the development of the construction complex and housing and communal services of the Donetsk People's Republic." A systematic analysis of the state of housing and communal services, elevator facilities in the Republic, the prospects for the development of the engineering industry are presented. During the round table, the possibility of producing elevators in DPR with the involvement of advanced engineering enterprises was analyzed. The analysis of the development of the elevator economy in Russia was carried out. The planned indicators for the development of the elevator market in Russia are given, the main two directions for the development and increase in the sales market for elevators in the Russian Federation for the period 2020-2025 are shown value-added enterprises: PA "MLM Vozduhotechnika" (Moscow), "MLM Nevsky Lift" (St. Petersburg), PO "NLM" (Moscow region).

*T. V. Lutsko, A. S. Isaev, A. V. Demchenko, V. A. Kondakov*

**DETERMINATION OF THE LOADER CRANE'S  
KINEMATIC PARAMETERS**

The article analyzes the kinematic parameters of the boom equipment of a crane. An articulated boom of a loader crane with a load moment of 14.3 t/m (140.3 kN/m) was taken as the object of the research. The problem of a position of the head of the boom equipment with a load-handling device according to the given relative displacements in kinematic pairs is solved. The obtained analytical dependences of the coordinates of the load-handling device makes possible to refine the geometric characteristics of the working area of the loader crane. To expand the functionality of the crane, it is recommended to install a swivel cradle. The speeds of movement of the boom head were determined for various positions of a loader crane unit (LCU) with two types of attachments: a hook suspension and a swivel cradle. The operating conditions of the loader crane are substantiated in terms of speed parameters for the hook version and the version with a swivel cradle.

**S U M M A R Y****O. N. Zerova, N. I. Yarkova, I. V. Bodnya, A. N. Prokopenko****THE EFFICIENCY OF THE IMPLEMENTATION  
OF THE INVESTMENT POLICY'S INCREASING IN SO-  
CIAL HOUSING CONSTRUCTION AREA**

This article discusses modern approaches to the implementation of investment policy in the construction of social housing. The mechanism for managing social housing construction has been improved in terms of developing new forms of construction financing and interaction between executive bodies of state power and private investors to ensure investment in this area. The advantages and disadvantages of introducing the proposed mechanism for private and public partners are identified. It is substantiated that for the effective implementation of investment policy in the field of social housing construction, an appropriate legislative framework should be created.

**I. V. Sycheva, A. A. Maltseva, E. G. Vladikin****THE EFFICIENCY'S OF MANAGEMENT IN-  
CREASING IN INVESTMENT AND CONSTRUCTION  
PROJECTS OF PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP UN-  
DER RISK**

The article considers the mechanism of interaction between the state and private capital in the implementation of investment and construction projects on the terms of public-private partnership. The aims of such cooperation are: for the state, it is to improve the quality of services provided to the population through the creation of capital construction facilities, and for business, it is a sustainable income generation, reduction of investment risks, and an increase in professional status. The paper substantiates that the consistent implementation of the principles of public-private partnership by state authorities contributes to the creation of conditions for attracting private investors. The paper considers domestic and foreign theoretical and methodological approaches to assessing the effectiveness of public-private partnership projects in municipal construction. In accordance with this approach, to evaluate the effectiveness, the methods of project analysis were used: the construction of cash flows and the calculation of a system of project performance indicators. The need for the formation of a comprehensive assessment of the effectiveness of investment and construction projects of public-private partnership in order to find new effective solutions for the implementation of projects is substantiated.

**T. V. Lutsko, A. S. Isaev, A. V. Demchenko,****V. A. Kondakov****DETERMINATION OF THE LOADER CRANE'S  
KINEMATIC PARAMETERS .....32****INVESTMENT ISSUES OF INDUSTRIAL AND  
CIVIL CONSTRUCTION DEVELOPMENT****O. N. Zerova, N. I. Yarkova, I. V. Bodnya,****A. N. Prokopenko****THE EFFICIENCY OF THE IMPLEMENTATION  
OF THE INVESTMENT POLICY'S INCREASING  
IN SOCIAL HOUSING CONSTRUCTION AREA...38****I. V. Sycheva, A. A. Maltseva, E. G. Vladikin****THE EFFICIENCY'S OF MANAGEMENT  
INCREASING IN INVESTMENT AND  
CONSTRUCTION PROJECTS OF PUBLIC-  
PRIVATE PARTNERSHIP UNDER RISK.....43**

# ПРОБЛЕМА ФОРМИРОВАНИЯ АРХИТЕКТУРНО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ТИПОЛОГИИ ЗДАНИЙ, СООРУЖЕНИЙ, ИХ КОМПЛЕКСОВ С ПОДЗЕМНЫМИ СТРУКТУРАМИ В ГОРОДАХ ДОНБАССА

**Е. А. Гайворонский, доктор архитектуры, профессор;  
Д. А. Джерелей, кандидат архитектуры, доцент; Д. Э. Щербакова**

ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка

**Аннотация.** Статья посвящена постановке проблемы формирования архитектурно-градостроительной типологии зданий, сооружений, их комплексов с подземными структурами в городах Донбасса. Рассматриваются вопросы актуальности исследования данной проблемы, включая недостаточную её теоретическую изученность и практическую проработанность, несовершенство нормативно-методической базы по данному направлению в сфере подземной урбанистики, а также необходимость обобщения, анализа международной практики в отношении зданий, сооружений, их комплексов с подземными структурами с адаптацией положительных тенденций в данном направлении к специфическим условиям Донбасса на основе учёта регионально обусловленных требований. Приведены наиболее удачные примеры из этой практики, а также существующие примеры объектов с подземными структурами на территории Донбасса, дана оценка их градостроительного потенциала и направления его использования в современных условиях. Сформулированы научная программа исследования, включая цель, задачи, методику, предполагаемые результаты, их новизну и научно-практическое значение.

**Ключевые слова:** архитектурно-градостроительная типология, Донбасс, Донецкая Народная Республика, объекты с подземными структурами, подземная урбанистика.



**Гайворонский  
Евгений Алексеевич**



**Джерелей  
Дарья Александровна**



**Щербакова  
Дарья Эдуардовна**

## ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Одной из основных проблем городов Донбасса является реализация задач освоения подземного пространства с учётом специфических региональных условий, в том числе действия геоландшафтных и сложных инженерно-геологических факторов. При этом взаимодействие подземного и наземного пространства – одна из ключевых, знаковых и философско-символических особенностей, характеризующих региональные особенности формирования и развития архитектуры зданий и сооружений нашего края на всех исторических этапах развития его территории. Актуальность исследования заявленной проблемы определяется тем, что современному развитию данной важнейшей особенности региональной архитектуры Донбасса и его Донецкого региона мешает отсутствие научно обоснованной развёрнутой типологии зданий, сооружений, их комплексов с подземными структурами.

Здания и сооружения, их комплексы с подземными структурами – это самый распространенный тип объектов. Любое сооружение в той или иной степени имеет подземную часть – конструктивную или в той или степени развитую объёмно-пространственную и функционально-планировочную.

Актуальность исследования заявленной проблемы обостряется тем, что в современных геополитических условиях резко возросло значение

объектов с развитой подземной объёмно-пространственной структурой с точки зрения гражданской обороны. Возникла острая необходимость изучения архитектурной среды объектов с использованием подземных уровней как особо значимых объектов в градостроительном и социальном аспектах развития городов Донбасса с точки зрения организации функционально-технологических процессов, архитектурно-пространственных решений и художественных характеристик.

В международной практике существуют примеры очень удачного формирования архитектурно-градостроительной типологии зданий и сооружений, их комплексов с подземными структурами. При этом надо отдавать отчёт, что этот позитивный опыт нуждается в обобщении, анализе и адаптации к условиям Донецкого региона исключительно на основе соответствия регионально обусловленным современным требованиям, которые, в свою очередь, должны быть использованы в качестве критериев такого анализа.

Предпосылками формирования архитектурно-градостроительной типологии объектов с подземными структурами в городах Донбасса должно стать влияние современных факторов и необходимость учёта исторически сложившихся региональных особенностей, а также появление в XXI в. новых тенденций в международной практике в сфере подземной урбанистики. Это даст возможность выявить современные требования, выполнение которых и позволит сформулировать указанную типологию.

## **СВЯЗЬ ИССЛЕДОВАНИЯ С ВАЖНЫМИ НАУЧНЫМИ ИЛИ ПРАКТИЧЕСКИМИ ЗАДАНИЯМИ**

Решение проблемы формирования архитектурно-градостроительной типологии зданий, сооружений, их комплексов с подземными структурами в городах Донбасса отвечает содержанию нормативно-методических документов: Государственные программы Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Донецкой Народной Республики («Программа развития жилищно-гражданского строительства на территории Донецкой

<sup>1</sup> Гайворонский, Е. А. Культурный ландшафт Донбасса, его многослойность, актуальные вопросы изучения и развития: архитектурный аспект [Текст] / Е. А. Гайворонский // Культура в фокусе научных парадигм : Материалы X Международной научно-практической конференции 7-8 апреля 2022 г. на филологическом факультете Донецкого национального университета / научн. ред. Муза Д. Е., Каика Н. Е. – Донецк: ДонНУ, 2022. – Вып. 14-15. - С. 126-134.

<sup>2</sup> Гайворонский, Е. А. Архитектурно-планировочная организация заглубленных торгово-офисных комплексов на нарушенных территориях (на примере г. Макеевки) [Текст] / Е. А. Гайворонский, И. С. Ковалева // Проблемы архитектуры и градостроительства. Выпуск 2016-2(118). Проблемы сохранения историко-культурного наследия. – Макеевка, 2016. - С. 63-69.

<sup>3</sup> Гайворонский, Е. А. Результаты анализа композиционно-художественного решения архитектурных объектов, отражающих ведущее значение угольной промышленности на территории Донбасса (на примере г. Донецка) [Текст] / Е. А. Гайворонский // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури. 2010. Вип. 2010-2(82) : Проблеми містобудування і архітектури. С. 110-127.

<sup>4</sup> Гайворонский, Е. А. Композиционно-художественное решение архитектурных объектов, отражающих социально-культурное значение угольной промышленности в регионе [Текст] / Е. А. Гайворонский // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури. 2012. Вип. 2012-4(94) : Проблеми містобудування і архітектури. С. 43-56.

<sup>5</sup> Гайворонский, Е. А. Роль территориально-географических и geopolитических факторов в формировании и развитии региональных особенностей архитектуры зданий, сооружений и их комплексов в городах Донецкого региона [Текст] / Е. А. Гайворонский, А. М. Югов // Современное промышленное и гражданское строительство. - 2017. - Том 13, Номер 2. - С. 57-82 (РИНЦ).

Народной Республики на период 2018-2023 годы», «Генеральная схема развития территории Донецкой Народной Республики».

Исследование заявленной в данной статье научной проблемы связано с практической деятельностью и планами ведущих региональных учреждений: Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства и Министерство культуры Донецкой Народной Республики; Государственное унитарное предприятие Донецкой Народной Республики «Научно-исследовательский и проектный институт промышленного строительства «Донецкий ПромстройНИИпроект»; Государственное унитарное предприятие Донецкой Народной Республики «Донецкий региональный проектный институт «ДОНЕЦКПРОЕКТ» (ГУП ДНР «ДРПИ «ДОНЕЦКПРОЕКТ»); Государственное предприятие «Донецкий проектно-изыскательский институт железнодорожного транспорта «ДОНЖЕЛДОРПРОЕКТ»; коммунальное предприятие «Управление генерального плана г. Донецка», Управления архитектуры и градостроительства администраций городов Донецка, Макеевки, а также специализированного учреждения – Республиканского академического научно-исследовательского и проектно-конструкторского института горной геологии, геомеханики, геофизики и маркшейдерского дела (РАНИМИ).

## **АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ**

Данная статья является логическим продолжением публикаций авторов по проблеме освоения подземного пространства в условиях Донбасса. Ранее рассматривались вопросы культурологического характера<sup>1</sup>, особенности архитектурно-планировочной организации заглубленных торгово-офисных комплексов на нарушенных территориях<sup>2</sup>, результаты анализа композиционно-художественного решения архитектурных объектов, отражающих ведущее значение угольной промышленности на территории Донбасса (с учётом взаимодействия подземного и наземного пространств)<sup>3</sup>, включая композиционно-художественные решения архитектурных объектов<sup>4</sup>, использование подземного пространства в городах региона в современных geopolитических условиях<sup>5</sup>,

архитектурные решения зданий и сооружений с использованием подземного пространства на территориях со сложными горно-геологическими условиями в Донецком регионе<sup>1</sup>, общие вопросы формирования и развития архитектуры зданий, сооружений, их комплексов с подземными структурами в городах Донбасса<sup>2</sup>, принципы и приёмы архитектурно-планировочной организации центров хранения и обработки данных (на базе угольных шахт) [3], особенности типологии и архитектуры объектов подземной урбанистики в Донецком регионе<sup>3</sup>. Вопросы подземной урбанистики на территории Донбасса в той или иной степени освещают в трудах Х. А. Бенайи, Е. А. Гайворонский, Д. А. Джерелей, И. М. Лобов, А. Э. Ступина, Д. С. Конюхов, А. А. Петраков, С. В. Борщевский др. При этом несмотря на то, что там содержится много ценной и полезной информации, целенаправленно данная проблема формирования архитектурно-градостроительной типологии зданий и сооружений, их комплексов с подземными структурами с учётом современных требований не рассматривалась и на сегодняшний день такая научно обоснованная типология для региона отсутствует.

## ЦЕЛИ

Статья посвящена постановке проблемы архитектурно-градостроительной типологии зданий, сооружений, их комплексов с подземными структурами в городах Донбасса. Для этого необходимо рассмотреть и проанализировать вопросы актуальности исследования заявленной проблемы и на этой основе разработать программу исследования, включая его цель, задачи, вопросы методической и методологической направленности, сформировать представление о прогнозируемых результатах исследования и их научно-теоретическом и практическом значении.

## ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Гипотеза исследования заявленной проблемы основана на предположении, что особенности архитектурно-градостроительной типологии зданий, сооружений, их комплексов с подземными структурами в современных условиях Донбасса представляют собой комплекс специфических качеств этих объектов, которые проявляются в процессе проведения исследования, разработки и реализации проектных решений (на всех уровнях архитектурно-градостроительной организации объектов) в результате системного (материально-функционально-информационного) взаимодействия с комплексом специфических региональных факторов, условий и предпосылок, в том числе и в контексте конкретного территориально ситуационного разме-

щения объектов. Эти регионально обусловленные особенности архитектурно-градостроительной типологии зданий, сооружений, их комплексов с подземными структурами могут быть сформулированы в виде соответствующих особенностей их архитектурно-градостроительной организации.

Формирование концепции современной архитектурно-градостроительной типологии зданий, сооружений, их комплексов с подземными структурами в городах Донбасса направлено на развитие существующей теории архитектурно-градостроительного освоения подземного пространства (подземной урбанистики) с учётом специфики региона, где освоение подземного пространства имеет свою историю. Эта концепция должна носить директивный характер и охватывать все процессы (нормативно-законодательный, организационно-методический, научно-проектный, информационный, реализационный, финансово-инвестиционный, эксплуатационный) и уровни архитектурно-градостроительной организации объектов: решение генерального плана участка (с учётом его градостроительного положения) и его благоустройство, функционально-планировочную организацию, конструктивно-техническое, объёмно-пространственное и композиционно-стилевое художественное решение.

Учитывая вышесказанное, **цель исследования** направлена на решение важной научно-практической проблемы формирования типологии объектов с подземными структурами в городах Донбасса (на примере Донецкой Народной Республики) для использования в реальном архитектурно-градостроительном проектировании, при разработке и совершенствовании нормативно-методической базы в данной сфере.

В качестве **объекта исследования** в данном случае приняты объекты с подземными структурами – здания и сооружения, их комплексы различного функционального характера: жилые и общественные, инженерно-транспортные и др. **Предметом исследования** является концептуальная архитектурно-градостроительная типология этих объектов.

Для достижения заявленной цели исследования необходимо решить следующие **задачи**: 1) выявить и проанализировать предпосылки и факторы, определяющие особенности архитектурно-градостроительной типологии зданий, сооружений, их комплексов с подземными структурами в городах Донбасса, в современных условиях Донецкой Народной Республики, анализ этих предпосылок позволит сформулировать современные требования к данной типологии, обусловленные этой спецификой; 2) с использованием этих требований в качестве критерииев проанализировать международную практику в данной сфере; 3) на основе выявленных регионально обусловленных требований и адаптации к условиям региона с позиции соответствующих этим требованиям тенденций

<sup>1</sup> Гайворонский, Е. А. Архитектурные решения зданий и сооружений на территориях со сложными горно-геологическими условиями в Донецком регионе [Текст] / Е. А. Гайворонский, А. М. Югов // Современное промышленное и гражданское строительство. 2016. Том 12, Номер 4. С. 165-186 (РИНЦ).

<sup>2</sup> Гайворонский, Е. А. Формирование и развитие архитектуры зданий, сооружений, их комплексов с подземными структурами в городах Донбасса [Текст] / Е. А. Гайворонский, Д. А. Джерелей // Проблемы архитектуры и градостроительства. Выпуск 2021-2(148). - Макеевка, 2021. - С. 44-49 ISSN 2519-2817 online. - Режим доступа: [http://donnasa.ru/publish\\_house/journals/vestnik/2021/vestnik\\_2021-2\(148\).pdf](http://donnasa.ru/publish_house/journals/vestnik/2021/vestnik_2021-2(148).pdf)

<sup>3</sup> Гайворонский, Е. А. Особенности типологии и архитектуры объектов подземной урбанистики в Донецком регионе [Текст] / Е. А. Гайворонский, А. М. Югов // Современное промышленное и гражданское строительство. 2015. Том 11, Номер 2. С. 65-79.

международной практики сформулировать архитектурно-градостроительную типологию зданий, сооружений, их комплексов с подземными структурами в городах Донбасса и Донецкой Народной Республики; 4) провести апробацию полученных результатов исследования (соответствующей типологии) в экспериментальном проектировании архитектурно-градостроительного образования в г. Донецке.

Следует обозначить **границы исследования**: типологические (объекты различного функционального назначения с подземными структурами); территиально-географические (территория Донбасса, Донецкой Народной Республики); хронологические (современный период, начиная со второй половины XX века); методологические (вопросы архитектурно-градостроительной типологии зданий, сооружений, их комплексов с подземными структурами на градостроительном уровне (зависимость от особенностей размещения, решение генерального плана и благоустройства территории его участка), функционально-планировочном, конструктивно-техническом (конструкции, материалы, методы и способы возведения), объёмно-пространственном и композиционно-художественном уровнях). При этом данные смежных наук изучаются в той мере, которая обусловлена целью и задачами исследования.

Для выполнения задач исследования важное основополагающее значение имеет выбор **методики и методологии исследования** в связи с определением (представлением) об их назначении с проекцией на получение результатов исследования.

Так, изучение и обобщение материалов информационных источников (литературных, электронных, периодических изданий, проектных материалов) по вопросам избранной темы позволит уточнить основные понятия, состав и различные вопросы влияния на объект и предмет исследования факторов, условий и на этой основе определить современные требования к архитектурно-градостроительной типологии объекта исследования для раскрытия и интерпретации выявленных в работе фактов.

Апробацию, проектную проверку и реализацию основных положений и результатов исследования позволит реализовать разработка экспериментального проекта комплекса объектов (архитектурно-градостроительного образования) с подземными структурами в центральной части города Донецка. Экспертные оценки основных и промежуточных результатов исследования будут получены и учтены в процессе их специальных промежуточных просмотров с участием ведущих специалистов выпускающей кафедры градостроительства и ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО «ДОННАСА», в том числе архитекторов-практиков – специалистов ведущих профильных учреждений: КП «Управление генерального плана города Донецка» администрации г. Донецка и ГУП ДНР «Донецкий региональный проектный институт «ДОНЕЦКПРОЕКТ», УГА администраций городов Донецка и Макеевки и др.

Для разработки алгоритма и логической модели архитектурно-градостроительной типологии объекта исследования планируется использовать метод логического моделирования (на основе разработанных положений и выводов по теме исследования).

Следует особо отметить, что выполнение исследований по заявленной проблеме позволит выявить соответствующие принципы и приёмы, логическую модель архитектурно-градостроительной типологии зданий, сооружений, их комплексов с подземными структурами. Эти результаты будут получены **впервые** и будут иметь **важное научно-практическое значение**, поскольку представляют собой научно обоснованную и регионально обусловленную концепцию, содержащую алгоритм перевода в практическую плоскость архитектурного проектирования. Реализация проектных решений на основе сформулированной в работе типологии позитивно повлияет на процесс создания градостроительной структуры в современных условиях в городах Донбасса. Реализация концепции архитектурно-градостроительной типологии зданий, сооружений, их комплексов с подземными структурами будет способствовать повышению инвестиционной привлекательности архитектурных проектов в данной сфере и опосредованно влиять на решение социально-экономических вопросов развития городов региона. Использование результатов исследования в учебном процессе подготовки архитектурных кадров для региона будет способствовать повышению качества и оригинальности содержательного наполнения их обучения, росту престижа региональной архитектурной школы ДОННАСА, в том числе в международной конкурсной деятельности. Результаты работы могут быть использованы для разработки методических и нормативных требований в сфере проектирования объектов с подземными структурами.

Практическое использование результатов исследования в процессе проектирования, строительства, реконструкции объектов с подземными структурами позволит в наиболее полной мере учитывать современную региональную специфику.

Использование основных положений исследования в практике проектирования и реализации проектных решений будет способствовать получению определённого экономического и социально эффекта за счет повышения результативности архитектурного проектирования и качества проектных решений, актуализации при этом использования местных материально-технологических ресурсов (в том числе подземного пространства), совершенствования уровня подготовки специалистов, интеграции объектов историко-культурного наследия, улучшения имиджевой привлекательности региона и уровня комфорtnости среди городов, удовлетворения чувств регионального самосознания и патриотизма населения региона.

Теоретическая значимость предполагаемых результатов исследования будет заключаться в том, что это будет способствовать развитию и углублению теории архитектуры в направлении совершенствования методики исследований в сфере архитектурно-градостроительной типологии объектов с подземными структурами с учётом региональной специфики в современных социально-экономических условиях.

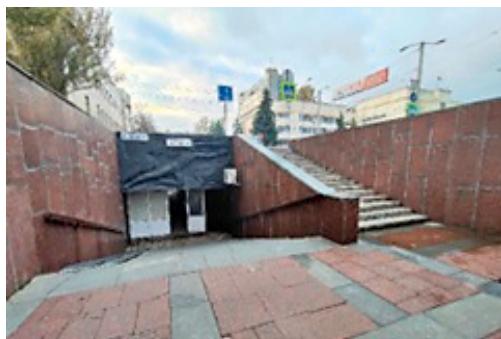
Методика работы может быть использована для аналогичных исследований на территории других регионов.

**ПРИМЕРЫ ОБЪЕКТОВ С ПОДЗЕМНЫМИ СТРУКТУРАМИ В ГОРОДЕ ДОНЕЦКЕ**

**Подземные пешеходные переходы в г. Донецке.** Первый подземный пешеходный переход в Донецке построен в 1967 г. на ул. Университетской (рис. 1а) для организации пешеходного движения в сторону ЦПКиО им. А. С. Щербакова в дни проведения матчей на стадионе «Шахтёр».



a)



б)

*Рис. 1. Подземные пешеходные переходы в г. Донецке (современные фото):  
а) по ул. Университетской; б) по ул. Артема*

Подземный пешеходный переход по ул. Артема рядом со зданием МУП УССР открыт 24 ноября 1971 г. (рис. 1б) и в стилевом отношении имеет ярко выраженную угольно-отраслевую специфику.

Подземный пешеходный переход на пл. Коммунаров был одной из «визитных карточек» Донецка (рис. 2а). Изображение этой транспортной развязки часто встречалось в путеводителях и фотоальбомах города. Первоначальный проект от «Донецкпроект» является аналогом «The Hole in the Road» в Шеффилде, городепобратиме Донецка (в настоящее время демонтирован), в 2004 г. после реконструкции переход стал частью цокольного этажа ТРЦ «Золотое Кольцо» (рис. 2б).



а)



б)

*Рис. 2. Подземный пешеходный переход на пл. Коммунаров: а) общий вид 1978 г.; б) общий вид после реконструкции 2004 г.*

**Художественный музей «Арт-Донбасс».** Открытие Художественно-выставочного центра «Арт-Донбасс» города Донецка состоялось 26 августа 2011 года (ГПИ «Донецкпроект» при участии выпускников архитектурного факультета ДонНАСА архитекторов И. В. Кайяль, П. В. Балакирева). Является архитектурным продолжением существующего Монумента «Твоим освободителям, Донбасс» (1985 г., архитекторы В. П. Кишкань и М. Я. Ксеневич) (рис. 3а). Музей располагает двумя современными многоуровневыми выставочными залами и оборудованным конференц-залом (рис. 3б). [3].



а)



б)

*Рис. 3. Художественно-выставочный центр «Арт-Донбасс»: а) входная группа; б) интерьер*

В международной архитектурно-градостроительной практике имеются современные прогрессивные примеры объектов с подземными структурами.

Подземная церковь Temppeliaukio (Хельсинки, Финляндия) была спроектирована и построена финскими архитекторами братьями Тимо и Туомо Суомалайненами (рис. 4а). Внутреннее пространство церкви было вырублено в скале, но в здании много естественного света, проникающего через стеклянный купол. Церковь часто используется как место проведения различных концертов из-за её превосходной акустики. Акустическое качество обеспечивается грубыми, фактически небоработанными скальными поверхностями. Пространство за алтарём ограничено величественной каменной стеной, возникшей естественным путём после таяния ледника (рис. 4б) [6].



а)



б)

Рис. 4. Подземная церковь Temppeliaukio: а) вход в церковь; б) церковный орган – вид с балкона

Концертный зал Shanghai Culture Plaza Theater (Шанхай, Китай) (рис. 5а). Строительство было завершено в июле 2011 г. Площадь сооружения составляет 65 000 м<sup>2</sup>, из которых 57 000 м<sup>2</sup> находится под землей (рис. 5б). Шанхайский подземный театр не только самый большой, но и самый глубокий театр в мире. Его глубина составляет 36 м относительно уровня улицы, а высота над поверхностью земли – 22 м. Такое решение преследует две цели: сохранение теплообмена внутри здания и сохранение обзора окружающего вида [7].



а)



б)

Рис. 5. Концертный зал Shanghai Culture Plaza Theater: а) внешний вид; б) универсальный подземный концертный зал

Бункер Rionen (Стокгольм, Швеция), построенный в 1943 г., расположен в подземном пространстве под парком Витаберг. Глубина его заложения составляет 30 м, а возвели его по приказу шведского правительства на случай возникновения серьезной угрозы планетарного масштаба – ядерной войны, например. Долгое время бункер не менял своего предназначения, однако в 2000 г. его решили переоборудовать. Работу доверили местному архитектору А. Франс-Ланнорту, заказчиком же стал крупный шведский интернет-провайдер Bahnhof ISP. После перестройки с 2008 г. на территории бывшего бункера разместился Центр обработки данных (рис. 6). Теперь четыре помещения вмещают в себя около 8 тыс. серверов [8].



Рис. 6. Бункер Rionen в г. Стокгольме (Швеция), фрагмент интерьера

Использование этого опыта и современных прогрессивных тенденций в сфере подземной урбанистики в условиях Донбасса и его Донецкого региона должно осуществляться на основе адаптации с учётом современных регионально обусловленных требований.

## ВЫВОДЫ

1. Актуальность исследования научной проблемы архитектурно-градостроительной типологии зданий, сооружений, их комплексов с подземными структурами в условиях Донбасса продиктована высокой градостроительной значимостью её решения, недостаточной теоретической изученностью и практической проработанностью, несовершенством нормативно-методической базы в этой сфере, а также необходимостью обобщения, анализа и адаптации положительных тенденций международной практики по данному направлению к условиям Донбасса.

2. Сформулированы цель, задачи и научная программа исследования рассматриваемой проблемы с учётом региональных предпосылок, современных требований и прогрессивных тенденций международной практики в сфере архитектурно-градостроительной типологии зданий, сооружений, их комплексов с подземными структурами. Определены объект и предмет, методика и методология исследования, предполагаемые его результаты, научная новизна и научно-практическое значение.

3. Полученные результаты на данном этапе исследования заявленной проблемы будут использованы для последующего выявления и анализа предпосылок, факторов, что позволит выявить современные требования архитектурно-градостроительной типологии зданий, сооружений, их комплексов с подземными структурами в городах Донбасса. В свою очередь эти требования будут использованы в качестве критериев анализа примеров международной практики по данному вопросу, а результаты этого анализа, как и полученные ранее требования, будут положены в основу при формулировании архитектурно-градостроительной типологии названных объектов. Завершающим этапом исследования по заявленной в

статье проблеме станет проверка полученных результатов в экспериментальном проектировании при разработке архитектурно-градостроительного образования с подземными структурами в г. Донецке.

4. Приведены примеры объектов с подземными структурами в г. Донецке, которые показывают, что данный тип объектов является достаточной распространенным.

## Список литературы

1. Бенаи, Х. А. *Формирование динамической структуры архитектурных объектов при комплексной реконструкции* [Текст] / Х. А. Бенаи, М. Б. Пермяков, Э. П. Чернышова, Т. В. Радионов // Архитектура. Строительство. Образование: Материалы международной конференции. – Магнитогорск: МГТУ, 2016. – Вып. № 2 (8). – С. 20–26.
2. Региональные особенности формирования и развития архитектуры зданий и сооружений в городах Донбасса Дисс. на соиск. уч. ст. докт. арх. Гайворонского Е. А. в 2-х т. – Макеевка., 2017. – с. 407 с прил. и илл. [http://donna.sru/upload/files/dissertation\\_gayvoronskiy.pdf](http://donna.sru/upload/files/dissertation_gayvoronskiy.pdf)
3. Джерелей, Д. А. *Архитектурно-планировочная организация центров хранения и обработки данных (на базе угольных шахт)*. Дисс. на соискание уч. степени канд. арх. Макеевка. 2018-167 с.
4. Гайворонский, Е. А. *Региональные особенности архитектуры и градостроительства Донбасса в научных исследованиях, в проектной практике, творчестве и подготовке специалистов на архитектурном факультете Донбасской национальной академии строительства и архитектуры [Текст]* / Е. А. Гайворонский // Современное промышленное и гражданское строительство. 2016. Том 12, Номер 1. С. 31-50.
5. Гайворонский, Е. А. *Особенности типологии и архитектуры объектов подземной урбанистики в Донецком регионе [Текст]* / Е. А. Гайворонский, А. М. Югов // Современное промышленное и гражданское строительство. 2015. Том 11, Номер 2. С. 65-79.

# ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ НЕОРГАНИЧЕСКОГО КЛЕЯ ИЗ ОСАДКОВ ГИДРОКСИДОВ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ

**Л. Н. Бунина<sup>a</sup>, к.т.н., доцент; С. И. Мовчан<sup>a</sup>, к.т.н., доцент**

<sup>a</sup>Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Мелитопольский государственный университет»

**Аннотация.** По результатам проведенных исследований в статье рассмотрены этапы (стадии) проведения промышленных испытаний получения неорганического клея из осадков гидроксидов тяжёлых металлов, серной и фосфорной кислот. Предложен способ получения неорганического клея, позволяющий производить эколого-безопасную обработку жидких отходов гальванического производства. Рассматривается технология получения неорганического клея из осадков гидроксидов тяжёлых металлов, состоящая из нескольких взаимосвязанных этапов обработки обезвоженных отходов гидроксидов тяжёлых металлов с добавлением серной и фосфорной кислот. Использованы стандартные методы исследований, в качестве материалов исследований использованы жидкие обезвоженные отходы, образующиеся в процессе обработки сточных вод гальванических производств. Полученные результаты исследований позволяют решать несколько взаимосвязанных задач обработки жидких отходов: исключение затрат на содержание полигонов для захоронения, повышение степени использования воды и водных ресурсов и обеспечение хорошей экологической обстановки. Основными выводами работы является расширение круга использования неорганического клея, получаемого из осадков и обезвоженных шламов гальванического производства. Используемые добавки в технологии приготовления клеевых композиций позволяют использовать отходы гальванического производства с любым составом загрязнений.

**Ключевые слова:** шламы, жидкие отходы, ионы тяжелых металлов, гальваническое производство, триполифосфат натрия, серная кислота, фосфорная кислота.



**Бунина  
Людмила Николаевна**



**Мовчан  
Сергей Иванович**

## ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Получаемые формы и виды осадков, собирающиеся в различных производствах, представляют собой значительные угрозы. Эти угрозы и негативные проявления могут сказываться как непосредственно при образовании осадков и отходов производства, так и в последующем при переработке, хранении и т. п. Поэтому выбор условий проведения самого производства, использование воды и водных ресурсов в технологических операциях уже на начальном этапе является важной технологической и технической задачей для обеспечения эколого-технологических аспектов утилизации обезвоженных отходов промышленного производства.

Сущность обработки осадков заключается в удовлетворении следующих требований:

- а) осадок не должен содержать источников вредных воздействий на окружающую среду;
- б) в осадке не должны содержаться источники заболеваний людей и животных;
- в) агрегатное состояние твёрдых частиц осадка должно соответствовать способу и средствам его утилизации или ликвидации (в жидком, сгущённом либо в высушенном состоянии) [1].

На долю промышленного производства в совокупности приходится почти четверть водопотребления. В целом, в структуре мирового водопотребления, различные отрасли промышленности занимают второе место в мире по объёму использования водных ресурсов [2, С. 6].

Поэтому, утилизация шламов и жидких отходов является актуальной и технологически важной научной проблемой практического применения, состоящей в обеспечении экологической безопасности обработки шламов и жидких отходов промышленного производства.

## АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Утилизации осадков гальванического шлама посвящены многие работы современных исследований зарубежных и российских ученых, т.к. осадок от галь-

ванических покрытий может представлять серьезную угрозу для здоровья человека и окружающей среды без безопасной обработки. В работе обобщены исследования в области строительных материалов на основе осадка и шлака гальванических производств, которые включают в себя ил, шлам и остатки промышленных отходов. Эти три материала в основном состоят из SiO<sub>2</sub>, который может быть использован для производства строительных материалов после обработки, а также может быть использован в качестве добавок, включая добавки для дорожного полотна. Ил и шлам широко используются в строительных материалах, материалах дорожного полотна и т.д. Остатки промышленных отходов могут быть использованы при производстве и переработке зеленого бетона и стеклокерамики [3]. В работе исследовалась целесообразность использования гальванического шлама в качестве материала для обратной засыпки земляного полотна путем оценки механических свойств и экологического риска затвердевшего шлама из цементно-угольной золы-уноса. В этом исследовании портландцемент и угольная зола-унос использовались для затвердевания/стабилизации осадка [4]. В работе предлагается заменять цемент при производстве бетонных тротуарных блоков дробеструйной пылью (отходов гальванического производства) с высоким содержанием кремнезема. Химические испытания показали, что в течение срока службы бетонных блоков не существует проблемы вымывания веществ в окружающую среду, поскольку процесс затвердевания/стабилизации привел к иммобилизации отходов в цементной массе [5]. Авторы предлагают использовать добавку гальванических шламов в количестве не более 1 % по массе в виде добавок в бетон и растворы. Это приводит к снижению расхода цемента при равной прочности на 10...15 % за счет пластифицирующего эффекта в тяжелых бетонах, что приводит к экономии цемента на 10 %. Однако, токсикологическая экспертиза произведенных образцов показала, что применять гальванические шламы необходимо с повышенной осторожностью, так дозировка добавок шлама требует высокой точности [6]. Авторы после отделения воды из гальванического шлама при помощи фильтр-пресса использовали его при производстве декоративного стекла. Варку стекла производили в тигельной печи с вращающимся барабаном ёмкостью 0,5 тонны из шихты, состоящей из песка, глинозема, борной кислоты, доломита, соды, плавикового шпата и хромсодержащих отходов при температуре 1340 °C [7]. Таким образом, применение обезвоженного гальванического шлама при производстве керамики, стекла и строительных материалов позволяет снизить нагрузку на окружающую среду и более рационально использовать природные ресурсы.

## ЦЕЛИ

При разработке общей методики исследований использовали как общепринятую, так и традиционную технологии приготовления лабораторных исследований и промышленной апробации полученных результатов в несколько этапов:

- аналитический обзор литературных источников, изучение состояния вопроса;
- цель и задачи исследования;
- поисковый эксперимент;
- программа исследований;
- теоретические исследования;
- обработка полученных экспериментальных данных методом математической статистики;
- выводы и предложения, практические рекомендации.

Все исследования, разбитые на несколько этапов, предусматривали выполнение следующих видов работ.

На первом этапе работы, на основании аналитического обзора литературных источников и изучения вопроса состояния, определяется уровень технологии и технических средств утилизации жидких отходов.

На втором этапе в соответствии с поставленными в работе целью и задачами исследования проведен поисковый эксперимент. На основании результатов поисковых исследований уточняются цель и задачи исследований, разрабатывается рабочая гипотеза, т. е. ставится задача в окончательной формулировке.

На третьем этапе в соответствии с рабочей гипотезой и результатами поисковых экспериментов разрабатывается программа исследований, а также выбирают и разрабатывают частные методики теоретических и экспериментальных исследований, разрабатываются методики обработки результатов экспериментальных исследований и методики сравнительного анализа (верификация) результатов теоретических и экспериментальных исследований.

Четвёртый этап заключается в проведении теоретических исследований, предполагающих получение математической модели, описывающей поведение жидких отходов промышленного производства. С этой целью используются общепринятые законы сохранения массы и количества движения, полученные при этом результаты используются при выборе технологических решений утилизации жидких отходов.

Пятый этап предполагает проведение обработки полученных экспериментальных данных методом математической статистики.

Выходы и предложения, рассматривающие эколого-технологические аспекты утилизации жидких отходов промышленного производства, подводят итоги разработанной методики исследований.

Исходя из условий проведения экспериментальных исследований, определена цель, которая состоит в усовершенствовании технологии получения неорганического клея из осадков гидроксидов тяжёлых металлов.

Для поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Определение влияния твёрдых добавок на состояние концентрированного раствора в результате взаимодействия влажного осадка ионов тяжёлых металлов с серной кислотой.

2. Разработка схемы получения неорганического клея из осадков гидроксидов тяжёлых металлов, серной и фосфорной кислот: 1, 2, 3 – этапы (стадии) проведения промышленных испытаний.

**ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ**

Выбранный способ обработки осадков не должен отрицательно влиять на их состав и снижать ценность как товарного продукта [1, С. 47].

Физико-химический состав исследуемых отходов гальванического производства имеет следующие значения:  $\text{Cr(OH)}_3$  – 53,6 %,  $\text{Fe(OH)}_3$  – 3,2 %,  $\text{Ca(OH)}_2$  – 10,0 %,  $\text{Zn(OH)}_2$  – 14,1 %, минеральные примеси – 10 % и органические примеси – 9,1 %.

Расход реагентов для приготовления клея, мас. %, находится в следующем диапазоне в таблице 1.

Среднее значение физико-химического состава исследуемых отходов гальванического производства представлено в таблице 2.

По результатам полученных средних результатов физико-химического состава исследуемых отходов гальванического производства строим график, определяющий эффективность состава исследуемых отходов гальванического производства (рис. 1).

Таблица 1.

**Оптимальное соотношение количества реагентов для приготовления клея, мас. %,**

№ п/п	Реактивы для приготовления клея	Количество (состав) мас. %		
1.	• осадок гальванического производства	$(W = 75-85\%) - 69\%$		
		70 %	80 %	
2.	• серная кислота	$(\rho = 1,86 \text{ г}/\text{см}^3) - 13\%$		
		1,75	1,90	
3.	• фосфорная кислота	$(\rho = 1,71 \text{ г}/\text{см}^3) - 17,3\%$		
		1,70	1,75	

Таблица 2.

**Физико-химический состав исследуемых отходов гальванического производства**

Состав исследуемых отходов гальванического производства							
Компонент	гидроксид				минеральные примеси	органические примеси	наполнитель
	$\text{Cr(OH)}_3$	$\text{Fe(OH)}_3$	$\text{Ca(OH)}_2$	$\text{Zn(OH)}_2$			
Вариант I							
Содержание	53,6 %	3,2 %	10,0 %	14,1 %	10 %	9,1 %	–
	53,1 %	2,7 %	9,5 %	13,6 %	10 %	9,1 %	2,0
Вариант II							
Содержание	53,6 %	3,2 %	10,0 %	14,1 %	9,5 %	9,05 %	0,55 %
	53,6 %	3,2 %	10,0 %	14,1 %	9,0 %	9,0 %	1,1 %
Вариант III							
Содержание	53,0 %	3,0 %	10,0 %	14,0 %	10 %	9,1 %	0,9 %
	52,6 %	2,7 %	9,0 %	13,1 %	10 %	9,1 %	3,5 %
Вариант IV							
Содержание	53,6 %	3,2 %	10,0 %	14,1 %	10 %	9,1 %	
	51,6 %	2,2 %	8,0 %	12,1 %	10 %	9,1 %	7,0 %
Вариант V							
Содержание	53,6 %	3,2 %	10,0 %	14,1 %	10 %	9,1 %	
	43,6 %	2,2 %	6,0 %	10,1 %	10 %	9,1 %	19,0 %
Вариант VI							
Содержание	53,6 %	3,2 %	10,0 %	14,1 %	10 %	9,1 %	
	41,6 %	2,2 %	8,0 %	13,1 %	10 %	9,1 %	14,0 %
Вариант VII							
Содержание	53,6 %	3,2 %	10,0 %	14,1 %	10 %	9,1 %	
	43,6 %	2,2 %	5,0 %	9,1 %	10 %	9,1 %	21 %
Вариант VIII							
Содержание	53,6 %	3,2 %	10,0 %	14,1 %	10 %	9,1 %	
	48,6 %	2,2 %	7,0 %	12,1 %	10 %	9,1 %	11
Вариант IX							
Содержание	53,6 %	3,2 %	10,0 %	14,1 %	10 %	9,1 %	
	43,6 %	1,2 %	5,0 %	6,1 %	10 %	9,1 %	25
Вариант X							
Содержание	53,6 %	3,2 %	10,0 %	14,1 %	10 %	9,1 %	
	45,6 %	2,2 %	5,0 %	5,1 %	10 %	9,1 %	19,0 %

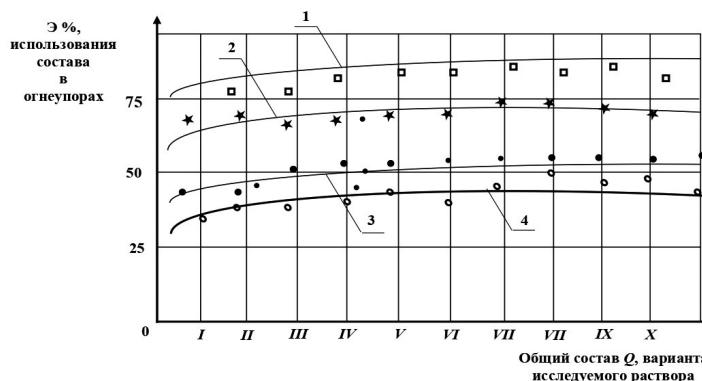


Рис. 1. Эффективность использования состава исследуемых отходов гальванического производства от варианта средней величины исследуемого раствора:

1 – 1,5-2,0 %; 2 – 2,0-2,5 %;  
3 и 4 – не менее 5,0-7,0 % и не более 10,0 %

Представленные на рисунке 1 зависимости использования исследуемых отходов гальванического производства, в зависимости от варианта состава исследуемого раствора, представляют разбег между средней величиной и оптимальными параметрами состава компонентов, которые не превышают следующие показатели по представленным зависимостям: 1 – 1,5-2,0 %; 2 – 2,0-2,5 %; 3 и 4 – не менее 5,0-7,0 % и не более 10,0 %.

После обезвоживания на фильтр-прессе влажность осадка находилась в диапазоне от 75 до 85 %. Основу осадка составляли гидроксиды тяжелых металлов хрома, железа, цинка, кальция, связанных кристаллической водой. В качестве добавок использовались также карбонаты, сульфаты этих же металлов, минеральные примеси и поверхностно-активные вещества. Зеленая окраска осадка обусловлена высоким содержанием гидроксида хрома III (в пределах 50-55 %) [8].

При соотношении кислоты к массе осадка менее 1:5 наблюдалась непрореагировавшие частицы твердой фазы осадка. Оптимальное соотношение компонентов на рис. 1 соответствовало 1,7 мл  $H_2SO_4$  ( $\rho = 1,86 \text{ кг}/\text{м}^3$ ) до 16 г осадка влажностью  $W = 75 \%$ . При соотношении массы серной кислоты к массе осадка 1:2 выделялся наибольший размер газа. После этой точки объем выделившейся газовой фазы оставался величиной не переменной. Это свидетельствует про избыток кислоты и завершение реакции (рис. 2).

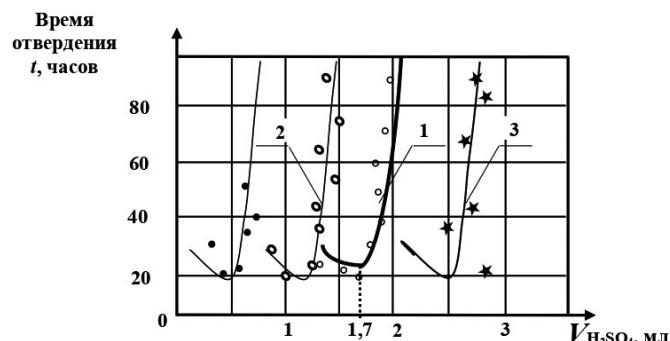


Рис. 2. Определение оптимального количества кислоты для влажного осадка:  
1, 2, 3 – повторности

Выполненные повторности 1, 2 и 3 (рис. 2) позволили более четко определить диапазон оптимального значения объема  $V_{H_2SO_4}$ , когда среднее значение равно 1,7, что позволяет определить оптимальные условия: когда твердость не наступила, а взаимодействие обезвоженных отходов гальванического производства не достигло своего максимального значения.

Оптимальное количество серной кислоты, необходимое для отверждения слоя влажного осадка толщиной 2 ... 3 мм, равно 1,7 ... 1,8 мл (рис. 3).

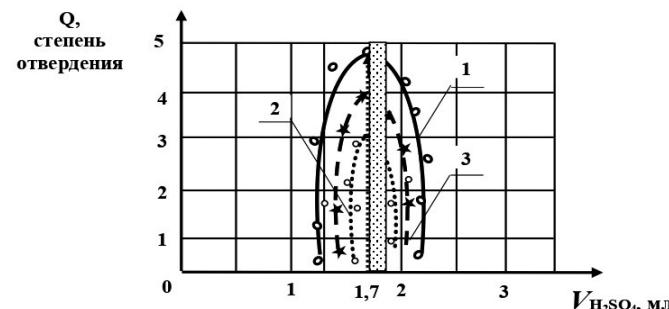


Рис. 3. Зависимость степени твердости от объема введенной серной кислоты:  
1, 2, 3 – повторности

Если объем  $H_2SO_4$  меньше 1,7 или более 1,8 мл, отверждение обрабатываемого осадка не происходит.

При добавлении силиката натрия ( $Na_2SiO_3$ ) изменение вязкости системы продуктов взаимодействия осадка тяжелых металлов (влажность 75 %) и серной кислоты не происходило.

При взаимодействии влажного осадка с серной кислотой образовывался раствор с повышенным содержанием  $Cr^{3+}$  и осадок сульфата кальция ( $CaSO_4$ ) с другими компонентами и их соединениями. При добавлении 3 мл  $Na_2SiO_3$  объем раствора над осадком значительно уменьшился. При дальнейшем увеличении силиката натрия отверждение жидкой фазы не происходило. Это свидетельствует о том, что дальнейшее добавление силиката натрия в систему не приведет к существенным изменениям.

При введении 0,5...0,7 г триполифосфата натрия (ТПФ) вязкость системы резко возрастала через 2 мин. (рис. 4). При добавлении большого количества ТПФ наблюдалась незначительная смена вязкости, которая возрастала резко через 20 часов.

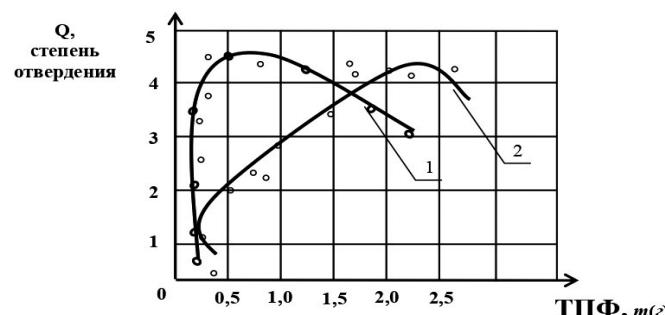


Рис. 4. Влияние введения триполифосфата натрия на образец составом 16 г осадка ионов тяжелых металлов (ИТМ) + 3,4 мл  $H_2SO_4$ :  
1 – зависимость скорости отверждения образца от массы триполифосфата натрия (ТПФ);  
2 – степень твердости образца в зависимости от содержания ТПФ

Это объясняется тем, что неорганические ПАВ триполифосфата натрия образуют легкоподвижные водные связи с молекулами воды. Молекулы воды в свою очередь освобождались в результате диспергирующего действия серной кислоты на кристаллогидраты оксидов тяжёлых металлов.

Соотношение влажного осадка ИТМ к твердому образцу составляло 20:1. В результате исследований нашли оптимальную точку, в которой произошло заметное изменение всех параметров (рис. 5, а, б, в).

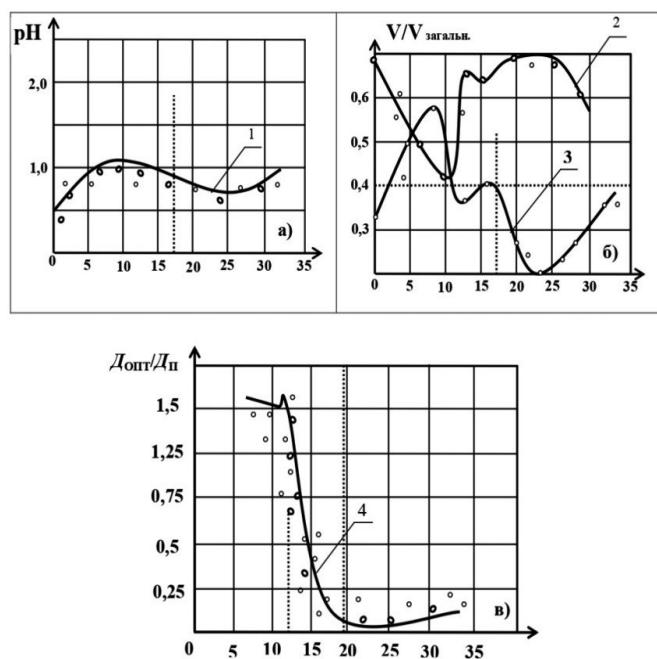


Рис. 5. Влияние добавок твердой фазы на концентрированный раствор, полученный в результате взаимодействия влажного осадка ИТМ с серной кислотой:

а) pH выделившейся жидкости (1);  
 б) соотношение объема раствора к общему объему  $V/V_{общ.}$  (2) и соотношение объема осадка, выделившегося, к общему объему раствора (3);  
 в) зависимость оптической плотности ( $D_{опт}/D_p$ ) от массового соотношения влажного осадка к вводимому сухому продукту (4).

Точка, в которой происходит заметное изменение всех параметров, соответствует составу 32 граммам влажного осадка, 3,4 мл  $H_2SO_4$ , от 1,5 до 2 частей твердого образца.

По результатам промышленных испытаний разработан способ получения неорганического клея на основе отходов гальванического производства сложного состава (рис. 6).

Предложенная схема (рисунок 6) показывает технологию получения неорганического клея из осадков гидроксидов тяжёлых металлов, используя серную и фосфорную кислоты.

Кроме того, решена проблема экологической безопасности, согласно которой предполагается уже обезвоженные жидкие отходы направлять по трём технологическим линиям:

- в промышленное производство, когда степень экологической безопасности составляет 90-95 %, что позволяет использовать готовую продукцию при выпуске строительных материалов;
- на химическую обработку реагентами, наполнителями жидкие обезвоженные отходы направляют в случае, когда экологическая безопасность не превышает 30...45 %;
- для складирования и захоронения используются жидкие отходы со степенью экологической безопасности, составляющей 2/3 от всего объёма перерабатываемых отходов.

## ВЫВОДЫ

Выводы из данного исследования и перспективы последующего развития в данном направлении.

Таким образом, утилизация обезвоженных отходов гальванического производства является важной составляющей промышленного производства предприятий, где обрабатываются сточные воды гальванического производства.

1. Предлагаемая технология получения неорганического клея из осадков гидроксидов тяжёлых металлов, используя серную и фосфорную кислоты, позволяет использовать обезвоженные жидкие отходы по трём технологическим линиям: промышленное производство, химическая обработка и складирование или захоронение.

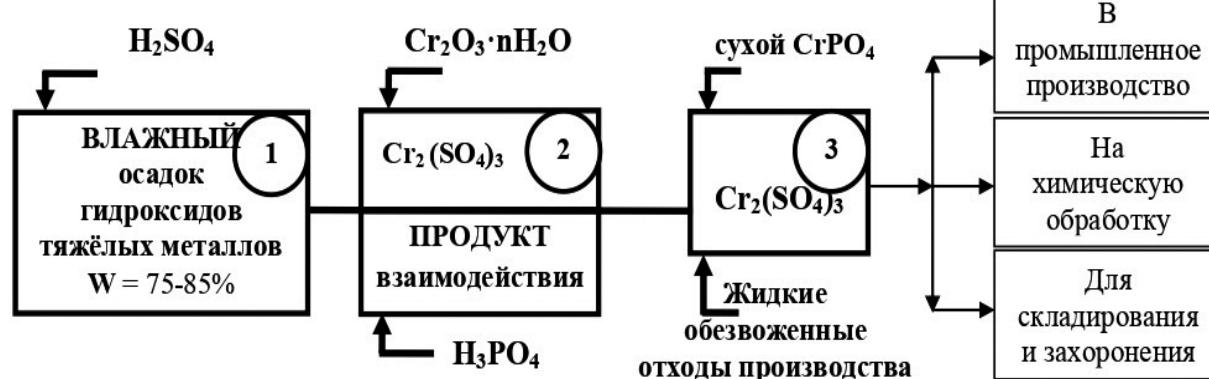


Рис. 6. Схема получения неорганического клея из осадков гидроксидов тяжёлых металлов, серной и фосфорной кислот: 1, 2, 3 – этапы (стадии) проведения промышленных испытаний

2. В результате проведенной работы определено оптимальное количество кислоты, необходимое для растворения осадка гальванического производства, отношение массы кислоты к массе осадка составляет следующее соотношение 1:5.

3. Добавки отвердителей силиката натрия, три-полифосфата натрия, твердого образца (продукта взаимодействия сухого осадка ИТМ с фосфорной кислотой), измельченного сухого осадка ИТМ того же состава не изменяют вязкость раствора. Полученные составы не обладают клеящими свойствами.

4. Наиболее перспективным является использование неорганического клея, имеющего следующий состав: осадок гальванического производства – 69 мас. %, серная кислота ( $\rho = 1,86 \text{ г/см}^3$ ) – 13,7 %, фосфорная кислота ( $\rho = 1,71 \text{ г/см}^3$ ) – 17,3 %, что позволяет совместно с другими наполнителями давать прочные водостойкие материалы.

## Список литературы

1. Дрозд, Г. Я. Технико-экологические записки по проблеме утилизации осадков городских и промышленных сточных вод / Г. Я. Дрозд, Н. И. Зотов, В. Н. Маслак; Министерство образования и науки Украины. Ин-т экономики промышленности НАН Украины. – Донецк : ИЭП НАН Украины, 2001. – 340 с. : ил., цв. ил.; 21 см.; ISBN 966-02-1912-1. – Текст непосредственный.
2. Урецкий, Е. А. Разработка и внедрение ресурсосберегающих технологий утилизации отходов сточных вод производств защитных покрытий и печатных плат: монография / Е. А. Урецкий, И. В. Николенко, В. В. Мороз. – Москва: РУСАЛИЙС, 2022. – 172 с.
3. Hao Ning. Utilization of silt, sludge, and industrial waste residues in building materials/ Ning Hao, Yiheng Song, Ziyi Wang, Chaochao He // Journal of Applied Biomaterials and Fundamental Materials. - 20(6):228080002211147. – July (2022). – pages 1-15.
4. Zhang Yu. Utilization of Electroplating Sludge as Subgrade Backfill Materials: Mechanical and Environmental Risk Evaluation/ Yu Zhang, Shi Peixin, Chen Lijuan, Tang Qiang// Advances in Civil Engineering. – Volume 2018, Article ID 4891418, 9 pages.
5. Sgorlon Juliana Guerra. Production of concrete paving blocks using electroplating waste -Evaluation of concrete properties and solidification/stabilization of waste / Juliana Guerra Sgorlon , Célia Regina Granhen Tavares, Janaína de Melo Franco//Advances in Environmental Research, 2014.. – Vol. 3. № 4. pp. 337-353.
6. Утилизация гальванических отходов и применение их при производстве строительных материалов / А. С. Платова, Э. В. Нафиков // Экологическая безопасность в техносферном пространстве: сборник материалов III Международной научно-практической конференции преподавателей, молодых ученых и студентов (Екатеринбург, 9 июня 2020 г.) / Рос. гос. проф.-пед. ун-т. – Екатеринбург: РГППУ, 2020. - С. 113-117.
7. Утилизация шламов гальванического производства / Н. К. Насирова, К. Г. Мухамедов, Ш. А. Муталов, Ж. К. Мухамедов // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2021. 12(93). С. 24-27. URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/12852>
8. Технологическое оборудование в схемах очистки сточных вод, образующихся от ремонтных предприятий АПК / С. И. Мовчан, Л. Н. Бунина // Технико-технологическое обеспечение инноваций в агропромышленном комплексе: материалы I Международной научно-практической конференции молодых ученых (Мелитополь, 27-28 февраля 2023 г.) / МГУ: ред. кол. О. А. Еременко, С. А. Несторенко, Н. И. Болтянская [и др.]. – Мелитополь: МГУ, 2023. - С. 365-367.

# МИРОВЫЕ ЗАПАСЫ ЛИТИЯ: СТОИМОСТЬ И СПРОС КАК АСПЕКТЫ НЕОБХОДИМОСТИ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ ИЗ ОТХОДОВ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

**А. И. Сердюк, д.х.н., профессор; Я. О. Белецкий**

ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка

**Аннотация.** Работа посвящена рассмотрению мировых запасов лития и областям применения его соединений в быту и технике, и различных видах производств. Проведен обзор крупнейших в мире месторождений лития, сделан анализ его мировой добычи и запасов. Представленные оценки запасов были сделаны на основе информации, полученной из правительственные и промышленных источников. В статье приведены цены и уровень спроса на литий и его соединения, так как литий является основным компонентом литий-ионных аккумуляторов, которые в современном мире получили большой спрос в связи с повышение производства электромобилей. Работа направлена на прогнозирование истощения запасов лития в будущем. А также необходимостью сокращения выработки лития из недр Земли путем переработки отходов литий-ионных аккумуляторов и получением из них лития в качестве вторичного сырья.

**Ключевые слова:** литий, месторождение, спрос, добыча.



**Сердюк  
Александр Иванович**

Сегодня мы не можем представить нашу жизнь без электронного оборудования. Смартфоны, колонки, ноутбуки, фотоаппараты – в нашем мире почти все имеет аккумулятор внутри, так же все больше автомобилей переходят на электродвигатели, которые являются большими потребителями электроэнергии от аккумуляторов. Каждый год выходят все более и более интересные устройства, позволяя нам менять их как перчатки. Но задумывались ли вы, как устроены аккумуляторы и что в них находится, в работе рассмотрим основной компонент литий-ионных аккумуляторов – литий Li, его мировые запасы и уровень спроса на его потребление.

**Месторождения.** Мировая добыча и запасы. Месторождения лития известны в Чили, Боливии, США, Аргентине, Конго, Китае, Бразилии, Сербии, Австралии, России. Оценки запасов были сделаны на основе информации, полученной от правительственные и промышленных источников и представлены в таблице 1. В целях защиты данных США не публиковали сведения по объемам своей внутренней добычи, потому в этой статье их оценка проводится, исходя из опубликованных сведений о запасах Солончак Уюни в Боливии – крупнейшего в мире месторождения лития и пригодного для добычи из него галургическим методом хлорида лития. В Боливийской прессе сообщается, что в этом озере-солончаке содержится около 100 миллионов тонн лития, что в 10 раз превышает оценки американских специалистов [1]. По оценкам специалистов из The U.S. Geological Survey (USGS) там находится 20-30 % мировых запасов лития [2].

По запасам литиевых руд Чили занимает 2-е место среди промышленно развитых капиталистических и развивающихся стран.

**Месторождения** (Салар-де-Атакама, Аскотан и др.) находятся в Центральной долине и связаны с минерализованными водами саларов – высокогорных бессточных озер. На месторождении Салар-де-Атакама ресурсы лития в «каличе» (пропитанные рапой пористые гипсовово-галитовые породы) оцениваются в более чем 3 млн. тонн с содержанием 0,3 %  $Li_2O$  [3].

В Соединенных Штатах Америки функционируют две компании, добывающие и перерабатывающие литиевое сырье. Компания Rockwood Lithium Inc., NC, Kings Mountain эксплуатирует соляное озеро Silver Peak, штат Невада, а компания Lithium Corporation – соляное озеро Fish Lake Valley, штат Невада.

Rockwood Lithium Inc. является мировым лидером на рынке соединений лития и одним из крупнейших производителей литиевого сырья, а также ведущим поставщиком специальных металлических соединений на основе цезия, бария и циркония в мире.



**Белецкий  
Ярослав Олегович**

Доступ к сырью имеет основополагающее значение для экономики и жизненно необходим для обеспечения поставок. Rockwood Lithium Inc. полностью обратимо интегрирована и имеет в эксплуатации три независимых ресурса первичного лития. Самый привлекательный из них – Чилийский ресурс в Салар-де-Атакама. С 1960-х годов в Silver Peak в штате Невада у Rockwood Lithium Inc. работает еще один завод на основе рассола. В 2014 году компания приобрела долю в 49 % в Talison Lithium в Австралии с доступом к его сподуменовым ресурсам. Кроме того, Rockwood Lithium Inc. постоянно работает над инновационными методами эксплуатации с целью повышения эффективности и устойчивости использования своих ресурсов [4].

Lithium Corporation является молодой горнодобывающей компанией, которая сосредоточена на создании акционерной стоимости за счет открытия и разработки месторождений лития и связанных с ними других полезных ископаемых. В настоящее время Lithium Corporation изучает два находящихся в полной ее собственности перспективных месторождения, расположенных в штате Невада, США, и два месторождения в Британской Колумбии, Канада. На каждом из месторождений в Неваде компания обнаружила аномалию по содержанию лития в солевых растворах. На флагманском месторождении Fish Lake Valley, помимо экономически выгодных ресурсов лития, были обнаружены запасы калия и бора.

Вблизи поверхности озера компания натолкнулась на обогащенные по литию и бору рассолы, с содержанием до 140 мг/л лития. В дополнение к этим довольно аномальным значениям содержания лития и бора, также было обнаружено повышенное

содержание калия (до 2 500 мг/л). Lithium Corporation провела программу бурения осенью 2012 года и намеревается увеличить работы в этом направлении [5].

Третьим уникальным источником лития является озеро Чабьер-Цака – высокогорное бессточное сверхсолёное содовое озеро в округе Шигадзе, Тибетский автономный район, Китай. Помимо огромного количества карбоната лития, Чабьер-Цака содержит в заметных количествах тетраборат натрия, мирабилит и другие соли щелочных металлов.

В России более 50 % запасов сосредоточено в месторождениях редких металлов Мурманской области. Однако данные, приведенные в таблице 1, занижены, так как они не учитывают ресурсы лития, находящиеся в подземных рассолах и попутных нефтяных водах. Практически во многих областях России существуют залежи соленых подземных вод с концентрацией лития от 5 до 50 мг/л.

В статье проведена оценка ресурсов лития в бассейне Мертвого моря (Израиль), исходя из опубликованных данных по запасам магния, калия и брома [6] и концентрации всех этих элементов в воде Мертвого моря [7]. Полученные результаты также представлены в табл. 1.

**Применение лития и его соединений.** За последние несколько десятилетий качественная структура потребления лития практически не изменилась, однако в количественных соотношениях произошли серьезные изменения.

В последние годы значительно увеличился расход лития для аккумуляторов, так как перезаряжаемые батареи лития широко применяются на растущем рынке портативных электронных устройств и все чаще используются в электрических инструментах,

Таблица 1.

#### Мировая добыча, запасы и ресурсы лития

Страна	Добыча по годам		Запасы, тонны	Мировые ресурсы	
	2018	2019		Тонны	%
Боливия				9 000 000	21,39
Чили	12 500	12 700	7 500 000	7 500 000	17,83
Соединенные штаты	13 000	13 000	3 800 000	6 700 000	15,92
Аргентина	4 200	4 800	2 000 000	6 500 000	15,45
Китай	3 300	3 500	3 200 000	5 100 000	12,12
Россия				2 000 000	4,75
Австралия	14 300	14 400	1 500 000	1 700 000	4,04
Канада				1 000 000	2,38
Конго (Киншаса)				1 000 000	2,38
Сербия				1 000 000	2,38
Бразилия	1 500	1 700	48 000	180 000	0,43
Мексика				180 000	0,43
Австрия				130 000	0,31
Португалия	400	450	60 000	60 000	0,14
Зимбабве	900	1000	23 000	23 000	0,05
<b>Всего в мире</b>	<b>50 100</b>	<b>51 550</b>	<b>18 131 000</b>	<b>42 073 000</b>	<b>100</b>

электрических транспортных средствах и приложениях для сетевых хранилищ. Структура наиболее крупных областей использования лития и его соединений в мире в 2018 и 2019 годах представлена на рисунке. 1.



Рис. 1. Оценка наиболее крупных областей использования лития и его соединений в мире

Литиевые источники тока. Уже многие годы первой и наиболее важной областью применения лития и его соединений является сфера химических источников тока. Еще с середины прошлого века гидроксид лития стали добавлять в электролит щелочных аккумуляторов, что, как оказалось, увеличивает их емкость примерно на 20 % и срок службы в 2-3 раза. В последние годы эта область резко расширилась в связи с созданием литиевых источников тока, необходимых для работы сотовых телефонов, смартфонов, ноутбуков и других малогабаритных изделий бытовой электронной техники [8].

Из лития изготавливают аноды химических источников тока аккумуляторов и гальванических элементов с твёрдым электролитом, работающих на основе неводных твёрдых и жидких электролитов. Примерами подобных аккумуляторов являются литий-хромосеребряные аккумуляторы. Гальванические элементы с твёрдым электролитом представлены следующими конструкциями: литий-висмутатный, литий-окисномедный, литий-диоксид-марганцевый, литий-иод-свинцовый, литий иодный, литий-тионилхлоридный, литий-оксид-ванадиевый, литий-фтор-médный, литий-диоксид-серный элементы. В случае жидких электролитов в качестве растворителей используются следующие органические полярные жидкости: тетрагидрофуран, пропиленкарбонат, метилформиат, ацетонитрил и ряд других.

Такие твердые электролиты, как кобальтат лития и никелат лития показали лучшие эксплуатационные свойства и энергоёмкость в качестве положительно-го электрода в литиевых аккумуляторах. В настоящее время в массовом производстве литий-ионных аккумуляторов используются несколько классов катодных материалов:

- кобальтат лития  $LiCoO_2$  и твёрдые растворы на основе изоструктурного ему никелата лития  $LiNiO_2$ ;
- литий-марганцевая шпинель  $LiMn_2O_4$ ;
- литий-феррофосфат  $LiFePO_4$ ;
- нанотрубки из молибдата лития, покрытые углеродом, могут быть использованы в качестве анода в литий-ионных аккумуляторах [9-10].

Алюминат лития (литиевый  $\beta$ -глинозем) – один из наиболее эффективных твёрдых электролитов наряду с натриевым и цезиевым-бета-глинозёмом.

Гидроксид лития используется как один из компонентов для приготовления электролита щелочных аккумуляторов. Добавление гидроксида лития к электролиту тяговых железо-никелевых, никель-кадмийевых, никель-цинковых аккумуляторных батарей повышает емкость аккумулятора на 12 %, удельное сопротивление – на 21 %, увеличивается срок службы железо-никелевого аккумулятора в 2-3 раза и его ёмкость на 21 % за счёт образования никелатов лития[11-12].

Цены и спрос на литий. На начало декабря 2022 года цена на литий равна 577 500 юаней или 82 197 \$ за тонну. Причем такая высокая цена наблюдается относительно недавно – после августа 2021 года, когда цена выросла более чем на 400 %. Это результат стечения следующих обстоятельств:

- развитие отрасли электромобилей;
- повсеместные сложности с цепочками поставок (которые не были восстановлены после пандемии 2020 года);
- последовавшие за этим нехватки ресурсов для производства аккумуляторов со стороны крупнейших производителей.

На сегодняшний день стоимость лития снизилась, она составляет 307 500 юаней или 44 612,12 \$ за тонну. Это связано с тем, что ослабление спроса на электромобили в Китае породило сомнения по поводу возможного дефицита на рынке лития в этом году, что привело к снижению цен в других странах, а также к падению акций производителей лития. График стоимости лития представлен на рис. 2.

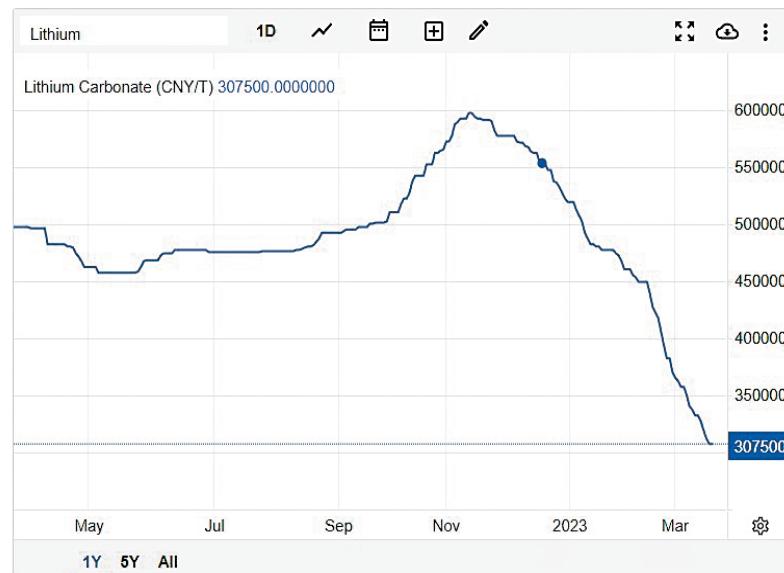


Рис. 2. Стоимость лития на март месяц 2023 года

На графике видно, что тенденция пока показывает падение стоимости лития в мире, что может привести к понижению цен на электрооборудование и электромобили [13].

В статье проведен обзор основных месторождений лития, а также данные по мировой добыче и запасам лития. Так, мировые запасы лития оцениваются в 18,8 млн. тонн, а мировые ресурсы всего в 42 млн. тонн. Таким образом, литий является однозначно исчерпаемым ресурсом, и перспективы его использования должны строиться на поиске все более бедных природных источников лития, например, таких как подземные рассолы и попутные нефтяные воды. Необходимо разрабатывать новые методы его извлечения из бедных по литию растворов и вторичного сырья.

Перспективным направлением в этой области является синтез и использование высокоселективных к литию неорганических композиционных ионообменных сорбентов. При этом на первый план выходит извлечение лития из вторичных ресурсов, в частности отработанных литиевых источников электропитания. Учитывая все выше приведенные данные, необходимо перерабатывать литий-ионные аккумуляторы с целью экономии земельных ресурсов лития. Стратегически важной задачей становится организация сбора и утилизации отработанных литийсодержащих изделий, а также разработка таких технологических процессов и создание соответствующих производств по их переработке.

## Список литературы

1. *Jaskula, B. W. Minerals Yearbook/ B.W Jaskula // Lithium, U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey.* Электронный ресурс: Режим доступа URL: [https://books.google.ru/books/about/Minerals\\_Yearbook.html?id=LqVRVfPz-0sC&redir\\_esc=y](https://books.google.ru/books/about/Minerals_Yearbook.html?id=LqVRVfPz-0sC&redir_esc=y) – текст электронный. (Дата обращения 15.04.2023).
2. *Bolivia's Lithium-Powered Future.* Электронный ресурс: Режим доступа URL:<http://foreignpolicy.com/slideshow/boliviass-lithium-powered-future/> – текст электронный. (Дата обращения 14.04.2023).
3. *Lithium. Statistics and Information. USGS Mineral Commodity.* Электронный ресурс: Режим доступа URL: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/lithium-statistics-and-information/> – текст электронный. (Дата обращения 18.04.2023).
4. *Rockwood Lithium.* Электронный ресурс: Режим доступа URL: <http://www.rockwoodlithium.com/> – текст электронный. (Дата обращения 16.04.2023).
5. *Lithium Corporation.* Электронный ресурс: Режим доступа URL: <http://www.lithiumcorporation.com/index.php/> – текст электронный. (Дата обращения 20.04.2023).
6. Беленицкая, Г. А. Тектонические аспекты пространственного и временного распределения соле-осных бассейнов мира//Г.А. Беленицкая// Электронное научное издание «Альманах Пространство и Время». 2013. Т. 4, Вып. 1. Специальный выпуск СИСТЕМА ПЛАНЕТА ЗЕМЛЯ. С. 1–31.
7. Nissenbaum A. Trace Minor and trace elements in Dead Sea water / A. Nissenbaum // Israel Journal of Earth Science. Электронный ресурс: Режим доступа URL: [https://www.researchgate.net/publication/248358226\\_Minor\\_and\\_trace\\_elements\\_in\\_Dead\\_Sea\\_water/](https://www.researchgate.net/publication/248358226_Minor_and_trace_elements_in_Dead_Sea_water/) – текст электронный. (Дата обращения 20.04.2023).
8. Liu Xudong, Lyu Yingchun. Nanotube Li<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>: a novel and high-capacity material as a lithium-ion battery anode/ Xudong Liu, Yingchun Lyu, Zhihua Zhang, Hong Li et al. // Nanoscale. 2014. Vol. 6. P. 13660–13667 (DOI:10.1039/C4NR04226C). Электронный ресурс: Режим доступа URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25274504/> – текст электронный. (Дата обращения 17.04.2023).
9. Сердечный, Д. В. Управление процессом заряда многоэлементных литий-ионных аккумуляторных батарей / Д. В. Сердечный, Ю. Б. Томашевский. – Текст : непосредственный // Журнал «Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль». – № 3 (21). – 2017. – С. 115 – 123.
10. Сатаркулов, А. М. Некоторые аспекты утилизации литий-ионных аккумуляторов как мера обеспечения экологической и пожарной безопасности / А. М. Сатаркулов, И. С. Зубарев, Я. Д. Шинков. – Текст : непосредственный // Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы. Современные методы и технологии предупреждения и профилактики возникновения чрезвычайных ситуаций : Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции, Санкт-Петербург. – 2019. – С. 230–234.
11. Титков, А. А. Проблемы утилизации батарей электрических автомобилей / А. А. Титков. – Текст : непосредственный // Научные исследования высшей школы по приоритетным направлениям науки и техники : сборник статей Международной научно-практической конференции, – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью «Аэттерна». – 2019. – С. 42–46.
12. Kamal Ibne Amin Chowdhury. Child lead exposure near abandoned lead acid battery recycling sites in a residential community in Bangladesh : Risk factors and the impact of soil remediation on blood lead levels / Chowdhury Kamal Ibne Amin Nurunnahar Nurunnahar, Lutful Kabir Mohammad et al. – Text: direct // Environmental Research – Volume 194. – 2021. – P. 234–242.
13. Литий – Фьючерсный контракт – Цены Trading economics /Электронный ресурс: Режим доступа URL: <https://ru.tradingeconomics.com/commodity/lithium/> – текст с заглавного экрана. (Дата обращения 17.04.2023).

# ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ПОДАТЛИВОЙ ТРЕХЗВЕНЬЕВОЙ КРЕПИ ДЛЯ ПЕРЕГОННЫХ ТОННЕЛЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНА

**Е. Э. Ярош, старший преподаватель**

ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка

**Аннотация.** Приводится обоснование использования сборной блочной крепи тоннелей и горных выработок, обладающей конструктивной податливостью. Ограниченно-податливый режим сборной крепи обеспечивается путем установки между сборными элементами сминающихся прокладок заданной толщины. Предложена методика расчета крепей на устойчивость. В данной статье представлено обоснование использования податливой трехзвеневой крепи для перегонных тоннелей метрополитена. Рассматривается применение сборной блочной крепи, обладающей конструктивной податливостью, в тоннелестроении и горных выработках. Ограниченно-податливый режим сборной крепи достигается путем установки специальных сминающихся прокладок заданной толщины между сборными элементами. Такой подход позволяет обеспечить необходимую устойчивость и безопасность тоннеля. В статье также предлагается методика расчета податливой трехзвеневой крепи для оценки ее устойчивости. Это исследование имеет важное практическое значение для инженеров и проектировщиков, занимающихся разработкой и строительством метрополитена, позволяя улучшить технические характеристики и надежность подземных сооружений.

**Ключевые слова:** крепь тоннелей, жесткий режим работы крепи, податливый режим работы крепи, пластический шарнир, скользящий шарнир, сборная крепь, монолитная крепь, подработка, груннесущая способность крепи, забутовка закрепного пространства.



**Ярош  
Елена Эдуардовна**

Известно, что метрополитен представляет собой сеть различных подземных сооружений, основной объем строительно-монтажных работ и протяженность выработок приходится на перегонные тоннели. Обделки (или крепи) этих выработок представляют собой либо бетонные, либо железобетонные, либо побенговые (железобетонные или металлические). Все эти крепи относятся к так называемым «жестким конструкциям», т.е. их несущая способность должна соответствовать величине горного давления с учетом региональных условий, в соответствии коэффициента запаса. Учитывая, что часть перегонных тоннелей проходятся либо в грунтовых массивах со слабыми строительными характеристиками грунтов (Харьковский метрополитен), либо в обводненных грунтах (Днепропетровский метрополитен), либо на достаточных глубинах (станция Киевского метрополитена «Арсенальная» – глубина заложения выработок 105,5 м), крепи этих выработок должны иметь высокую несущую способность (более 200 кН·м<sup>2</sup>). Особенность Донецкого метрополитена объясняется тем, что территория г. Донецка (центральная часть города) относится к IV группе подработки. При этом в горном массиве до глубины 500-700 м происходит вялотекущее уплотнение. Кроме того, уплотнение в некоторых местах может быть неравномерным из-за оставленных при отработке ряда плит угольных пластов целиков или бутовых полос. Это приведет к неравномерному смещению контура выработки, причем расчетные нагрузки будут превышать величину  $\gamma H$  ( $\gamma$  – осредненный удельный вес пород горного массива;  $H$  – глубина заложения выработки). Кроме того, наибольшее смещение горных пород будет в арочной части выработки. Следует учесть, что в выработках даже при небольшой глубине (более 30 м) смещение контура будет неравномерным: самое большое – в сводовой части выработки (за счет расслоения слоистых осадочных горных пород), при чем наибольшая составляющая этого смещения, а значит и нагрузка на крепь, будет зависеть от угла падения горных слоев; меньшее – на вертикальные элементы конструкции крепи (за счет разрушения горных пород типа «дилатансия»).

Дилатантность горных пород – это их свойство изменять свой объем и форму при механическом воздействии, особенно под действием сжатия. Дилатантность является одной из основных механических характеристик горных пород и имеет

важное значение в инженерной геологии и горном деле. Когда горные породы подвергаются сжатию, они обычно сопротивляются сжатию, изменяя свою форму и объем. Некоторые породы проявляют сжимаемость, при которой они сокращаются в объеме, а другие породы проявляют дилатантность, при которой они увеличиваются в объеме.

Механизм дилатантности связан с внутренними свойствами горных пород и их структурой. Когда породы подвергаются сжатию, между гранями породы возникают внутренние трещины или пористость увеличивается. В результате этого процесса объем породы увеличивается, что приводит к дилатантному поведению.

Дилатантность горных пород имеет практическое значение в различных отраслях, включая горную промышленность, строительство подземных сооружений и геотехническую инженерию. При планировании и строительстве тоннелей, шахт, скважин и других подземных сооружений необходимо учитывать дилатантность горных пород, так как она может влиять на стабильность и безопасность сооружений.

Для измерения дилатантности горных пород используются различные методы, включая лабораторные испытания на образцах пород и наблюдения в полевых условиях. Инженерные геологи и геотехнические инженеры проводят детальные исследования дилатантности горных пород, чтобы определить их механические свойства и принять соответствующие меры для обеспечения безопасности и стабильности сооружений. Кроме изменения объема и формы при сжатии, дилатантность горных пород также может проявляться при других типах механического воздействия, таких как растяжение, изгиб и кручение. В каждом случае дилатантность проявляется как увеличение объема материала при приложении напряжений. Дилатантность горных пород может быть связана с различными факторами, включая их минеральный состав, структуру, пористость и водоносимость. Некоторые породы, такие как песчаники и гравелиты, обычно проявляют высокую дилатантность из-за наличия частиц с промежутками между ними, что позволяет им перемещаться и изменять свою форму. Другие породы, такие как аргиллиты и глины, могут проявлять дилатантность из-за своей структуры и наличия глинистых минералов, которые могут расширяться при воздействии напряжений.

Важно отметить, что дилатантность может влиять на различные инженерные аспекты. Например, при проектировании и строительстве подземных сооружений, таких как тоннели или шахты, дилатантность горных пород может привести к увеличению деформаций и трещин вокруг сооружения. Это может потенциально повлиять на его стабильность и безопасность. Поэтому инженеры должны учитывать дилатантность горных пород при разработке соответствующих стратегий и методов укрепления и поддержания стабильности подземных сооружений. Для более точного измерения дилатантности горных пород проводятся лабораторные испытания, такие как испытания на компрессионную дилатометрию или испытания на трехосное сжатие. Эти методы позволяют оценить изменение объема и формы породы

при различных условиях нагрузки. Кроме того, при полевых исследованиях могут быть использованы геофизические методы и инструменты, такие как георадар или активные сейсмические исследования, для оценки дилатантности горных пород в естественных условиях. В целом, понимание дилатантности горных пород является важным аспектом инженерной геологии и геотехнического проектирования. Оно помогает инженерам принимать правильные решения при планировании и строительстве сооружений, чтобы обеспечить их безопасность и стабильность в условиях, где дилатантные породы присутствуют.

Учитывая изложенное, следует отметить, что содержание выработок Донецкого метрополитена в эксплуатационном состоянии требует особых подходов при выборе типа крепи. При этом крепь должна быть податливой в вертикальном направлении и дешевле, чем мощные жесткие крепи. К таким крепям относятся металлические арочные трехзвенные крепи, которые в больших объемах применяются в Донбассе. К тому же в этом регионе имеется достаточная производственная база для изготовления.

В конструктивном плане эта крепь представляет собой сооружение из трех элементов: верхняк (несущая конструкция, т.к. на нее приходится наибольшая нагрузка) и две стойки, на которые опирается верхняк. Оба нижних конца верхняка и верхние концы стоек соединяются внахлестку и закрепляются.

Применение податливых крепей целесообразно для строительства выработок метрополитена в сложных инженерно-геологических условиях. Согласно классификации [1] к сложным инженерно-геологическим условиям относятся подрабатываемые территории, что наиболее характерно для Донбасса и, в частности, для г. Донецка. При строительстве любых зданий или сооружений в Донбассе необходимо учитывать, что горный массив во многих районах был подработан горными выработками или подрабатывается в настоящее время. Поэтому маркшейдерские службы, при оценке горно-геологических условий, определяют категорию подработки от I до IV (или от I<sub>K</sub> до I<sub>VK</sub> для крутопадающих угольных пластов).

Горный массив под г. Донецком подработан практически полностью и представляет собой медленно (и неравномерно по площади) уплотняющиеся растресканные горные породы. Поэтому горно-геологические условия приравниваются к IV категории [2].

Метрополитен, вне зависимости от того является ли он подземным, неглубокого заложения или надземным, имеет сеть выработок: перегонные тоннели, станции метро, депо, ремонтные станции и другие. При строительстве этих сооружений необходимо разрабатывать соответствующие мероприятия по их защите от вредного влияния подработки, т.е. учитывать горизонтальные, вертикальные деформации и крен. Для подземных тоннелей, проходимых в пределах г. Донецка необходимо также учитывать горное давление, которое нагружает обделку (крепь) выработок. Причем наибольшие нагрузки будет испытывать сводчатая часть обделки. Величина этой нагрузки определяется весом горных пород в пределах свода обрушения (по Протодьяконову), ширина

которого на уровне свода обделки должна определяться с учетом углов откоса и высоты выработок. Расчеты показали, что равномерно распределенная нагрузка в основании свода обрушения колеблется в пределах 600-800 кН/м<sup>2</sup>. Чтобы противостоять таким нагрузкам, жесткие крепи (тюбинги или монолитные железобетонные крепи) должны быть мощными. Более экономичными являются сборные крепи.

Это объясняется тем, что крепи, работающие в жестком режиме, в силу своих конструктивных особенностей, должны противодействовать деформациям приkontурной части массива, воспринимая при этом максимальные нагрузки. Податливые крепи, наоборот, создают условия для частичной деформации горных пород, снижая нагрузку и способствуя созданию системы «горные породы-крепь».

При расчете параметров жестких крепей необходимо решить осесимметричную геомеханическую задачу, после решения которой определяется нагрузка, в соответствии с которой подбираются элементы обделки с требуемыми прочностными характеристиками (главным образом элементы, соединяющие блоки) [3].

При расчете металлических сборных крепей, для того, чтобы они работали в податливом режиме, необходимо либо создать благоприятные условия работы верхняка [4], либо разработать конструкцию крепи (соотношение радиуса верхняка и радиуса закругления верхней части стойки), чтобы нормальная сила (N) в узле податливости (нахлестка верхняка и стойки) была больше сопротивления сил трения в скользящем шарнире [5].

При расчете блочных крепей необходимо обеспечить ограничено-податливый режим работы, который обеспечивается как за счет установки между блоками сжимающих прокладок, так и за счет изменения конфигурации крепи, это возможно при наличии шарнирного соединения отдельных блоков. Однако при этом необходимо решить задачу по определению максимально возможной величины податливости крепи до выхода нескольких блоков (не более трех) в сводчатой части, когда между нейтральными осями блоков будет прямая линия, так как при этом сборная крепь может потерять устойчивость и будет разрушена.

Несмотря на повышенный интерес известных ученых к избранной проблематике, исследование работы крепей (обделок) тоннелей метрополитена в условиях осесимметричной геотехнической задачи не теряет актуальности. Эти вопросы остаются нераскрытыми сполна, что требует их дальнейшего развития.

Целью данной работы является методика определения податливости блочной многошарнирной крепи без потери устойчивости обделки.

Устойчивость сборных многошарнирных крепей зависит, в основном, от двух факторов: допустимых перемещений шарниров в процессе деформации крепи и плотности (коэффициента постели) забутовки закрепленного пространства. Допустимые перемещения шарниров или деформационная характеристика крепи зависят от геометрических размеров крепи и сборных элементов и характеризуют способ-

ность конструкции изменять свою форму под действием горного давления без потери устойчивости, без потери эксплуатационных характеристик.

Наибольшей устойчивостью обладают блочные крепи с плоским примыканием сборных элементов. Такие крепи допускают без потери устойчивости перемещения со стороны кровли до 120-240 мм и со стороны блоков – до 100-160 мм в зависимости от величины сечения. Крепи удовлетворительно выдерживают нагрузки при забутовке закрепленного пространства материалом, получаемым при проходке выработки.

Расчетная схема определения стенки устойчивости блочной крепи представлена на рисунке 1 и основана на том, что конструкция теряет устойчивость при раскрытии нескольких шарниров в сводчатой части выработки.

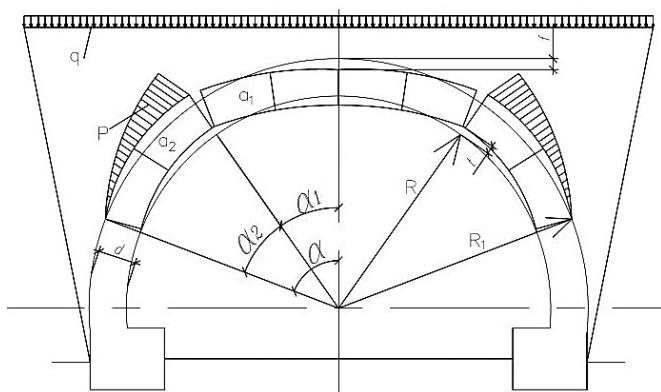


Рис. 1. Схема к расчету устойчивости блочной крепи

Грузонесущая способность крепи по такой схеме определяется по формуле:

$$q \leq \frac{2pm_1 \cos \beta}{3a_1 \sin^2 \beta \cos \gamma} \quad (1)$$

где  $p$  – отпор забутовки, определяется из компрессионной характеристики забутовочного материала;

$I$  – размер блоков по внешней дуге;

$\beta, \gamma$  – угловые параметры крепи.

Их значения могут быть найдены из зависимости боковых перемещений контура крепи на допустимую величину.

$$t = \sqrt{[(a_1 - k\delta) \sin \beta - R \sin a_1]^2 + [R - f - (a_1 - k\delta) \cos \beta - R \cos a_1]^2} \quad (2)$$

$$f = R_1(1 - \cos \alpha) - (a_1 - k\delta) \cos \beta - \sqrt{a_2^2 - [R_1 \sin \alpha - (a_1 - k\delta) \sin \beta]^2} \quad (3)$$

$$\gamma = \arcsin \frac{[R_1 \sin \alpha - a_1 \sin \beta]}{a_2} \quad (4)$$

где  $t, f$  – боковые и вертикальные перемещения крепи;

$R, R_1$  – соответственно радиусы крепи в свету и вчерне;

$\delta, k$  – суммарная толщина и коэффициент податливости прокладок;

$a, a_1, a_2$  – линейные параметры верхней и боковой секций блоков, определяемые по зависимостям.

$$a_1 = \sqrt{R_i^2 + R^2 - 2R_i \cdot R \cos \alpha_i} \quad (5)$$

$$a_2 = \sqrt{R_i^2 + R^2 - 2R_i \cdot R \cos \alpha_2} \quad (6)$$

где  $\alpha_1, \alpha_2$  – центральные углы секций крепи.

Значение угла  $\beta$  в зависимостях (2) и (3) в процессе работы сборной крепи изменяется в пределах  $\beta_0 \leq \beta \leq 90^\circ$ , поэтому при расчете допустимой на крепь нагрузке по формуле (1) углы  $\beta$  и  $\gamma$  должны быть приняты с учетом их соответствия боковому перемещению крепи на допустимую величину  $|t| \leq 0.5t_{\max}$ . Максимально возможные перемещения контура крепи имеют место при  $\beta = 90^\circ$ . Минимальное значение угла  $\beta$  определяется из выражения:

$$\beta_0 = \arccos \frac{1}{2} \left( \frac{R_i}{a_1} + \frac{a_1}{R_i} - \frac{R^2}{R_i \cdot a_1} \right) \quad (7)$$

Количество блоков в секциях, необходимое для определения центральных углов секций  $a, a_1, a_2$ , находим по формуле:

$$\beta_0 = \frac{2}{\varphi} \arccos \frac{R}{R + d} \quad (8)$$

где  $\varphi$  – центральный угол блока;  
 $d$  – толщина блока.

Если количество блоков, найденное по формуле (8), окажется нечетным, то их число в верхней и боковой секциях крепи будет равно:

$$m_1 = 0.5(m-1) \quad (9)$$

$$m_2 = 0.5(m+1) \quad (10)$$

При четном количестве блоков, найденном по формуле (8)

$$m_1 = m_2 = 0.5m \quad (11)$$

Зная количество блоков в секциях  $m_1$  и  $m_2$  можно легко определить центральные углы секций:

$$\alpha_1 = m_1 \varphi \quad (12)$$

$$\alpha_2 = m_2 \varphi \quad (13)$$

$$\alpha = \alpha_1 + \alpha_2 \quad (14)$$

Если нагрузка на крепь известна, то характеристика забутовки (коэффициент постели), необходимая для обеспечения нормальной работы крепи в устойчивом режиме, определяется по формуле:

$$k \geq \frac{3qa_1 \sin^2 \beta \cos \gamma}{2m_2 f[t] \cos \beta} \quad (15)$$

где  $[t]$  – допустимые перемещения боковых шарниров крепи.

## ВЫВОДЫ

1. В сложных инженерно-геологических условиях (подрабатываемые территории, грунтовые массивы, сложенные слабыми или сильноожимаемыми грунтами) при проходке различных тоннелей возможны значительные смещения грунтов, которые могут привести к деформациям крепи и нарушению эксплуатационного состояния выработки.

2. Применение крепей, работающих в сложных инженерно-геологических условиях, неэффективно, т.к. они должны обладать высокой грузонесущей способностью, что приводит к их удорожанию.

3. Податливые крепи в этих условиях менее материалоемкие.

4. К податливым крепям относятся блочные сборные железобетонные крепи или металлические шахтные крепи.

## Список литературы

- ДБН В.1.1-5-2000. Дома и сооружения на подрабатываемых территориях и проседающих грунтах / часть 2. дома и сооружения на проседающих грунтах / Госстрой Украины. – Киев. – 2000. – 67 с.
- Лысиков, Б. А. и др. Строительство метрополитена и подземных сооружений на подрабатываемых территориях. – Донецк: ООО «Норд-компьютер», 2003. – 300 с.
- Булычев, Н. С. Механика подземных сооружений в примерах и задачах. – М.: «Недра», 1989. – 270 с.
- Дружко, Е. Б. Расчет сборной блочной крепи тоннелей и горных выработок на устойчивость / Дружко Е. Б., Фролов Э. К., Оглоблин В. Ф// - Строительство, реконструкция и эксплуатация конструкций и сооружений железнодорожного транспорта. – Донецк: ДонИЖТ, 2011. – С. 134-136.
- Извещение КЭП 2-96 «Об изменении технических условий ТУ 390.2070792.001-88 Крепи электрические податливые. КЭП.10.09.1996». – Макеевка: ДонГАСА, 1996. – 5 с.
- Шумовский, В. П. О некоторых новых решениях защиты зданий от неравномерных осадок оснований. – В кн.: Фундаменты и подземные сооружения. Киев: Вища школа. – С. 78-85.
- Рекомендации по защите эксплуатируемых жилых и гражданских кирпичных и крупноблочных зданий на подрабатываемых территориях. – Изд. Донец, Промстройпроекта Госстроя СССР. Донецк, 1976. – 141 с.
- Рекомендации по расчету многократно подрабатываемых зданий и сооружений на воздействие деформаций земной поверхности с учетом реологических свойств грунтов основания. – Изд. Донец, Промстройпроекта Госстроя СССР. Донецк, 1977. – 141 с.
- Временные рекомендации по проектированию зданий повышенной этажности на подрабатываемых территориях в Донецком угольном бассейне. Киев: Будівельник, 1969. – 141 с.

# МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ЛИФТОВОГО ХОЗЯЙСТВА В ДНР

**В. А. Пенчук, д.т.н., профессор; С. В. Дёмочкин; А. В. Пичахчи**

ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка

**Аннотация.** В статье представлены материалы о проведении круглого стола на тему «Перспективы развития строительного комплекса и ЖКХ Донецкой Народной Республики». Представлен системный анализ состояния ЖКХ, лифтового хозяйства в Республике, перспективы развития машиностроительной отрасли. В ходе проведения круглого стола были проанализированы возможности производства лифтов в ДНР с привлечением передовых предприятий машиностроения. Проведен анализ развития лифтового хозяйства в России. Приведены плановые показатели развития рынка лифтов в России, показаны два основные направления развития и увеличения рынка сбыта лифтов на территории Российской Федерации на период 2020–2025 гг. Определены основные партнеры взаимной интеграции на территории Российской Федерации, такие как три совместных с ОАО «Могилевлифтмаш» лифтостроительных предприятия с добавленной стоимостью: ПО «МЛМ Воздухотехника» г. Москва, «МЛМ Невский Лифт» г. Санкт-Петербург, ПО «НЛМ» Московская область.

**Ключевые слова:** круглый стол, предприятия, машиностроение, лифтовое хозяйство, лифт.



**Пенчук  
Валентин Алексеевич**



**Дёмочкин  
Сергей Валентинович**



**Пичахчи  
Александр Владимирович**

24 марта 2023 г. на базе ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры» прошел IV Республиканский научно-практический круглый стол (с международным участием) «Перспективы развития строительного комплекса и ЖКХ Донецкой Народной Республики».

Организаторами круглого стола выступили Министерство образования и науки ДНР, Министерство строительства и ЖКХ ДНР, Министерство транспорта ДНР; Министерство промышленности и торговли ДНР; ФГБОУ ВО «ДОННАСА», Министерство экономического развития ДНР, предприятия-производители и предприятия, эксплуатирующие лифтового хозяйства [1].

Целью проведения круглого стола было обсуждение и анализ существующих актуальных задач перехода строительной отрасли ДНР на законодательную и нормативную базу Российской Федерации. Были рассмотрены такие вопросы: Технологические инновации в строительной отрасли России. Состояние лифтового парка ДНР: проблемы, эксплуатация. Новые вызовы лифтовой отрасли России. Импортозамещение и комплектующие. Капитальный ремонт лифтов, как составляющая системы капитального ремонта многоквартирных домов. Результаты ремонта лифтового оборудования в рамках капитального ремонта многоквартирных домов за 2022 год. Совершенствование нормативного регулирования сферы эксплуатации, монтажа и производства лифтового оборудования. Инициативы профессионального сообщества. Пути нормализации работы отрасли в ДНР. Заказы для лифтостроительного предприятия (регулирование торгово-закупочной деятельности). Тарифное регулирование и собираемость оплаты. Организация производства и поставок компонентов от местных производителей. Производство, монтаж, пусконаладка, эксплуатация лифтового

оборудования в рамках требований Ростехнадзора. Организация партнёрских связей с действующими производителями. Разработка и организация производства систем управления лифтом и цифровой диспетчерской связи. Перспективные разработки кафедры «Наземные транспортно-технологические комплексы и средства» в области механизации жилищно-коммунальных работ.

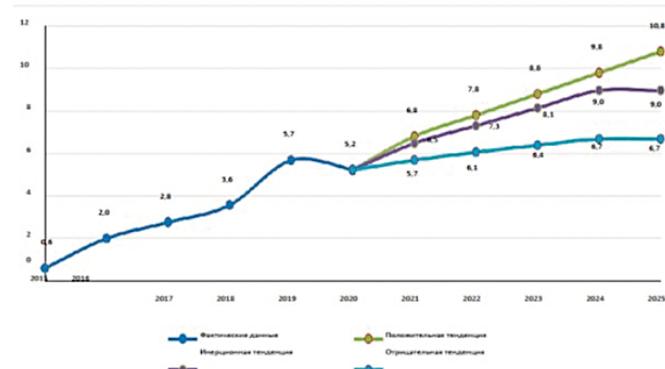
Участниками круглого стола стали руководители и представители Аппарата Главы ДНР; Министерства образования и науки ДНР; Министерства строительства и ЖКХ ДНР; Министерства транспорта ДНР; Министерства промышленности и торговли ДНР; ФГБОУ ВО «ДОННАСА»; управлений капитального строительства и ЖКХ городов ДНР; подведомственных организаций Минстроя ДНР; строительные организации, предприятия жилищного хозяйства и подотраслей ЖКХ; предприятия производства и эксплуатации лифтового хозяйства; промышленности строительных материалов; научных и образовательных организаций ДНР; представители средств массовой информации и телевидения. Дистанционно участвовали эксперты из г. Москва, Астрахань, Воронеж, Ижевск, Липецк, Луганск и др.

Работа круглого стола была построена на проведении заседаний секций по вопросам «Направления развития строительного комплекса и ЖКХ в Донецкой Народной Республике в условиях интеграции в Российскую Федерацию», «Обеспечение безопасной эксплуатации лифтового парка ДНР в жилищном фонде». С приветственными словами к участникам пленарного заседания обратились: ректор ФГБОУ ВО «ДОННАСА» д.т.н., проф. Николай Михайлович Зайченко, Советник Главы Донецкой Народной Республики Александр Васильевич Гончаров, Министр строительства и ЖКХ ДНР Эдуард Александрович Осипов, врио директора Департамента науки и высшего профессионального образования Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики Елена Викторовна Свиридов, директор Департамента территориального развития Донецкой Народной Республики Минстроя ДНР Леонид Владимирович Семченков (рис. 1).



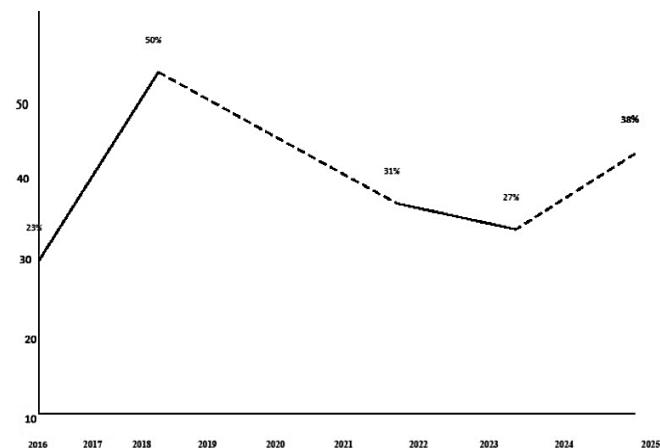
*Рис. 1. Приветственное слово к участникам пленарного заседания от ректора ФГБОУ ВО «ДОННАСА» д.т.н., проф. Николая Михайловича Зайченко*

В современных условиях скорейшего восстановления народного хозяйства Донецкой Народной Республики строительный комплекс и ЖКХ совместно со смежными отраслями народного хозяйства Республики призваны решать ключевые проблемы восстановления и развития экономического и социального потенциалов Республики. Значительный рост капитальных вложений для восстановления и развития экономики ДНР и ускоренное финансирование восстановительных строительно-монтажных работ повышают требования к восстановлению и развитию строительного комплекса и ЖКХ ДНР (рис. 2).



*Рис. 2. Тренды развития машиностроительной отрасли ДНР в соответствии с динамикой объемов реализации продукции машиностроения, млрд. руб.*

Значительной проблемой восстановления строительного комплекса Республики является отсутствие производства на территории ДНР важнейших строительных материалов, металлоизделий и продукции стройиндустрии, выезд трудовых кадров строителей за пределы Республики и др. Развитию машиностроительной отрасли ДНР будет способствовать выполнение Указа Президента РФ № 657 от 15 ноября 2021 года, которым предписано допустить на российские рынки товары из ДНР и ЛНР, временно не применяя товарные квоты на экспорт и импорт. Исходя из фактических результатов деятельности предприятий машиностроения ДНР на 2021 г., была запланирована загрузка производственных мощностей отдельных машиностроительных предприятий до 75 % (рис. 3).



*Рис. 3. Загрузка производственных мощностей машиностроительных предприятий ДНР, %*

Современные государственные задачи реализации Программы социально-экономического развития ДНР до 2030 года требуют уделять постоянное внимание восстановлению и развитию строительно-го комплекса и ЖКХ в Республике.

После завершения пленарного заседания работа круглого стола продолжилась в рамках двух секций: «Направления развития строительного комплекса и ЖКХ в Донецкой Народной Республике в условиях интеграции в Российскую Федерацию» и «Обеспечение безопасной эксплуатации лифтового парка ДНР в жилищном фонде». В работе первой секции с докладами выступили ученые ФГБОУ ВО «ДОННАСА», директор по корпоративным коммуникациям ГК «КрашМаш» (г. Москва), учредитель Smart Mobile ECO House Transformer, заместитель директора ООО «Коксохиммонтаж», директор «Термалэнд» (г. Новосибирск).

Участниками работы второй секции круглого стола стали представители таких организаций как: Донбасский механический завод лифтового обороудования (ЛифТЭК), научно-производственное объединение – ЛифТЭК 3000 ЛифтСпецСервис, производители лифтового оборудования – заводы: Шербинский, Метеор, ЕвроЛифтМаш, Татлифт, Велмакс, Карабаровский, Могилевский, компания БЕЛУР (Челябинск). Заседанию секции «Обеспечение безопасной эксплуатации лифтового парка ДНР в жилищном фонде» предшествовала презентация кабин лифтов различных производителей России и Белоруссии, которая вызвала большой интерес у участников (рис.4).



Рис. 4. Кабины лифтов производителей России и Белоруссии

На данный момент в ДНР зарегистрировано 5 705 лифтов, из них в жилищном фонде – 5 047, из которых половина работает уже более 25 лет. Износ лифтов составляет 52 %.

Для повышения безопасности срок эксплуатации лифта в многоквартирном доме строго нормирован. Согласно нормативам, предельный срок службы пассажирского лифта составляет 25 лет. Он определен ТР ТС 011/2011, затем требуется провести проверку.

Участники выразили консолидированное мнение, что на современном этапе для обеспечения безопасной эксплуатации лифтового парка основными направлениями деятельности (целями) являются следующие: Поддержание работоспособности лифтового парка ДНР. Модернизация и развитие лифтового парка ДНР. Налаживание связей с производителями лифтового оборудования РФ, сервисными лифтовыми компаниями, общественными организациями и отраслевыми ассоциациями. Реализация указанных направлений должна осуществляться под пристальным вниманием отраслевого сообщества и требует на современном этапе централизованного регулирования. Для этого предполагается: создать «Республиканской лифтовой союз» (название на согласование), который в краткосрочном периоде (1 календарный год) будет выполнять функции ситуационного центра и решать срочные организационно-экономические, управленические и др. задачи лифтового хозяйства Республики. Союз в своей деятельности всецело опирается на консультационную и организационную поддержку лифтового сообщества РФ, а также органов власти Республики.

Власти ДНР и ЛНР планируют создать совместный промышленный кластер по производству лифтов. С 2021 года отработали программу производства на территории двух республик лифтового оборудования. Мощности республик, наши компетенции, наши предприятия и в Луганске, и в Донецке могут практически на 99 % обеспечить ремонт и изготовление лифтов. Предлагается создать межрегиональный промышленный кластер по направлению лифтового хозяйства

Республика может полностью обеспечить производственное направление всеми необходимыми комплектующими. Лифт, произведенный на предприятиях в Донбассе, дешевле, например, белорусского аналога на 1 млн. рублей [2].

Исходя из основных целей, обозначенных выше, участники круглого стола определили задачи деятельности союза (на период: 2 кв. 2023 г. – 2 кв. 2024 г.) – это аудит лифтового хозяйства Республики. Сбор актуальных данных о состоянии лифтового парка в жилищном фонде, а также в системе объектов социальной инфраструктуры, количество действующих лифтов; количество действующих лифтов, отработавших нормативный срок службы; количество аварийных лифтов, нуждающихся в ремонте и модернизации, количество лифтов, нуждающихся в замене. Сбор и систематизация данных о кадровом составе лифтового хозяйства Республики, в том числе, данных о квалификации и подготовка отчета о необходимом минимальном количестве квалифицированного персонала для реализации

указанных целей. Перевод лифтового хозяйства Республики на законодательную и нормативную базу РФ. Цифровая трансформация лифтового хозяйства Республики. Создание и поддержание электронного ресурса (электронно-цифровой системы «Лифтовое хозяйство Республики»), в который будут включены перечни производителей лифтового оборудования РФ, перечни продукции по типам, электронная база технической нормативной документации и прочей сопутствующей документации (с актуализацией строительных заданий и технической и правовой информации и проч.). Организационное сопровождение всех процессов в лифтовом хозяйстве Республики: поставка, монтаж, замена, модернизация, сервисное обслуживание, экспертиза, эксплуатация, утилизация. Взаимодействие с отраслевыми объединениями лифтовой отрасли РФ. Взаимодействие с производителями лифтового оборудования РФ. Взаимодействие с представителями отраслей Республики (и др. вопросы).

Сегодня уже трудно представить себе город без работающего вертикального транспорта. Для огромного количества людей нормальная работа лифтового хозяйства является синонимом нормальной жизни.

Актуальность темы в том, что качественная работа лифтов и подъемных механизмов и их надежность остается одним из ключевых аспектов в деле обеспечения безопасности жилых и общественных зданий, поэтому необходимо непрерывное развитие и модернизация лифтового оборудования. Широкое распространение использования лифтового электропривода в промышленности и в повседневной жизни определяет лифт как наиболее распространенный вид вертикального транспорта.

Наблюдаемая в последнее время тенденция к повышению этажности зданий в городах, а также к комфорту передвижения в лифтах ведёт к усложнению систем управления процессом передвижения. Благодаря развитию современных микропроцессорных систем управления данные задачи успешно решаются в настоящее время.

Среди отечественных производителей лифтов выделяются три основных предприятия: Карагандинский механический завод (КМЗ), Щербинский лифтостроительный завод (ЩЛЗ) и Могилевский лифтостроительный завод (МЛЗ). Стоит упомянуть также Самаркандинский лифтостроительный завод, «Сибирский лифт» (г. Омск), Уральский лифтостроительный завод.

Конкуренция на лифтовом рынке заставляет отечественные предприятия постоянно повышать качество своей продукции. Этому способствует модернизация производства, установка современного высокотехнологичного оборудования, разработка новых конструкций лифтов.

Расширение номенклатуры предприятий-изготовителей обеспечивает заказчикам большой выбор лифтового оборудования. Так, наряду с типовыми и серийными проектами заводы изготавливают лифты по индивидуальным заказам. Лифтовое оборудование, представленное на рынке, разделяется на две категории – престижные, дорогие лифты и более дешевые. Первая, достаточно узкая категория лифтово-

го оборудования в основном представлена техникой зарубежных производителей, вторая, более обширная – отечественными. Поскольку лифты на сегодняшний день – обязательное условие комфортного пребывания в многоэтажных зданиях, то требования заказчиков будут неуклонно расти. Это касается в одинаковой степени всех категорий лифтов.

В стратегии развития российской лифтовой отрасли для эффективной реализации национального проекта «Жилье и городская среда» и программы замены лифтов в многоквартирных домах на период 2020 -2025 гг.

Приняты основные два направления развития и увеличения рынка сбыта лифтов на территории Российской Федерации на период 2020-2025 гг.

1. Реализация национального проекта «Жилье и городская среда», с целевым показателем увеличения объема жилищного строительства по вводу многоквартирных жилых домов согласно Паспорта проекта с планового значения на 2019 год в объеме 54,8 млн. кв. метров до 80,0 млн. кв. метров в 2024 году (+ 46,0 %) (таблица 1).

Таблица 1.

### Плановый показатель согласно Паспорта нацпроекта

Целевой показатель	2022	2023	2024
Объем ввода в многоквартирных жилых домах в год, млн. кв. метров	68,3	74,8	80,0
Прирост за год, %	+13,8 %	+9,5 %	+7,0 %

В жилищном фонде Российской Федерации эксплуатируется 473 тыс. лифтов, из которых 93,6 тыс. (20 %) отработали назначенный срок службы (25 лет), не отвечают современным стандартам безопасности, комфорта, доступности для маломобильных групп населения, энергоэффективности. Ежегодно стареют дополнительно 10 000 лифтов.

Фактически речь идет о замене или модернизации всех лифтов, отработавших назначенный срок службы (25 лет), в том числе в многоквартирных домах, включая лифты, отработавшие назначенный срок службы в мкд, собственники которых выбрали для формирования взносов на капитальный ремонт специальный счет (более 28,0 тыс. лифтов).

Таким образом, программа обновления лифтов, отработавших назначенный срок службы, в многоквартирных домах на территории Российской Федерации в части приведения лифтов в соответствие с требованиями технического регламента Таможенного союза «Безопасность лифтов» (ТР ТС 011/2011), должна быть завершена во всех субъектах Российской Федерации до 15 февраля 2025 г.

На основе данных можно спрогнозировать плановые показатели развития рынка лифтов в России, включая реализацию нацпроекта «Жилье и городская среда» и масштабную программу замены всех лифтов, отработавших назначенный срок службы, в многоквартирных домах:

Таблица 2.  
**Плановые показатели  
развития рынка лифтов в России**

	Плановый показатель		
	2022	2023	2024
Объем замены лифтов в год, тыс. ед.	30 000	30 000	30 000
Объем поставки на новое строительство	37 000	41 000	44 000
Итого объем рынка лифтов в год	67 000	71 000	74 000

Таким образом, ежегодный объем потребления лифтов в Российской Федерации планируется к увеличению с 45,6 тыс. лифтов в 2018 г. до 74,0 тыс. лифтов в 2024 г. (увеличение на 62,3 %), что практически соответствует потенциальной мощности существующих в России лифтостроительных предприятий (85,0 тыс. лифтов/год).

Таким образом до 15 февраля 2025 г. все находящиеся в эксплуатации лифты будут соответствовать требованиям технического регламента Таможенного союза «Безопасность лифтов» (ТР ТС 011/2011).

В последующий период при отработке назначенного срока службы лифты в основном будут подвергаться модернизации с целью приведения в соответствие с новыми стандартами, отражающими технический и технологический прогресс мирового лифтостроения.

На фоне стабильного роста рынка лифтов, а также за счет последовательной поддержки Минпромторгом России и региональными властями государственной политики импортозамещения, лифтостроительная отрасль России получила динамичное развитие, что отразилось как на перевооружении крупных «советских» лифтостроительных заводов, так и на создании в регионах малых и средних лифтостроительных предприятий.

В рамках взаимной интеграции в 2019 году на территории Российской Федерации открыты три совместных с ОАО «Могилевлифтмаш» лифтостроительных предприятия с добавленной стоимостью: ПО «МЛМ Воздухотехника» г. Москва, «МЛМ Невский Лифт» г. Санкт-Петербург, ПО «НЛМ» Московская область.

Все участники были удовлетворены итогами круглого стола и выразили единогласное мнение об актуальности указанных направлений деятельности и выразили уверенность в необходимости соз-

дания ситуационного центра – «Республиканский лифтовой союз» для решения первоочередных задач, стоящих перед лифтовым сообществом Донецкой Народной Республики.

Доклады, представленные на круглом столе, имеют чрезвычайно высокое практическое значение и создают основу для дальнейшего развития строительства и жилищно-коммунального хозяйства.

По итогам заседаний участники круглого стола пришли к следующему:

1. В настоящее время строительный комплекс и ЖКХ в ДНР имеют определяющее значение для восстановления экономики и инфраструктуры Республики в ближайшей и среднесрочной перспективе.

2. Для развития строительного комплекса и ЖКХ в ДНР необходимо форсировать переход на законодательную и нормативно-правовую базу Российской Федерации с целью создания правовой, экономической, технической и технологической основы деятельности изыскательских, проектных, строительно-монтажных и научно-исследовательских предприятий и организаций, учебных заведений высшего и среднего профессионального образования в единой технической, технологической, научно-образовательной системе РФ.

3. Для удовлетворения острых жизненных потребностей населения ДНР в жилье и восстановлении социально-экономического потенциала Республики в настоящее время разработана Программа социально-экономического развития ДНР на период до 2030 года, а также Республиканская программа «Строительство и восстановление объектов ДНР, в т.ч. инфраструктуры, на период 2023 -2025 гг.» [3].

#### *Список литературы*

1. В ДонНАСА обсудили перспективы строительства и ЖКХ ДНР. – Текст: электронный. Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства (Минстрой ДНР): официальный сайт. – 2023. – URL: <https://minstroy-dnr.ru/v-donnasa-obsudili-perspektivu-stroitelstva-i-zhkkh-dnr> (дата обращения 01.04.2023).
2. В ДНР запустят собственное производство лифтов. – Текст: электронный. Лента новостей ДНР. – 2023. – URL: <https://dnr-news.ru/society/2023/03/18/269975.html> (дата обращения 05.04.2023).
3. Концептуальные положения по развитию машиностроения Донецкой Народной Республики на 2022–2024 годы: брошюра / Р. Н. Лепа, В. В. Трубчанин, С. Н. Григорьевская, С. А. Маковецкий, М. А. Мызникова, О. А. Курносова, Е. Г. Курган, В. Ю. Мурай; науч.ред. Р. Н. Лепа; ГБУ «Институт экономических исследований». – Донецк, 2022. – 43 с.

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КРАНА-МАНИПУЛЯТОРА

Т. В. Луцко, к.т.н., доцент; А. С. Исаев; А. В. Демченко; В. А. Кондаков

ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка

---

**Аннотация.** В статье выполнен анализ кинематических параметров стрелового оборудования крана-манипулятора. В качестве объекта исследования принята шарнирно-сочлененная стрела крана-манипулятора с грузовым моментом 14,3 т·м (140,3 кН·м). Решена задача положения оголовка стрелового оборудования с грузозахватным приспособлением по заданным относительным перемещениям в кинематических парах. С помощью полученных аналитических зависимостей координат грузозахватного приспособления можно уточнить геометрические характеристики рабочей зоны крана-манипулятора. Для расширения функциональности крана рекомендуется установка поворотной люльки. Определены скорости движения оголовка стрелы при различных положениях крано-манипуляторной установки (КМУ) с двумя видами навесного оборудования: крюковой подвеской и поворотной люлькой. Обосновываются условия эксплуатации крана-манипулятора по скоростным параметрам для крюкового исполнения и исполнения с поворотной люлькой.

**Ключевые слова:** кинематика, кран-манипулятор, крюковая подвеска, люлька, скорость, стрела.

---



Луцко  
Татьяна Васильевна



Исаев  
Артем Сергеевич



Демченко  
Александр Викторович



Кондаков  
Владислав Альбертович

## ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

В процессе проектирования кранов-манипуляторов устанавливаются геометрические параметры и компоновочные схемы стрелового оборудования в соответствии с грузовысотными характеристиками. Для обоснования конструкторских решений кранов-манипуляторов рассчитывается кинематика, основанная на принципе обеспечения наилучших путей передачи нагрузок и симметричности нагрузления системы [1].

Краны-манипуляторы могут иметь различное стреловое и навесное оборудование, позволяющее решать задачи любой сложности. В качестве навесного оборудования могут быть использованы крюковая подвеска, люлька, устройство разгрузки мусорных контейнеров, грейферные и бордюрные захваты, виллы для паллет и др. Все это говорит об основном направлении развития кранов-манипуляторов – расширении функциональных возможностей под определенные задачи эксплуатации. Разработка и модернизация рабочего оборудования непосредственно связаны с обоснованием его кинематических характеристик. Это подтверждает актуальность настоящих исследований в данном вопросе.

В последнее время одной из тенденций развития управления рабочим процессом строительной техники различного назначения с шарнирно-сочлененным рабочим оборудованием, в частности, одноковшовых экскаваторов, автогидроподъемников, манипуляторов, является их роботизация. В связи с этим результаты настоящих исследований могут быть использованы не только для корректировки конструкторских разработок, но и для проектирования систем управления манипулятором [2 – 5].

В настоящей работе целью исследования является решение прямой задачи кинематического анализа стрелового оборудования крана-манипулятора. В частности, определяется положение оголовка стрелы с разными видами навесного оборудования в неподвижной системе координат, а также его абсолютная линейная скорость при заданных законах изменения обобщенных координат.

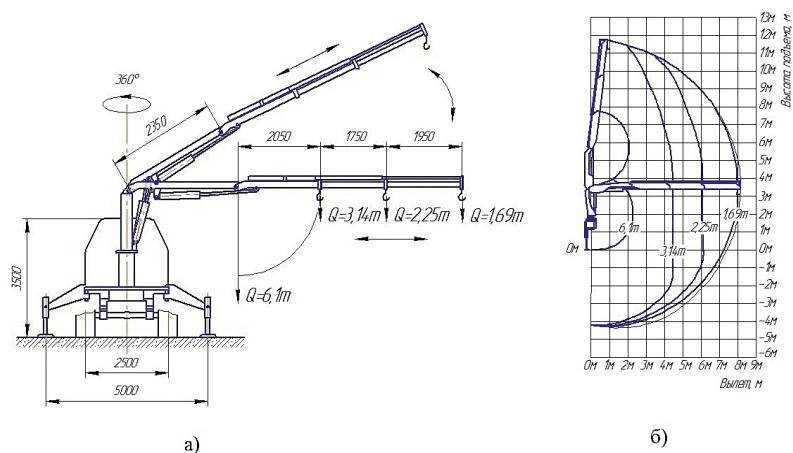
Решение этой задачи позволяет построить рабочую зону крано-манипуляторной установки (КМУ), а, следовательно, уточнить грузовысотные характеристики крана. Кинематические характеристики связаны с прочностными расчетами и непосредственно с конструированием стрелы, а также необходимы для исследования динамики КМУ.

## **ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ**

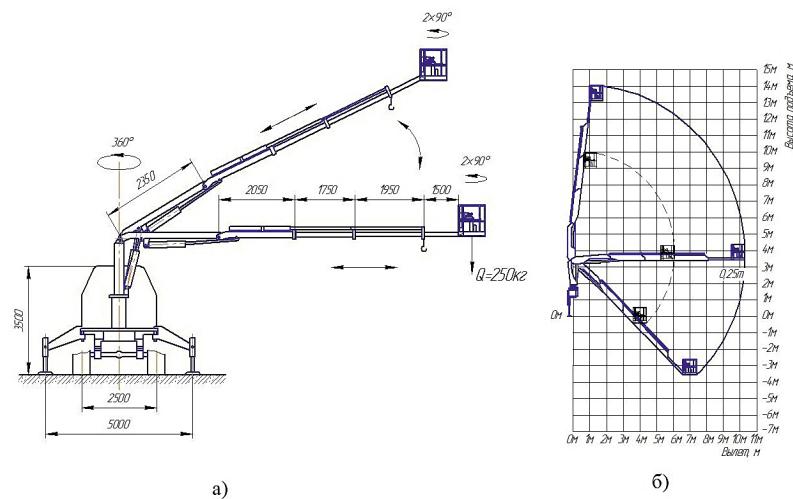
В качестве объекта исследования принята шарнирно-сочлененная стрела крана-манипулятора INMAN IM 150N с грузовым моментом 14,3 т·м (140,3 кН·м) (является аналогом шарнирно-сочлененной КМУ австрийского производства PALFINGER PK 15500) [6]. На рисунке 1 а) представлена схема с указанием направлений рабочих движений крано-манипуляторной установки крана INMAN IM 150N, а его грузовысотная характеристика показана на рисунке 1 б). Предлагается установить дополнительное навесное оборудование – поворотную люльку (угол поворота в плане 2'90°), закрепленную с помощью тяг к оголовку телескопической стрелы. На рисунке 2 а) представлена схема с указанием рабочих движений КМУ с поворотной люлькой, а на рисунке 2 б) – грузовысотная характеристика. Условия устойчивости в этом случае выполняются, поскольку грузоподъемность люльки 250 кг, а длина тяг для закрепления люльки небольшая – 1,5 м, при этом не только повышается функциональность крана, но и расширяется зона обслуживания КМУ.

Крано-манипуляторная установка рассматривается как система абсолютно твердых тел (звеньев), соединенных шарнирами. Примем расчетные кинематические схемы стрелового оборудования с двумя видами на-весного оборудования (крюк и люлька), изображенные на рисунке 3, причем в расчетной схеме гидроцилиндры не указываются.

На рисунке 3 а) обозначено:  $l_1$  – длина колонны ОА;  $l_2$  – длина корневой секции стрелы АВ;  $l_3$  – длина телескопических секций стрелы ВС; т. О – точка закрепления колонны; т. А – точка закрепления стрелового оборудования; т. В – шарнир между корневой секцией стрелы и телескопическими секциями; т. С – оголовок стрелы, в рассматриваемом случае – шарнир закрепления крюковой подвески.



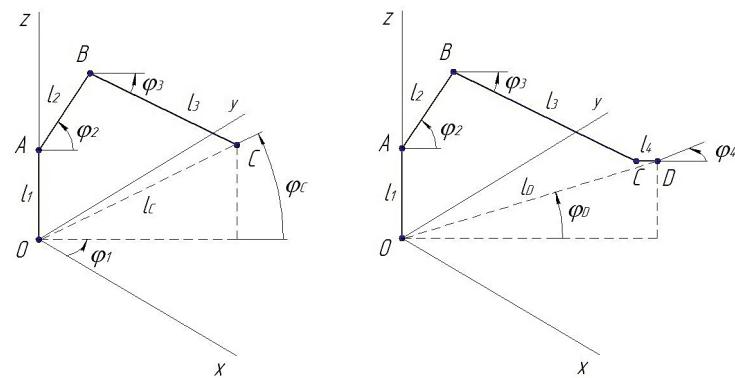
*Рис. 1. Кран-манипулятор INMAN IM 150N  
с крюковой подвеской:*



*Рис. 2. Кран-манипулятор INMAN IM 150N с поворотной люлькой:*

*а) – схема крана; б) – грузовысотная характеристика*

На рисунке 3 б) показана схема КМУ с поворотной люлькой, где принятые обозначения аналогичны рисунку 3 а), но добавлено следующее: 13 – длина телескопических секций стрелы и тяг закрепления люльки, т. D – центр тяжести люльки; 14 – плечо до центра тяжести люльки СД.



*Рис. 3. Расчетная схема крано-манипуляторной установки с шарнирно-сочлененной стрелой (без учета телескопирования стрелы):  
а) – с крюковой подвеской; б) – с поворотной люлькой*

Рассмотрим два варианта: I вариант – не учитывается скорость телескопирования стрелы; II вариант – учитывается скорость телескопирования стрелы.

Для I варианта в качестве обобщенных координат приняты:  $\varphi_1$  – угол поворота колонны;  $\varphi_2$  – угол, определяющий положение корневой секции стрелы (то есть угол наклона корневой секции стрелы относительно горизонтальной плоскости);  $\varphi_3$  – угол, определяющий положение телескопических секций стрелы (то есть угол наклона телескопических секций стрелы относительно горизонтальной плоскости);  $\varphi_4$  – угол поворота люльки (причем, поворот люльки принимается возможным, когда колонна не вращается). Таким образом, для I варианта в расчетных схемах КМУ все степени подвижности вращательные.

Для схемы, представленной на рисунке 3 а), обобщенные координаты:  $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ .

Для схемы, представленной на рисунке 3 б), на которой учитывается поворот люльки, обобщенные координаты:  $\varphi_2, \varphi_3, \varphi_4$ .

Координаты оголовка стрелы т. С для крюкового исполнения (рисунок 3 а)) определяются по формулам:

$$\left. \begin{array}{l} x_C = [l_2 \cos \varphi_2 + l_3 \cos \varphi_3] \cos \varphi_1; \\ y_C = [l_2 \cos \varphi_2 + l_3 \cos \varphi_3] \sin \varphi_1; \\ z_C = l_1 + l_2 \sin \varphi_2 + l_3 \sin \varphi_3. \end{array} \right\} \quad (1)$$

Координаты оголовка стрелы т. С, определяющие траекторию перемещения груза:

$$l_C(t) = \sqrt{x_C^2 + y_C^2 + z_C^2} = \sqrt{l_1^2 + l_2^2 + l_3^2 + 2l_2l_3 \cos(\varphi_2 - \varphi_3) + 2l_1l_2 \sin \varphi_2 + 2l_1l_3 \sin \varphi_3}; \quad (2)$$

$$\varphi_C(t) = \arccos \frac{l_2 \cos \varphi_2 + l_3 \cos \varphi_3}{\sqrt{l_1^2 + l_2^2 + l_3^2 + 2l_2l_3 \cos(\varphi_2 - \varphi_3) + 2l_1l_2 \sin \varphi_2 + 2l_1l_3 \sin \varphi_3}}. \quad (3)$$

Полученные зависимости координат (2) и (3) позволяют построить зону обслуживания и в дальнейшем уточнить грузовысотные характеристики КМУ в крюковом исполнении с учетом упругости звеньев.

Абсолютная скорость оголовка стрелы т. С в исполнении крана с крюковой подвеской:

$$\begin{aligned} V_C &= \sqrt{V_{\varphi_1}^2 + V_{\varphi_2}^2 + V_{\varphi_3}^2} = \\ &= \sqrt{(l_2 \cos \varphi_2 + l_3 \cos \varphi_3)^2 \cdot \dot{\varphi}_1^2 + l_2^2 \cdot \dot{\varphi}_2^2 + l_3^2 \cdot \dot{\varphi}_3^2}. \end{aligned} \quad (4)$$

Поскольку на данном этапе исследования не проводится анализ ускорений стрелового оборудования, ограничимся анализом определения координат и скоростей рабочих движений.

Пусть углы подъема корневой и телескопических секций стрелы одинаковые, то есть  $\varphi_2 = \varphi_3$ , и диапазон изменения этих углов составляет в соответствии с грузовысотными характеристиками от 0 до 83° (рисунки 1 б) и 2 б)). Рассмотрим, как изменяется скорость оголовка стрелы  $V_C$  при изменении угловой скорости поворота крана  $\varphi_1$  (0...0,16 c<sup>-1</sup>) и угловой скорости подъема стрелового оборудования  $\varphi_2$  (0...0,096 c<sup>-1</sup>) (рис. 4). Причем, для рассматриваемого крана максимальное значение угловой скорости  $\varphi_2 = 0,048$  c<sup>-1</sup> (соответствует времени полного изменения вылета стрелы 30 с). Увеличим значение  $\varphi_2$  до 0,096 c<sup>-1</sup> (времени полного изменения вылета стрелы 15 с). Частота вращения рассматриваемого крана 1 об/мин ( $\varphi_1 = 0,105$  c<sup>-1</sup>), увеличим частоту до 1,5 об/мин ( $\varphi_1 = 0,16$  c<sup>-1</sup>).

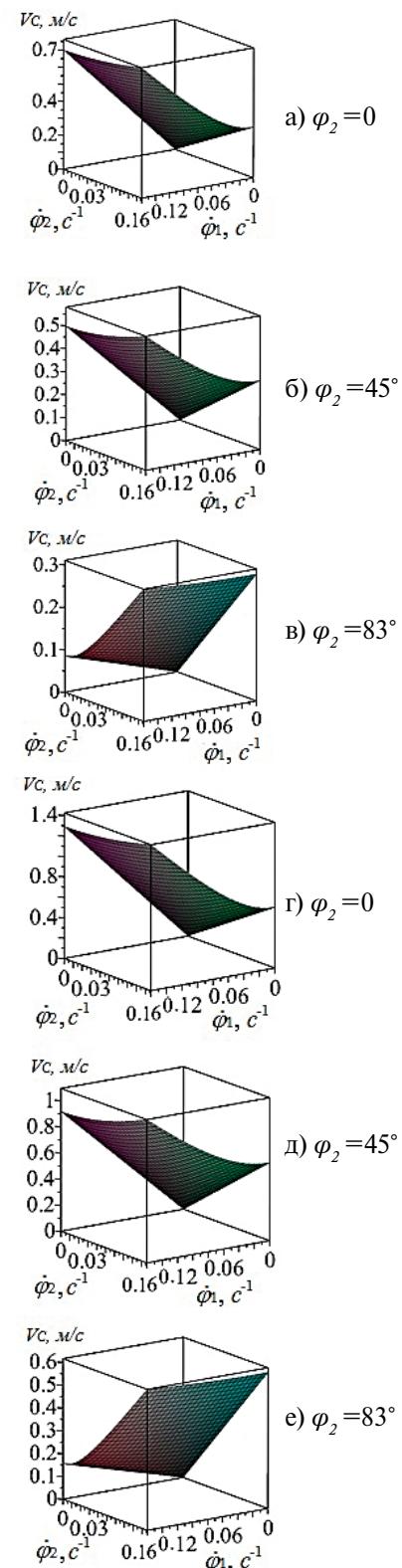


Рис. 4. Графики зависимости скорости оголовка стрелы  $V_C$  от угловой скорости поворота крана  $\varphi_1$  и угловой скорости подъема корневой и телескопических секций стрелы  $\varphi_2$ : а), б), в) – при длине телескопической стрелы  $l_3 = 2,05$  м; г), д), е) – при длине телескопической стрелы  $l_3 = 5,75$  м

Анализ графиков, представленных на рисунке 4, показал, что наибольшее влияние на абсолютную скорость оголовка стрелы  $V_c$  оказывает угловая скорость поворота крана  $\dot{\varphi}_1$ , угол наклона стрелового оборудования  $\varphi_2$  и длина телескопической стрелы, кроме положения стрелы с углом наклона  $\varphi_2 = 83^\circ$ . В последнем случае на скорость оголовка стрелы  $V_c$  большее влияние оказывает скорость  $\dot{\varphi}_2$ , а частота вращения практически не влияет; причем, скорость  $V_c$  получается по сравнению с другими положениями стрелы меньше: при длине телескопической стрелы 2,05 м  $V_c = 0,31$  м/с, а при длине стрелы 5,75 м  $V_c = 0,62$  м/с.

Максимальные значения скорости оголовка стрелы в крюковом исполнении возникают при горизонтальной стреле ( $\varphi_2 = 0$ ) и составляют:  $V_c = 0,76$  м/с при длине телескопической стрелы 2,05 м и  $V_c = 1,43$  м/с при длине телескопической стрелы 5,75 м (при этом частота вращения крана 1,5 об/мин, что соответствует угловой скорости поворота крана  $\dot{\varphi}_1 = 0,16$  с<sup>-1</sup>). Полученные значения  $V_c$  являются завышенными, поэтому не рекомендуется при стреле 5,75 м увеличение частоты вращения крана до 1,5 об/мин.

В рассматриваемом кране угловая скорость поворота 0,105 с<sup>-1</sup> (частота вращения 1 об/мин), угловая скорость подъема стрелового оборудования 0,048 с<sup>-1</sup> (соответствует времени полного изменения вылета 30 с). Для таких данных наибольшая скорость оголовка стрелы при максимальной длине телескопической стрелы 5,75 м составила  $V_c = 0,9$  м/с (угол  $\varphi_2 = 0$ ) и  $V_c = 0,32$  м/с (угол  $\varphi_2 = 83^\circ$ ). Поэтому при исполнении крана с люлькой и совмещении движений поворота и подъема полностью телескопически выдвинутой стрелы не рекомендуется осуществлять поворот с частотой вращения 1 об/мин (0,105 с<sup>-1</sup>). В этом случае рекомендуется снизить частоту вращения крана до 0,6 об/мин (0,063 с<sup>-1</sup>), тогда скорость оголовка стрелы не будет превышать  $V_c = 0,59$  м/с.

Координаты центра тяжести люльки т. Д (поворот люльки возможен только при отсутствии вращения КМУ) (рис. 3 б)) определяются по формуле:

$$\left. \begin{array}{l} x_D = l_2 \cos \varphi_2 + l_3 \cos \varphi_3 + l_4 \cos \varphi_4; \\ y_D = l_4 \sin \varphi_4; \\ z_D = l_1 + l_2 \sin \varphi_2 + l_3 \sin \varphi_3. \end{array} \right\} \quad 5)$$

Координаты т. Д, которые определяют траекторию перемещения люльки:

$$l_D(t) = \sqrt{x_D^2 + y_D^2 + z_D^2} = \sqrt{l_1^2 + l_2^2 + l_3^2 + l_4^2 + 2l_2l_3 \cos(\varphi_2 - \varphi_3) + 2l_2l_4 \cos \varphi_2 \cos \varphi_4 + 2l_3l_4 \cos \varphi_3 \cos \varphi_4 + 2l_1l_2 \sin \varphi_2 + 2l_1l_3 \sin \varphi_3}; \quad (6)$$

$$\varphi_D(t) = \arcsin \frac{z_D}{l_D(t)} = \frac{l_1 + l_2 \sin \varphi_2 + l_3 \sin \varphi_3}{\sqrt{l_1^2 + l_2^2 + l_3^2 + l_4^2 + 2l_2l_3 \cos(\varphi_2 - \varphi_3) + 2l_2l_4 \cos \varphi_2 \cos \varphi_4 + 2l_3l_4 \cos \varphi_3 \cos \varphi_4 + 2l_1l_2 \sin \varphi_2 + 2l_1l_3 \sin \varphi_3}}. \quad (7)$$

Полученные зависимости координат люльки (6) и (7) позволяют построить зону обслуживания и в дальнейшем уточнить грузовысотные характеристики КМУ в исполнении с поворотной люлькой и учетом упругости звеньев.

Абсолютная скорость люльки т. D:

$$V_D = \sqrt{V_{\varphi_2}^2 + V_{\varphi_3}^2 + V_{\varphi_4}^2} = \sqrt{l_2^2 \cdot \dot{\varphi}_2^2 + l_3^2 \cdot \dot{\varphi}_3^2 + l_4^2 \cdot \dot{\varphi}_4^2}. \quad (8)$$

Примем, что угловые скорости подъема корневой и телескопической стрел равными  $\dot{\varphi}_2 = \dot{\varphi}_3$ . Рассмотрим зависимость скорости движения люльки  $V_D$  от одновременного изменения угловой скорости поворота люльки  $\dot{\varphi}_4$  (0...0,3 с<sup>-1</sup>) и угловой скорости подъема стрелового оборудования (0...0,096 с<sup>-1</sup>) (рис. 5).

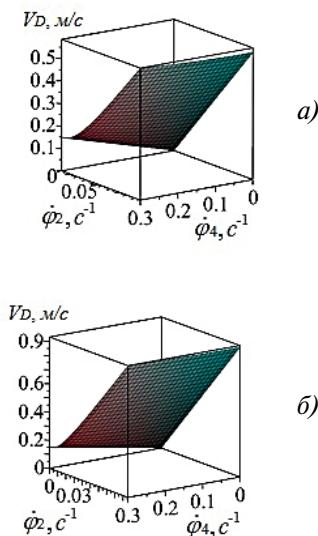


Рис. 5. Графики зависимости скорости люльки  $V_D$  от угловой скорости подъема корневой и телескопических секций стрелы  $\varphi_2$  и угловой скорости поворота люльки  $\varphi_4$ :

а) – при длине телескопической стрелы и тяг закрепления люльки  $l_3 = 3,55$  м;

б) – при длине телескопической стрелы и тяг закрепления люльки  $l_3 = 7,25$  м

Согласно полученным результатам скорость движения люльки  $V_D$  не зависит от угла наклона стрелового оборудования и практически не зависит от угловой скорости поворота люльки  $\varphi_4$ . В основном скорость движения люльки  $V_D$  зависит от угловой скорости подъема стрелового оборудования  $\varphi_2$  и от длины телескопической стрелы. Максимальная скорость движения люльки составила при угловой скорости подъема стрелы 0,096 с<sup>-1</sup>:  $V_D = 0,93$  м/с (при телескопической стреле 5,75 м и тягах 1,5 м);  $V_D = 0,58$  м/с (при телескопической стреле 2,05 м и тягах 1,5 м). Данные значения скорости  $V_D$  получились завышенными для подъемников [7, 8], поэтому не рекомендуется увеличивать скорость подъема стрелы до 0,096 с<sup>-1</sup>.

В рассматриваемом кране угловая скорость подъема стрелового оборудования 0,048 с<sup>-1</sup> (соответствует времени полного изменения вылета 30 с). В этом случае скорость люльки при максимальной длине телескопической стрелы 5,75 м и тягах 1,5 м составила  $V_D = 0,48$  м/с, а при стреле 2,05 м и тягах 1,5 м –

$V_D = 0,32$  м/с. Что для условий эксплуатации подъемников является удовлетворительным [7, 8], поэтому можно рекомендовать на кране INMAN IM 150N установку люльки, но при этом не превышать значения угловой скорости подъема стрелового оборудования выше  $0,048 \text{ c}^{-1}$ .

Далее рассмотрим II вариант работы КМУ, когда учитывается скорость телескопирования стрелы.

Для II варианта в расчетных схемах крано-манипуляторной установки две степени подвижности вращательные и одна поступательная:

– для схемы, представленной на рисунке 6 а), обобщенные координаты:  $\varphi_1, \varphi_2, l$ ;

– для схемы, представленной на рисунке 6 б), на которой учитывается поворот люльки, обобщенные координаты:  $\varphi_2, \varphi_4, l$ .

Примем обозначение  $l$  общей длины корневой секции стрелы и выдвигаемых секций телескопической стрелы, а в случае исполнения с люлькой еще включаем длины тяг.

Координаты оголовка стрелы т. С для крюкового исполнения (рис. 6, а) с учетом телескопирования стрелы определяются по формуле:

$$\left. \begin{aligned} x_C &= l \cos \varphi_1 \cos \varphi_2; \\ y_C &= l \sin \varphi_1 \cos \varphi_2; \\ z_C &= l_1 + l \sin \varphi_2. \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Абсолютная скорость оголовка т. С (крюковой подвески) с учетом телескопирования стрелы:

$$V_C = \sqrt{V_\ell^2 + V_{\varphi_1}^2 + V_{\varphi_2}^2} = \sqrt{\dot{l}^2 + \ell^2 \cdot \cos^2 \varphi_2 \cdot \dot{\varphi}_1^2 + \ell^2 \cdot \dot{\varphi}_2^2}. \quad (10)$$

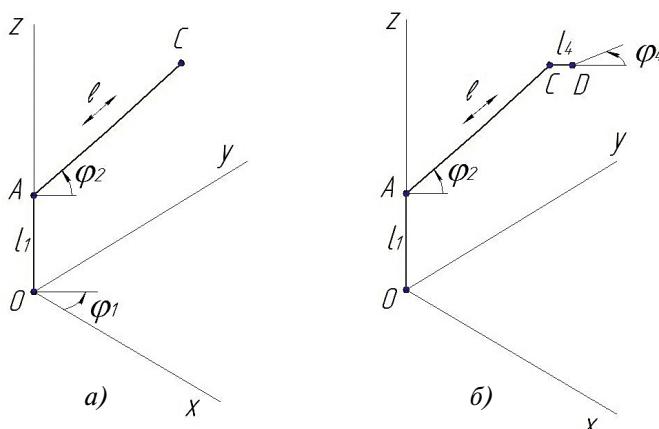


Рис. 6. Расчетная схема крано-манипуляторной установки с шарниро-сочлененной стрелой (с учетом телескопирования стрелы):

- а) – с крюковой подвеской;  
б) – с поворотной люлькой

На рисунке 7 представлены графики зависимости скорости  $V_C$  от угловой скорости поворота крана  $\varphi_1$  и скорости телескопирования стрелы  $l$ , при этом угловую скорость подъема стрелы принимаем постоянной  $\varphi_2 = 0,048 \text{ c}^{-1}$ . Диапазон изменения скоростей:  $\varphi_1 = 0 \dots 0,16 \text{ c}^{-1}$ ,

$l = 0 \dots 0,2 \text{ м/с}$  ( $0,2 \text{ м/с}$  соответствует времени телескопирования 20 с). Стrela телескопически выдвигается на полную длину. Полученные результаты показали, что наибольшая скорость оголовка стрелы  $V_C = 1,37 \text{ м/с}$  возникает при максимальной частоте вращения крана  $\varphi_1 = 0,16 \text{ c}^{-1}$  и горизонтальной стреле, причем скорость телескопирования практически не влияет, кроме минимального вылета стрелы, для которого угол наклона стрелы  $\varphi_2 = 83^\circ$ . В последнем случае наибольшее значение скорости  $V_C = 0,46 \text{ м/с}$ , что в три раза меньше по сравнению с горизонтальной стрелой. В рассматриваемом кране угловая скорость поворота  $\varphi_1 = 0,105 \text{ c}^{-1}$  (частота вращения 1 об/мин), для которой скорость оголовка стрелы  $V_C = 0,95 \text{ м/с}$  при горизонтальной полностью выдвинутой стреле. Поэтому в случае оснащения крана люлькой необходимо снизить частоту вращения крана до 0,6 об/мин ( $\varphi_1 = 0,063 \text{ c}^{-1}$ ) и снизить угловую скорость подъема стрелы до  $\varphi_2 = 0,036 \text{ c}^{-1}$  (соответствует времени полного изменения вылета стрелы 40 с), что обеспечит скорость оголовка стрелы, не превышающую значение  $V_C = 0,6 \text{ м/с}$ .

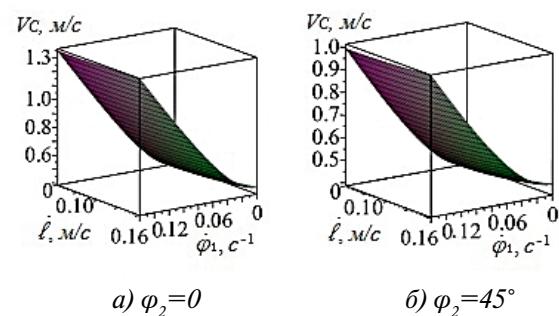


Рис. 7. Графики зависимости скорости  $V_C$  от угловой скорости поворота крана  $\varphi_1$  и скорости телескопирования  $l$

Координаты центра тяжести люльки D (рис. 6 б)) с учетом телескопирования стрелы (кран в этом случае не вращается, а только осуществляется поворот люльки):

$$\left. \begin{aligned} x_D &= l \cos \varphi_2 + l_4 \cos \varphi_4; \\ y_D &= l_4 \sin \varphi_4; \\ z_D &= l_1 + l \sin \varphi_2. \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

Абсолютная скорость люльки т. D с учетом телескопирования стрелы:

$$V_D = \sqrt{V_{\varphi_2}^2 + V_l^2 + V_{\varphi_4}^2} = \sqrt{\dot{l}^2 + \dot{\varphi}_2^2 + \dot{\varphi}_4^2 + l_4^2 \cdot \dot{\varphi}_4^2}. \quad (12)$$

На рис. 8 а) представлен график зависимости скорости люльки  $V_D$  от угловой скорости подъема стрелы  $\dot{\varphi}_2$  и скорости телескопирования  $l$ , при этом угловую скорость поворота люльки принимаем постоянной  $\dot{\varphi}_4 = 0,3 \text{ с}^{-1}$ . Диапазон изменения скоростей:  $l = 0...0,2 \text{ м/с}$ ,  $\dot{\varphi}_2 = 0...0,048 \text{ с}^{-1}$ . Полученный график показал, что угловая скорость подъема стрелы  $\dot{\varphi}_2$  существенно влияет на скорость люльки  $V_D$ , а скорость телескопирования незначительно влияет на скорость люльки  $V_D$ . Максимальное значение скорости люльки составило  $V_D = 0,52 \text{ м/с}$  при угловой скорости  $\dot{\varphi}_2 = 0,048 \text{ с}^{-1}$  и скорости телескопирования  $0,2 \text{ м/с}$ .

На рисунке 8 б) представлен график зависимости скорости люльки  $V_D$  от угловой скорости поворота люльки  $\dot{\varphi}_4$  и скорости телескопирования  $l$ , при этом угловую скорость подъема стрелы принимаем постоянной  $\dot{\varphi}_2 = 0,048 \text{ с}^{-1}$ . Диапазон изменения скоростей:  $l = 0...0,2 \text{ м/с}$ ,  $\dot{\varphi}_4 = 0...0,3 \text{ с}^{-1}$ . Данный график показал, что скорость телескопирования  $l$  и угловая скорость поворота люльки  $\dot{\varphi}_4$  существенно влияют на скорость люльки  $V_D$ . Максимальное значение скорости люльки составило  $V_D = 0,52 \text{ м/с}$  при угловой скорости поворота люльки  $\dot{\varphi}_4 = 0,3 \text{ с}^{-1}$  и скорости телескопирования  $0,2 \text{ м/с}$ . Полученные данные скорости люльки  $V_D$  удовлетворяют условиям эксплуатации подъемников [7, 8].

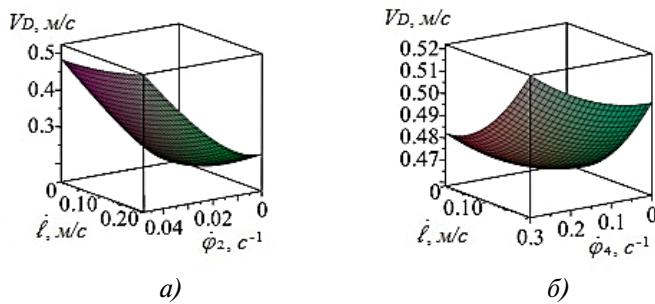


Рис. 8. Графики зависимости скорости люльки  $V_D$  от скорости телескопирования  $l$  угловой скорости подъема стрелы  $\dot{\varphi}_2$  (а) и от угловой скорости поворота люльки  $\dot{\varphi}_4$  (б)

## ВЫВОДЫ:

1. Выполнен кинематический анализ шарниро-сочлененной стрелы крана-манипулятора в двух исполнениях: с крюковой подвеской и с поворотной люлькой.

2. Полученные аналитические зависимости позволяют на этапе проектирования крана моделировать зону обслуживания крана, корректировать грузовысотные характеристики и прогнозировать

скоростные параметры рабочих движений краноманипуляторной установки.

3. Определены скорость оголовка стрелы крана в крюковом исполнении и с поворотной люлькой. Установлено, что наибольшее влияние на скорость грузозахватных приспособлений имеет частота вращения крана, которую рекомендуется не превышать более 1 об/мин в случае исполнения с крюковой подвеской.

4. Рекомендуется установка на кране INMAN IM 150N поворотной люльки, но при этом в целях снижения динамических нагрузок необходимо не превышать скорость оголовка стрелы выше 0,6 м/с. Для этого при совмещении движений поворота и подъема полностью выдвинутой телескопической стрелы следует снизить частоту вращения крана до 0,6 об/мин и угловую скорость подъема стрелы до  $0,036 \text{ с}^{-1}$ .

## Список литературы

- Петренко, А. М. Грузовые манипуляторы специальных транспортных средств: учебное пособие / А. М. Петренко; А. Т. Звеков. – Москва: МАДИ(ГТУ), 2009. – 90 с. – Текст : непосредственный.
- Бурдаков, С. Ф. Проектирование манипуляторов промышленных роботов и роботизированных комплексов : учебное пособие для студ. вузов, обучающихся по спец. «Робототехнические системы» / С. Ф. Бурдаков, В. А. Дьяченко, А. Н. Тимофеев. – Москва: Высшая школа, 1986. – 264 с.: ил. – Текст : непосредственный.
- Зенкевич, С. Л. Управление роботами. Основы управления манипуляционными роботами: Учебник для вузов / С. Л. Зенкевич, А. С. Ющенко. – Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 400 с., ил. – ISBN 5-7038-1339-5. – Текст : непосредственный.
- Ha Q.P. A Control Architecture for Robotic Excavation in Construction / Q.P. Ha. – Text : direct // Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering. – Vol. 19. – 2004. – P. 28–41.
- Nielsen, J. On the Kinematic Analysis of Robotic Mechanisms / James Nielsen, Bernard Roth. – Text : direct // The International Journal of Robotics Research. – Vol. 18. – No. 12. – 1999. – P. 1147 – 1160.
- PALFINGER AG: Loader Cranes : [website]. – Text : electronic. – URL : <https://www.palfinger.com/en> (date of application: 10.05.2023).
- Автомобильные подъемники и вышки: Каталог. – Москва: Проектно-конструкторский и технологический институт промышленного строительства ОАО ПКТИ-промстрой, 2001. – 87 с. – Текст : непосредственный.
- Bronto Skylift Access Products: Aerial work platforms : [website]. – Text : electronic. – URL : <https://brontoskylift.com/access-aerial-platforms/> (date of application: 10.05.2023).

# ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПОЛИТИКИ В СФЕРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА СОЦИАЛЬНОГО ЖИЛЬЯ

**О. Н. Зерова, к.э.н., доцент; Н. И. Яркова, к.э.н., доцент; И. В. Бодня; А. Н. Прокопенко**  
ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены современные подходы к реализации инвестиционной политики в сфере строительства социального жилья. Усовершенствован механизм управления социальным жилищным строительством в части разработки новых форм финансирования строительства и взаимодействия исполнительных органов государственной власти с частными инвесторами для обеспечения привлечения инвестиций в данную сферу. Выявлены преимущества и недостатки внедрения предложенного механизма для частного и публичного партнеров. Обосновано, что для эффективной реализации инвестиционной политики в сфере строительства социального жилья должна быть создана соответствующая законодательная база.

**Ключевые слова:** социальное жилье, сфера строительства, инвестиционная политика, государственно-частное партнерство, потребность в жилье, жилищный фонд социального использования, договор социального найма, наемные дома.



**Зерова  
Ольга Николаевна**



**Яркова  
Нина Ивановна**



**Бодня  
Иван Викторович**



**Прокопенко  
Александр Николаевич**

## ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Обеспеченность жильем как фактором качества жизни является важным социально-экономическим показателем уровня развития государства, неотъемлемым конституциональным правом. В настоящее время в Российской Федерации разработка инвестиционной политики в области социального жилищного строительства, программ по обеспечению жильем малообеспеченных граждан является приоритетным направлением государственной политики. В Жилищном кодексе Российской Федерации [1] закреплены основы для обеспечения условий для осуществления права на жилище. В этой связи повышение эффективности реализации инвестиционной политики в сфере жилищного строительства, в том числе социального жилья, приобретает важное практическое значение и связано с разработкой новых подходов к управлению строительством социального жилья, форм взаимодействия субъектов этой сферы.

## АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Значительный вклад в решение проблем управления строительством жилья, разработку инвестиционной политики в сфере строительства жилья в России и зарубежных странах внесли исследования Е. В. Балабенко, А. М. Балтиной, Д. В. Беловой, М. С. Бессонова, Л. Н. Богак, В. В. Бузырева, К. О. Булгаковой, В. В. Виноградовой, К. К. Глинского, Л. С. Кириленко, О. А. Ковалевой, А. А. Колосовской, Н. П. Кошмана, А. А. Пайгусова, В. Н. Пономарева, Н. Д. Потиенко, А. С. Пузанова, О. М. Пырковой, А. С. Самойлова, В. Г. Севки, Л. Г. Селютиной, Т. А. Тропниковой, В. С. Чекалина, Б. Шварца, А. В. Широкова. Однако

следует отметить, что до настоящего времени вопросы формирования инвестиционной политики в сфере строительства социального жилья, повышения эффективности ее реализации недостаточно изучены.

**ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ** заключается в рассмотрении направлений реализации инвестиционной политики в сфере строительства социального жилья.

### ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

В качестве основных приоритетов государственной жилищной политики выступают обеспечение доступности жилья для всех категорий граждан и структурно-качественное соответствие жилищного фонда потребностям населения. Они определены в государственной программе «Обеспечение доступным и комфортным жильем и коммунальными услугами граждан Российской Федерации» [2], Указе Президента «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [3], Указе Президента «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» [4], Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года [5].

Как известно, потребность в жилье входит в число базовых потребностей человека, а жилищная проблема является одной из основных социальных проблем. По данным Федеральной службы государственной статистики общий жилой фонд Российской Федерации на конец 2022 года составляет 4,1 млрд. кв. м. и около 71,2 млн. квартир, а обеспеченность населения жильем – в среднем 28,2 кв. м. на 1 человека. В 2000 году в РФ состояло на учете в качестве нуждающихся в улучшении жилищных условий 5,4 млн. семей, в 2014 году их количество снизилось до 2,7 млн. семей, а к 2021 году – до 2,1 млн. семей (рис. 1).



*Рис. 1. Динамика обеспеченности населения Российской Федерации жильем в 2000-2021 гг., тыс. семей*

В Донецкой Народной Республике общее количество населения, которое нуждается в улучшении жилищных условий, составляет 135,8 тыс. чел., из которых около 5 % (или 6,9 тыс. чел.) утратили жилье в результате боевых действий [6].

В конце 2021 года государственное и муниципальное жильё, предоставляемое по договору социального найма, занимало около 225 млн. кв. м, или 6 % всего жилищного фонда Российской Федерации. При этом количество семей в Российской Федерации, получивших жилье по договору социального найма, в 2021 году составило 33,1 тыс., а в 2022 году оно увеличилось до 35,6 тыс. Несмотря на положительные тенденции в обеспечении жильем малоимущих граждан, объемы строительства социального жилья снижаются, наблюдается длительный период ожидания его получения, недостаток выделяемых на эти цели средств.

К социальному жилью относят жилье, соответствующее установленным государством федеральным жилищным стандартам и предоставляемое на условиях найма гражданам, признанным в установленном государством порядке нуждающимися в улучшении жилищных условий.

В Жилищном кодексе Российской Федерации используется термин «жилищный фонд социального использования», который находится в государственной или муниципальной собственности [1]. Следует отметить, что действующее законодательство в сфере жилищного строительства ограничивает толкование термина социального жилья и значительно усложняет решение задач государства по обеспечению реализации права граждан на жилье.

Анализ работ, посвященных проблеме социального жилья, показал, что такие исследователи, как Д. В. Белова, В. Н. Пономарев, А. С. Пузанов, В. С. Чекалин связывают понятие социального жилья с источником финансирования его строительства – бюджетными средствами, и утверждают, что такое жилье предоставляется на основе найма. Однако существует и иная точка зрения, которой придерживаются ученые А. М. Балтина, Л. С. Кириленко, А. В. Широков. Они считают, что источником финансирования строительства социального жилья должны являться не только бюджетные средства, но и привлеченные.

Классифицировать жилищный фонд можно по разным признакам. Так, по форме собственности его можно разделить на государственный, муниципальный и частный. По целям использования можно выделить жилищный фонд коммерческого использования, жилищный фонд социального использования, индивидуальный жилищный фонд и специализированный. При этом, согласно Жилищному кодексу Российской Федерации [1], специализированный жилищный фонд, в отличие от всех других выше перечисленных, не может находиться в частной собственности, так как он относится к собственности государства и муниципальных образований и используется для реализации трудовой, кадровой и социальной политики государства в связи с текущей геополитической ситуацией и форс-мажорными обстоятельствами.

Из фонда социального использования жилье может предоставляться малообеспеченным гражданам на основании договора социального найма (бессрочно и бесплатно), а также малообеспеченным и другим категориям граждан на основании договора найма

жилищного фонда социального использования (бесплатно на определенный срок (не более 10 лет) в так называемых «наемных домах», являющихся инновацией в жилищной сфере). К положительным моментам введения нового формата социального жилья в виде наемных домов можно отнести расширение круга лиц, кому социальное жилье может быть доступно; установление ограничений размера платы за наем, выше которых плата за жилье не может быть назначена; фиксированный размер платы, который не может меняться чаще, чем один раз в три года.

Изучение зарубежного опыта показало, что в европейских странах и в Австралии жилищная проблема малообеспеченных граждан решается за счет арендного жилья, значительную часть которого составляет социальное жилье (в Англии социальное жилье составляет около 18 %, во Франции – 17 %, в Германии – более 10 %, в Швейцарии – 14 %, в Нидерландах – 33 %, в Дании – чуть больше 20 %, в Австрии – 23 %, в Австралии – 5 % от общего объема жилья). От общеевропейского отличается подход Испании, где рынок жилья ориентирован на владение, социальное жилье в основном покупают, а не арендуют (83 % жителей являются собственниками жилья и только 1 % арендует социальное жилье) [7]. Одним из преимуществ, которое имеется в арсенале у экономически развитых стран при проведении социальной жилищной политики, является возможность использования долгосрочных кредитов по низким процентным ставкам. Кроме того, успех решения жилищной проблемы малоимущего населения связан, в том числе, с использованием различных моделей финансирования строительства социального жилья. Так, в мировой практике широко используется механизм государственно-частного партнерства (ГЧП).

Принимая во внимание то, что строительство социального жилья в Российской Федерации финансируется преимущественно из государственного бюджета, то есть практически отсутствует практика привлечения средств частных инвесторов, становится очевидным, что необходимо совершенствовать существующий механизм финансирования строительства социального жилья. Существенной проблемой при этом является необходимость дальнейшего развития нормативно-правовой базы. Одними из необходимых условий ее решения являются разработка положений об участии частных партнеров в процессе социального жилищного строительства, установление стандартов ответственности органов власти и инвесторов. Кроме этого, необходимо создать информационную базу для обеспечения контроля за процессом принятия управленческих решений в процессе строительства социального жилья.

В первую очередь требует совершенствования существующий механизм управления социальным жилищным строительством в части разработки новых форм финансирования строительства и взаимодействия исполнительных органов государственной власти с частными инвесторами для обеспечения привлечения инвестиций в данную сферу. На рисунке 2 представим механизм государственно-частного партнерства в строительстве социального жилья.

Объектом партнерства, как видно из рисунка, является строительство социального жилья. Субъектами партнерских отношений при реализации государственно-частного партнерства в сфере строительства социального жилья выступают частный партнер и органы государственной власти (публичный партнер).

Участниками государственно-частного партнерства являются потребители благ и услуг (социального жилья). Кроме того, необходимо выделить и специализированные структуры системы обеспечения взаимодействия частного и публичного партнеров, к которым можно отнести проектные и проектно-конструкторские организации, финансово-кредитные учреждения, поставщиков ресурсов.

Необходимо отметить, что при внедрении механизма государственно-частного партнерства в процессе реализации проектов строительства социального жилья целесообразно предусмотреть возможность делегирования части функций государственного заказчика частному инвестору. На предпроектной и проектной стадии целесообразно обеспечить полное финансирование работ из бюджета и позволить инвестору вкладывать средства только на этапе строительства социального жилья [8].

В то же время необходимо обеспечить возможность поддержки частных партнеров. Так, экономические методы стимулирования могут состоять из финансовых и налоговых аспектов. Со стороны государства частному инвестору могут быть предоставлены такие механизмы, как софинансирование строительства социального жилья, субсидирование процентной ставки по долгосрочным кредитам в коммерческих банках, предоставление права на получение дохода от сдачи жилья в аренду на период, который обеспечивает возврат инвестиций частному партнеру, льготы на приобретение земельных участков для строительства социального жилья, предоставление гарантий кредитным учреждениям в случае получения частными инвесторами кредитов на строительство социального жилья. Государство также может осуществлять налоговое стимулирование в виде освобождения от налогов на землю и имущество. Причем, в обязательном порядке предлагаемые стимулы для частных инвесторов должны отражаться в законодательстве, регулирующем границы ответственности частных инвесторов и органов власти, а также разработку правил предоставления услуг частными инвесторами получателям социального жилья.

Механизм ГЧП предполагает финансирование за счет собственных средств частного партнера, корпоративных кредитов, целевого проектного финансирования, кредитов банков, других видов заемного финансирования, в том числе облигаций с обеспечением в форме доходов от предоставления жилья внаем [9].

Целесообразно выделить несколько этапов реализации инвестиционной политики в сфере строительства социального жилья, а также инструменты, характерные для каждого этапа. Первый этап – это период формирования системы партнерства между государством и частными инвесторами в реализации

программ социального жилья. На этом этапе основным источником финансирования строительства социального жилья могут быть бюджетные средства муниципалитетов [10, 11]. Государству необходимо заложить основы для создания системы строительства и эксплуатации социального жилья с использованием бюджетных средств, накопить определенный опыт в решении этого вопроса, что привлечет внимание частных инвесторов. Основываясь на зарубежном опыте, наряду со строительством муниципального социального жилья следует ввести субсидии для некоторых категорий жителей.

Второй этап в развитии инвестиционной политики строительства социального жилья предполагает появление значительного количества инвесторов, участвующих в реализации социальных проектов и получающих определенную выгоду от совместной деятельности с государством. На этом этапе необходимо создать новый крупномасштабный фонд социального жилья путем привлечения частных инвесторов и создания управляющих компаний для предоставления жилья нуждающимся гражданам на условиях социальной аренды. В то же время государству необходимо сохранить частичные субсидии на аренду частного жилья для этих категорий граждан. Этот инструмент социальной поддержки целесообразно сохранить для граждан, стоящих в очереди на получение социального жилья.

Результатом реализации проекта государственно-частного партнерства должны стать для государства получение в собственность жилья для решения социальных проблем, а для частных партнеров — экономическая выгода в виде прибыли. При этом другие участники государственно-частного партнерства также получают определенные бонусы: различные отрасли инвестиционно-строительного комплекса, такие как производство строительных материалов — использование своего производственного потенциала и увеличение спроса на продукцию, предприятия обслуживающего характера (инфраструктурные организации) — гарантированный сбыт своей продукции и услуг, финансово-кредитные учреждения — снижение рисков при осуществлении кредитных операций, участники договоров долевого строи-

тельства — современное жилье на рыночных условиях, население, нуждающееся в улучшении жилищных условий, но не имеющее возможности приобрести собственное жилье, — социальное жилье в пользование. Однако, такой субъективный фактор, как менталитет населения, обусловленный низкой популярностью арендных отношений в целом, сужает возможности использования предложенного механизма. Приобретение жилья в собственность считается приоритетнее найма, поскольку собственность дает некоторую уверенность в своем материальном положении. С точки зрения вложения своих средств инвестирование в покупку недвижимого имущества для граждан представляется более привлекательным. Кроме этого, на сегодняшний день арендные отношения слабо регулированы законом, недоверие граждан к рынку аренды в целом обусловлено низкой защищенностью арендаторов со стороны государства.

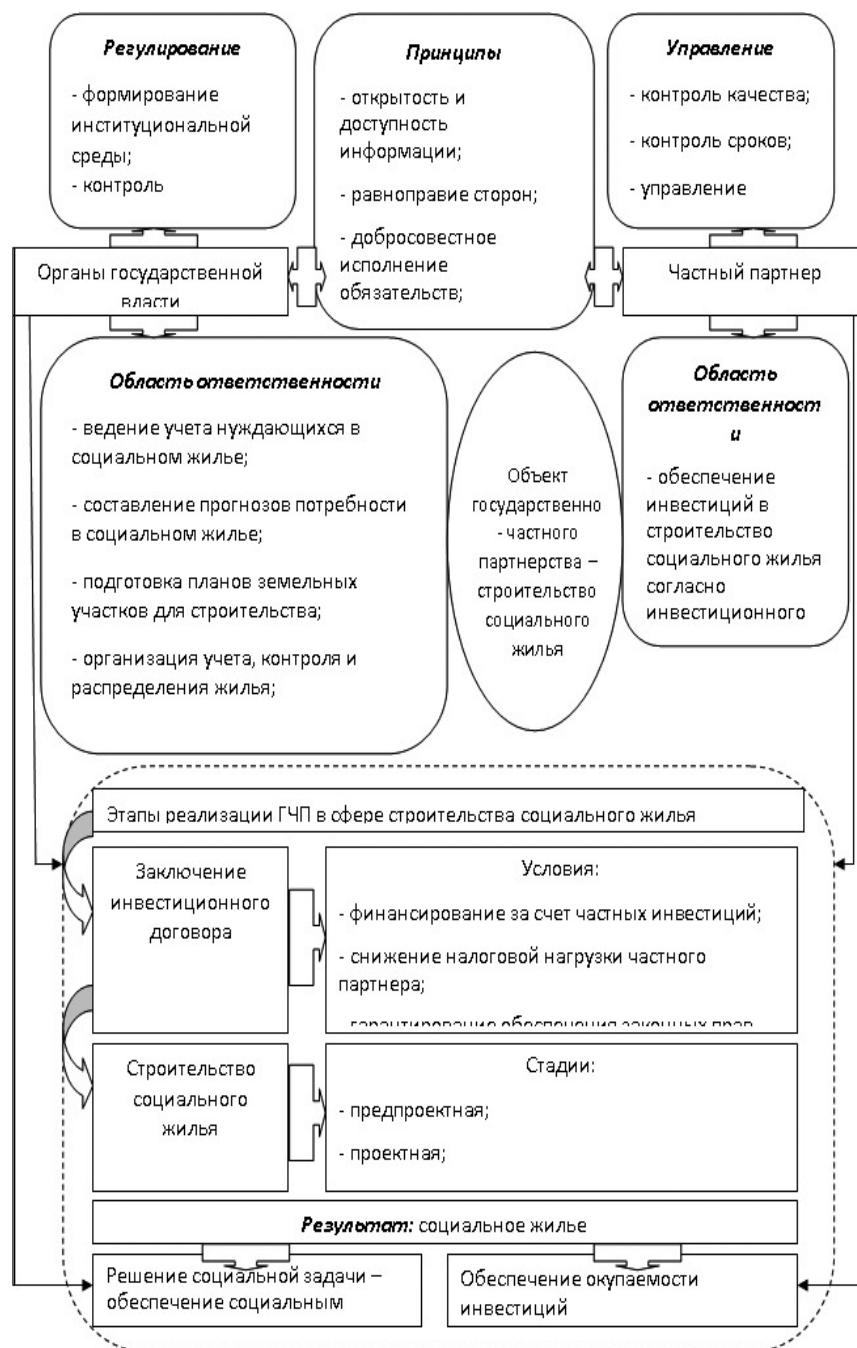


Рис. 2. Механизм государственно-частного партнерства в сфере строительства социального жилья

Преимущества внедрения данного механизма для органов власти заключаются в том, что общая стоимость приобретения права на жилье для органов власти ниже, чем в случае строительства жилья полностью за счет бюджетных средств или приобретения жилья на рыночных условиях. Участие в проектах ГЧП дает определенные преимущества и частному партнеру: более высокую рентабельность инвестиций; возможность долгосрочного развития бизнеса; реализацию технологического потенциала бизнеса; доступ к некоторым государственным ресурсам; формирование положительного имиджа. Кроме того, реализация государственно-частного партнерства при строительстве социального жилья позволяет партнерам реализовывать общественно значимые инициативы, которые отдельно каждый из партнеров не мог бы осуществить; получить эффект синергии; обеспечить повышение эффективности расходования средств и других видов ресурсов; повысить собственную компетентность в результате ознакомления с лучшими практиками и инструментами реализации проектов на основе государственно-частного партнерства; реализовывать проекты инновационного характера.

## ВЫВОДЫ

Таким образом, развитие сферы строительства социального жилья напрямую зависит от создания эффективной системы взаимодействия государства и частного бизнеса. При этом государственно-частное партнерство должно стать одним из инструментов привлечения частного капитала в эту сферу и иметь всестороннюю поддержку в лице государства. Его эффективность значительно зависит от институциональной среды, в которой этот инструмент применяется и развивается. Наибольший эффект от взаимодействия государства и бизнеса при реализации ГЧП может быть достигнут при создании экономической среды, благоприятной для реализации преимуществ обоих партнеров.

При реализации государственно-частного партнерства в сфере строительства социального жилья каждый из партнеров и участников преследует свои субъективные интересы: государство стремится получить в собственность жилье для решения социальных проблем, частные партнеры – экономическую выгоду в виде прибыли, другие участники государственно-частного партнерства также хотят получить определенные преимущества. В результате реализации государственно-частного партнерства позволяет партнерам реализовывать общественно значимые инициативы, которые отдельно каждый из партнеров не мог бы осуществить; получить эффект синергии; обеспечить повышение эффективности расходования средств и других видов ресурсов.

## Список литературы

1. Жилищный кодекс Российской Федерации от 29 декабря 2004 г. № 188-ФЗ [Электронный ресурс]: (с изм. и доп.) в ред. от 28 апреля 2023 г. [Электронный ресурс] / Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_51057/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51057/) (дата обращения: 21.04.2023).
2. Постановление Правительства РФ от 30 декабря 2017 г. № 1710 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Обеспечение доступным и комфортным жильем и коммунальными услугами граждан Российской Федерации» [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <http://government.ru/docs/all/115063/> (дата обращения: 23.11.2022).
3. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [Электронный ресурс] / – Режим доступа: [https://shkolapolovinskaya-r86.gosweb.gosuslugi.ru/netcat\\_files/30/69/Ukaz\\_Prezidenta\\_RF\\_ot\\_07.05.2018\\_204\\_O\\_natsional\\_nyh\\_tselyah\\_i\\_strategicheskikh\\_zadachah\\_razvitiya\\_Rossiyskoy\\_Federatsii\\_na\\_period\\_do\\_2024\\_goda.pdf](https://shkolapolovinskaya-r86.gosweb.gosuslugi.ru/netcat_files/30/69/Ukaz_Prezidenta_RF_ot_07.05.2018_204_O_natsional_nyh_tselyah_i_strategicheskikh_zadachah_razvitiya_Rossiyskoy_Federatsii_na_period_do_2024_goda.pdf) (дата обращения: 23.11.2022).
4. Указ Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45726> (дата обращения: 23.11.2022).
5. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 13 февраля 2019 г. № 207-р «Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года» [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/UVAIqUtT08o60RktOXI22JjAe7irNxc.pdf> (дата обращения: 23.11.2022).
6. Балабенко, Е. В. Организационно-институциональный механизм развития государственно-частного партнерства в отраслевой среде: монография / Е. В. Балабенко; научная редакция Л. А. Овчаренко. – Макеевка: ГОУ ВПО «ДОННАСА», 2021. – 283 с.
7. Балтина, А. М. Модели финансирования строительства социального жилья в странах Европы / А. М. Балтина, Л. С. Кириленко // ВЕСТНИК ОГУ. – 2014. – №4(165). – С. 143-148.
8. Виноградова, В. В. Современные проблемы управления строительством социального жилья / В. В. Виноградова // Вестник гражданских инженеров. – 2016. – № 2 (55). – С. 291-297.
9. Haffner, M. Bridging the gap between social and market rented housing in six European countries? // Marietta Haffner, Joris Hoekstra, Michael Oxley, Harry van der Heijden. Housing and Urban Policy Studies, vol. 33. IOS Press, 2009. – 310 p. [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <http://bookfi.org/book/1155500> (дата обращения: 06.04.2023).
10. Rosenfeld, O. Governance of Relocation: An Examination of Residential Relocation Processes in Housing Market Renewal Areas in England / O. Rosenfeld // Housing Studies, 2013. Vol. 28, No. 4, pp. 338-362. [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/VCFw5ttXuEY> (дата обращения: 23.11.2022).
11. Белова, Д. В. Государственно-частное партнерство и поддержка инноваций в строительной отрасли / Д. В. Белова // Экономика и менеджмент инновационных технологий. – 2017. – № 3. [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <https://ekonomika.sciencedirect.com/10.1016/j.ecmj.2017.03.14362> (дата обращения: 06.04.2023).

# ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРОЕКТАМИ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА В УСЛОВИЯХ РИСКА

**И. В. Сычева; А. А. Мальцева; Е. Г. Владыкин**

ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка

**Аннотация.** В статье рассмотрен механизм взаимодействия государства и частного капитала при реализации инвестиционно-строительных проектов на условиях государственно-частного партнерства. Целями такого сотрудничества являются: для государства – повышение качества услуг, предоставляемых населению за счет создания объектов капитального строительства, а для бизнеса – устойчивое получение доходов, уменьшение инвестиционных рисков, повышение профессиональной статусности. В работе обосновано, что последовательное воплощение государственными органами власти принципов государственно-частного партнерства способствует созданию условий для привлечения частных инвесторов. В работе рассмотрены отечественные и зарубежные теоретико-методологические подходы к оценке эффективности проектов государственно-частного партнерства в муниципальном строительстве. В соответствии с таким подходом, для оценки эффективности использованы методы проектного анализа: построение денежных потоков и расчет системы показателей эффективности проекта. Обоснована потребность в формировании комплексной оценки эффективности инвестиционно-строительных проектов государственно-частного партнерства с целью поиска новых эффективных решений реализации проектов.

**Ключевые слова:** инвестиционно-строительный проект, государственно-частное партнерство, инвестиции, анализ, оценка эффективности проекта, комплексная оценка, качественные критерии, количественные критерии, показатели социального эффекта, риск.



*Сычева  
Ирина Валерьевна*



*Мальцева  
Анастасия Александровна*



*Владыкин  
Егор Георгиевич*

## ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

В многом устойчивость строительного рынка в сложившейся ситуации связана с принятием в течение последних двух лет комплекса мер федеральной поддержки, снижающих риски реализации инвестиционно-строительных проектов. Меры государственной поддержки крайне разнообразны и охватывают ряд отраслей, в которых активно используются механизмы взаимодействия государственного и частного капиталов. Государственно-частное партнерство (далее – ГЧП) – один из способов развития общественной инфраструктуры, основанный на долгосрочном взаимодействии государства и бизнеса, при котором бизнес участвует не только в создании (проектировании, финансировании, строительстве) объекта инфраструктуры, но и в его последующей эксплуатации в интересах государства. Повышение эффективности управления инвестиционно-строительными проектами государственно-частного партнерства основано на долгосрочном и взаимовыгодном взаимодействии государства и бизнеса с согласованным разделением рисков, ответственности и результатов. Усиление тенденции к оптимизации партнерств между государством и частным бизнесом с целью поиска новых эффективных решений для назревших социально-экономических проблем, актуализирует исследование, которое нацелено на разработку алго-

ритма оценки эффективности инвестиционно-строительных проектов ГЧП, снижению рисков и сроков реализации проектов.

## АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Вопросам повышения эффективности управления инвестиционно-строительными проектами государственно-частного партнерства в условиях неопределенности и риска посвящены труды отечественных и зарубежных ученых, таких как: Д. В. Зубайдуллина, В. Г. Варнавский, Д. М. Амунц, С. С. Трачук, В. А. Фильченков, В. Г. Варнавский. Существующее противоречие в определении концепции государственно-частного партнерства при реализации инвестиционных проектов подчеркивает возрастающий интерес к такой форме сотрудничества государства и бизнеса, но не дает понятийного аппарата государственно-частного партнерства, вследствие чего возникают сложности идентификации взаимо выгодных форм сотрудничества для эффективного нормативно-правового регулирования взаимоотношений государства и частного бизнеса. Анализ научных работ российских и зарубежных авторов приводит к выводу, что в настоящее время уже используется ряд методик оценки эффективности проектов ГЧП. Однако сохраняется недостаточный уровень разработанности теоретико-методического обеспечения, недостаточно уделено внимания методике управления стоимостью проектов ГЧП в сфере предоставления социально-значимых услуг для населения.

**Целью исследования является** развитие теории обеспечения эффективности управления инвестиционно-строительными проектами государственно-частного партнерства в условиях риска.

## ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Реализация инвестиционно-строительных проектов в условиях партнерского взаимодействия государственного и частного капиталов способствует решению вопросов создания, модернизации, реконструкции, технического переоснащения объектов государственной собственности. Механизм взаимодействия при государственно-частном партнерстве дает возможность государству полностью или частично переложить на частного инвестора обязательства по финансовому обеспечению инвестиционно-строительного проекта; структурировать риски по изменению стоимости проекта, риски по проведению строительно-монтажных работ, риски по увеличению сроков сдачи объекта в эксплуатацию, риски, связанные с фасилити-менеджментом и пр.

Концепцию механизма «государственно-частного партнерства» можно рассматривать в двух аспектах: в широком смысле и узком. В широком понимании – это формы взаимо выгодного взаимодействия государства и бизнеса для решения общих социально-значимых задач с использованием прогрессивных форм организации труда и ведения частного бизнеса. В узком понимании – это инсти-

туционально-организационный альянс социальных, инфраструктурных и иных государственных проектов в различных сферах деятельности (таблица 1).

Таблица 1.  
Трактовка понятия «государственно-частное партнерство» российскими авторами

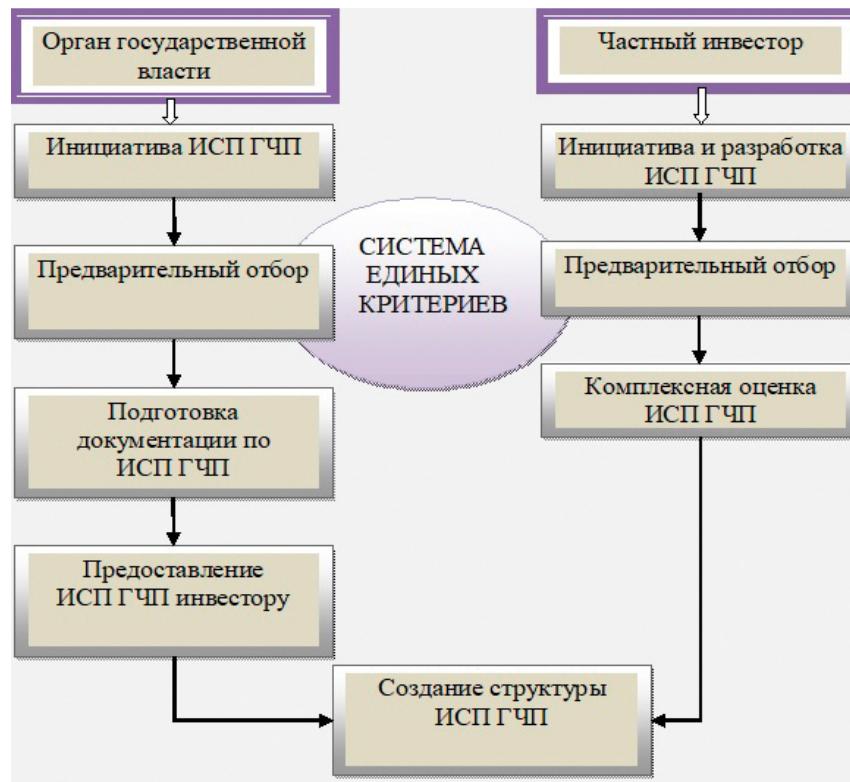
Автор	Определение государственно-частное партнерство
<b>Государственно-частное партнерство в узком смысле</b>	
Д. В. Зубайдуллина	ГЧП – взаимодействие публичного и частного сектора для решения социально-экономических задач посредством реализации строительства, технического обслуживания, эксплуатации, реконструкции, модернизации инфраструктурных объектов с целью предоставления услуг на условиях разделения рисков, компетенций и ответственности [1]
В. Г. Варнавский	ГЧП – это юридически закрепленная форма взаимодействия государства и частного сектора, используемая в целях реализации объектов государственной и муниципальной собственности, а также государственных и частных услуг [2]
Д. М. Амунц	ГЧП – совокупность форм средне- и долгосрочного взаимодействия государства и бизнеса для решения общественно значимых задач на взаимо выгодных условиях [3]
С. С. Трачук	ГЧП – институциональный и организационный альянс государства и бизнеса, заключающийся во взаимодействии финансовых, правовых, социальных и политических факторов, направленных на эффективное объединение государственных и частных ресурсов в единый комплекс с целью решения стратегических задач социально-экономического развития страны и создания необходимых условий для привлечения инвестиций в приоритетные отрасли экономики [4]
В. А. Фильченков	ГЧП – институт, основанный на совокупности формальных и неформальных правил, направленных на организацию совместной деятельности государства, органов местного самоуправления и предпринимательских структур в целях удовлетворения интересов общества, в рамках которой на равных правах удовлетворяются социальные и экономические интересы сторон [5]
В. Г. Варнавский	ГЧП – институциональный и организационный альянс между государством и бизнесом в целях реализации общественно значимых проектов и программ в широком спектре отраслей промышленности и НИОКР, вплоть до сферы услуг [2]

Целью ГЧП при реализации инвестиционно-строительных проектов с экономической точки зрения является перераспределение процесса финансирования проекта с финансового потока государственных инвестиций на финансовый поток частных инвестиций, а также эффективное стимулирование процесса привлечения частных инвестиций путем предоставления налоговых льгот и государственных гарантий. Создание правовых и организационных условия для эффективного использования механизмов ГЧП при реализации инвестиционно-строительных проектов позволит повысить качество оказываемых общественно-значимых услуг для населения Российской Федерации.

Механизм ГЧП подразумевает согласование основных интересов участвующих сторон: для государства это рост объемов и качества услуг, предоставляемых населению за счет новых инфраструктурных объектов, а для бизнеса это устойчивое получение доходов, что достигается посредством реализации ИСП [6]. Государство с одной стороны выполняет координирующую функцию инвестиционных процессов, определяя приоритетные стратегические социально-экономические задачи, а с другой – является участником проектной деятельности, обеспечивающим предоставление инвестиционных ресурсов для социально значимых ИСП [7].

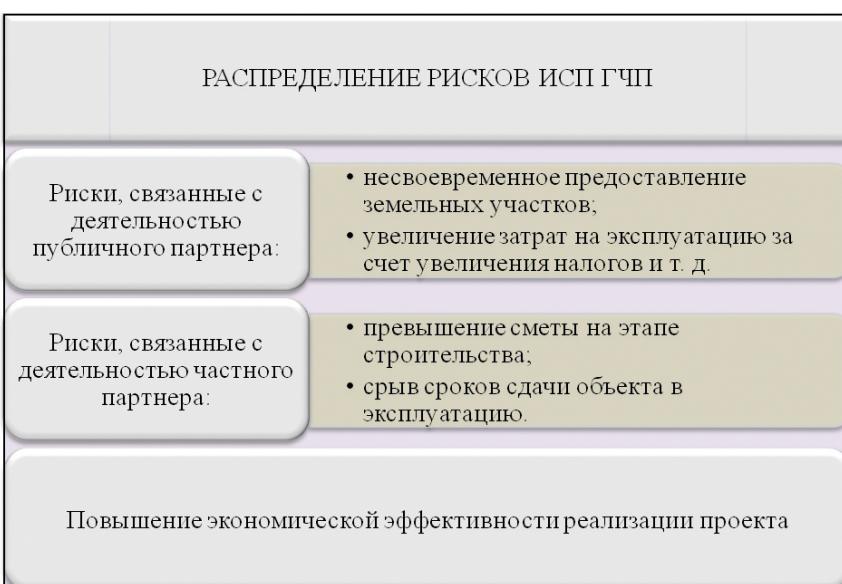
Федеральный закон № 604-ФЗ о ГЧП определил понятийную базу и принципы ГЧП, что значительно расширило использование форм ГЧП, известных в зарубежной практике [8, 9]. Данный закон позволил легитимизировать применение смешанных гражданско-правовых договоров, имеющих признаки ГЧП в Российской Федерации (квази-ГЧП) [10]. Реализация ИСП ГЧП предполагает объединение двух процессов – инвестирование в строительство или реконструкцию капитальных объектов и их последующую эксплуатацию. Структура процесса управления инвестиционно-строительным проектом государственно-частного партнерства представлена на рис. 1.

Управление проектами государственно-частного партнерства в муниципальном строительстве способствует повышению эффективности реализации ИСП посредством разделения ответственности за оказание государственных услуг с частными партнерами [11]. Обязательным



*Рис. 1. Структура процесса управления инвестиционно-строительным проектом государственно-частного партнерства*

условием партнерских отношений участников является наличие системы распределения между публичным и частным партнерами рисков, связанных с наступлением ряда негативных событий. Структура распределения рисков определяется спецификой ИСП. Под рисками в целом понимаются изменения показателей проекта, связанные с доходами и расходами. Поэтому необходимо уже на этапе структурирования ИСП распределить риски между публичным и частным партнерами. Используя приобретенный опыт управления рисками ИСП, можно предложить конкретный риск передать той стороне, которая может им лучше управлять (рис. 2).



*Рис. 2. Структура распределение рисков между публичным и частным партнерами*

Предложенное распределение рисков позволит значительно повысить экономическую эффективность инвестиционно-строительного проекта для каждой из сторон-участников. Сбалансированное распределение рисков позволяет минимизировать вероятность получения отрицательного результата реализации проекта и определяет порядок действий и обязательств сторон при наступлении таких рисков.

Для комплексной оценки необходимо проанализировать составляющие инвестиционно-строительного проекта ГЧП: польза проекта для населения, предполагающая повышение качества предоставляемых услуг; механизм реализации проекта ГЧП. Полученные результаты позволяют оценить эффективность управления с начала реализации проекта и до его завершения, выделить специфические признаки проекта и сформировать рекомендации по особенностям управления данным конкретным проектом ГЧП. Для повышения качества и количества реализуемых проектов важно, чтобы инвестиции в проекты были эффективны для всех сторон-участников. Эффективность управления заключается в достижении цели управления при максимальной экономии ресурсов. Оценка эффективности проектов ГЧП может иметь разную для каждой из сторон природу. Исключение составляют экономические показатели, которые имеют равное значение как для публичного партнера, так и для частного партнера. Основным критерием оценки эффективности участия частных компаний в инвестиционно-строительных проектах ГЧП является показатель рентабельности. При оценке эффективности управления ИСП ГЧП для государства важен анализ следующих показателей [5]:

- показатель снижения уровня бюджетной нагрузки;
- показатель снижения уровня безработицы;
- показатель объема финансовых поступлений в государственный бюджет.

Таким образом, при оценке эффективности стоит задача выявления всех реальных результатов проекта. Для этой цели в мировой практике были разработаны различные методологические приемы (рис. 3) [12, 13].

В Великобритании оценка эффективности инвестиционных проектов государственно-частного партнерства основана на методе Value for Money – VFM «цена-качество». Метод Value for Money определяет оптимальное соотношение общей суммы затрат по проекту и качества достигнутого полезного эффекта. Анализ «Цена-качество» выполняется по качественному и количественному критериальному оцениванию. Качественный анализ включает долгосрочный спрос на продукцию, возможность структурированного распределения рисков между сторонами-участниками. Количественный анализ включает сравнительный расчет эффективности проекта с использованием только средств государственного бюджета и с привлечением частных инвестиций. Сравнительная оценка проводится в четыре этапа на прединвестиционной и инвестиционной стадиях жизненного цикла проекта: на этапе инициации, первичной проработки проекта, процедуре конкурсного отбора, перед заключением инвестици-

онного контракта. По результатам оценки органы государственной власти выбирают форму реализации инвестиционного проекта, при которой создается баланс оптимального соотношения затрат по проекту и качества полученного продукта.

В России при разработке проекта государственно-частного партнерства применяется Методика оценки эффективности проекта государственно-частного партнерства (далее – Методика) разработанная в соответствии с Федеральным законом от 13 июля 2015 года N 224-ФЗ «О государственно-частном партнерстве, муниципально-частном партнерстве в Российской Федерации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [2]. Оценка эффективности проекта проводится по финансовой эффективности проекта и по социально-экономическому эффекту от реализации проекта. Процедура предполагает определение интегрального показателя качества на основе полученных результатов анализа эффективности проекта. После чего выполняется соотнесение полученных результатов анализа со стоимостью инвестиционно-строительного проекта. В каждом из методов исследователи используют различные целевые функции, при этом общей и актуальной задачей для указанных методов является максимально полная оценка экономических эффектов реализации инвестиционных проектов. Финансирование ИСП ГЧП государством осуществляется из Инвестиционного фонда Российской Федерации. При этом проекты государственно-частного партнерства не выделяются в отдельную категорию проектов, а рассматриваются как традиционные инвестиционные проекты. Правила отбора и оценки эффективности инвестиционных проектов законодательно закреплены в следующих документах:

1. Порядок проведения проверки инвестиционных проектов на предмет эффективности использования средств федерального бюджета, направляемых на капитальные вложения (с изменениями на 1 марта 2022 года), (далее – Порядок) [14];

2. Правила отбора инвестиционных проектов и принципов для предоставления государственных гарантий РФ по кредитам либо облигационным займам, привлекаемым на осуществление инвестиционных проектов [15].

Отбор проектов по качественным критериям (рис. 4) определяют необходимостью реализации инвестиционных проектов за счет средств федерального бюджета.

Проекты, прошедшие отбор по качественным критериям, далее оцениваются по количественным критериям (рис 5). Оценка по количественному критерию: «отношение сметной стоимости объекта капитального строительства (далее – ОКС) к значениям количественных показателей» проводится методом сравнения стоимости ИСП с укрупненными нормативами цены строительства, а в случае отсутствия нормативов – с проектом-аналогом.

На сайте Главгосэкспертизы Российской Федерации, в разделе «Витрина проектов» собрана информация по объектам, проектной документацией которых Минстрой России признал подходящей для

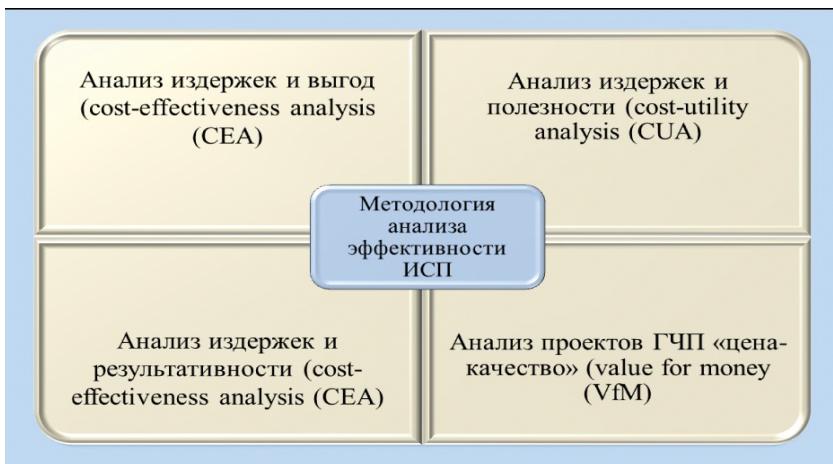


Рис. 3. Методология анализа эффективности ИСП



Рис. 4. Качественные критерии отбора инвестиционно-строительных проектов



Рис. 5.  
Количественные критерии оценки инвестиционно-строительных проектов

повторного применения. Проекты-аналоги содержат схожие сведения по функциональному назначению, по основным технико-экономическим показателям, по конструктивным, объемно-планировочным решениям, а также по климатическим, геологическим, сейсмическим условиям. Инвестиционные проекты, прошедшие проверку на основе качественных и количественных критериев, подлежат дальнейшей проверке на основе интегральной оценки, которая определяется Методикой [15].

Для оценки эффективности ГЧП при создании инвестиционно-строительного проекта определяются два основных направления проектного анализа:

1. Построение денежных потоков (денежный поток по проекту, денежный поток от операционной, инвестиционной и финансовой деятельности, изменение денежных потоков при переходе от коммерческой к общественной эффективности реализации проекта ГЧП);

2. Расчет системы показателей эффективности инвестиционно-строительных проектов ГЧП, в том числе показателя чистого дисконтированного дохода (NPV).

По полученным результатам проектного анализа делается вывод о целесообразности реализации инвестиционно-строительного проекта государственно-частного партнерства.

Сумма денежного потока инвестиционно-строительного проекта ГЧП определяется суммой денежных потоков всех сторон-участников проекта. Построение денежных потоков выполняется и в рамках оценки экономической эффективности, и в рамках общественной эффективности, однако составляющие денежных потоков в различных видах эффективности различаются. Взаимосвязь потоков денежных средств сторон-участников проектируется и на показатели эффективности, рассчитанные на основе каждого из потоков. Все виды денежных потоков, возникающих в связи с деятельностью государственных органов управления при реализации ИСП ГЧП, можно объединить в один поток, состоящий из доходов (налоговые поступления) и расходов (сумма инвестиций из государственного бюджета). Чистый доход, возникающий в результате реализации инвестиционно-строительного проекта государственно-частного партнерства, распределяется между сторонами участниками, участвующими в его финансировании.

## ВЫВОДЫ

Повышение эффективности управления инвестиционно-строительными проектами государственно-частного партнерства в условиях риска возможно при условии эффективного взаимодействия государственной и частной сторон, при котором каждая из сторон стремится к достижению своих целей: для государства – это рост объемов и качества услуг, предоставляемых населению за счет создания новых объектов капитального строительства, а для бизнеса – это устойчивое получение доходов и повышение деловой репутации. В то же время существует необходимость формирования единой государственной системы координации разработки и реализации проектов, дальнейшего совершенствования нормативно-правовой базы по отбору и оценке эффективности инвестиционно-строительных проектов ГЧП. В системе методического обеспечения инвестиционно-строительных проектов ГЧП ключевое место занимает регламентация процедур отбора проектов для реализации и оценка их эффективности. В соответствии с таким подходом в качестве основных критериев могут быть рассмотрены: качественные критерии, критерии бюджетной, финансовой, экономической эффективности, показатели социального эффекта, количественные критерии. Эффективность государственно-частного партнерства в целом определяется как сопоставление выгод и затрат, возникающих для всех участников инвестиционно-строительного проекта.

## Список литературы

1. Зубайдуллина, Д. В. Контракт жизненного цикла как инструмент государственно-частного партнерства: материалы Международной научно-практической конференции «Современные тенденции развития социально-экономических систем», Уфа, 17 декабря 2014 г. / Д.В. Зубайдуллина – Текст : электронный // Научная электронная библиотека : электронный журнал. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24099423> (дата обращения: 14.03.2023).
2. Варнавский, В. Г. Государственно-частное партнерство: Теория и практика: учеб.пособие/В. Г. Варнавский, А. В. Клименко, В. А. Королев. – Москва. - 2010. – 287 с. - Текст : непосредственный.
3. Амунц, Д. М. Государственно-частное партнерство. Концессионная модель совместного участия государства и частного сектора в реализации финансовоемких проектов // Д. М. Амунц. – Текст : электронный // Централизованные библиотечные системы электронный журнал. – URL: [http://libnn.ru/component?option=com\\_marc/task,view/id,45780/Itemid,99999999/](http://libnn.ru/component?option=com_marc/task,view/id,45780/Itemid,99999999/) (дата обращения: 14.03.2023).
4. Трачук, С. С. Совершенствование финансирования проектов государственно-частного партнерства: Автореф. дис. к.э.н. // С.С. Трачук. – Текст : электронный // Экономическая библиотека – URL: <https://economy-lib.com/sovershenstvovanie-finansirovaniya-proektov-gosudarstvenno-chastnogo-partnerstva> (дата обращения: 14.03.2023)
5. Фильченков, В. А. Формирование государственно-частного партнерства в социальной сфере: Автореф. дис. к.э.н. // Национальная электронная библиотека. – URL: [https://rusneb.ru/catalog/000199\\_000009\\_003448525/](https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_003448525/) (дата обращения: 14.03.2023)
6. Малюсий, С. А. Институционально-правовые основания партнерства государства и бизнеса в сфере цифровизации / С. А. Малюсий. – Текст : непосредственный// Вопросы экономики и управления. – 2020. – вып. 3 (25). – С. 9-13. – URL: <https://moluch.ru/th/5/archive/169/5348/> (дата обращения: 06.03.2023).
7. Буздалов, И. Н. Методологические аспекты анализа Понятия «инвестиции» / И. Н. Буздалов, В. Е. Афонина. – Текст : непосредственный // Известия пензенского государственного педагогического университета им. В.Г. Белинского. – 2012. - С. 261-265.
8. Российской Федерации. Законы. О государственно-частном партнерстве, муниципально-частном партнерстве в РФ и внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ: Федеральный закон N 604-ФЗ (изм.) : [принят Государственной думой 1 июля 2015 года; одобрен Советом Федерации 8 июля 2015 года] – Текст : электронный // Официальный интернет-портал правовой информации : официальный сайт. – URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102376338> (дата обращения: 14.03.2023).
9. Об утверждении Методики оценки эффективности проекта государственно-частного партнерства, проекта муниципально-частного партнерства и определения их сравнительного преимущества [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/420321343?section=text> (дата обращения: 25.02.2023).
10. Государственно-частное партнерство. – Текст : электронный // Министерство экономического развития Российской Федерации : официальный сайт. – 2023. – URL: <http://economy.gov.ru/minec/activity/sections/privgovpartnerdev> (дата обращения: 10.02.2023).
11. Габдуллина, Э. И. Оценка эффективности проектов ГЧП как механизма взаимодействия власти и бизнеса в регионе / Э. И. Габдуллина. – Текст : электронный // Сетевой журнал : Современные проблемы науки и образования. – 2012. – вып. 2. - URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=5928> (дата обращения: 26.02.2023).
12. PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP LEGAL RESOURCE CENTER. - URL: <https://ppp.worldbank.org/public-private-partnership/> (дата обращения: 10.03.2023).
13. The Global Fund, Technical Brief Value for Money, Allocation Period 2023-2025. - URL: [https://www.theglobalfund.org/media/8596/core\\_valueformoney\\_technicalbrief\\_en.pdf](https://www.theglobalfund.org/media/8596/core_valueformoney_technicalbrief_en.pdf) (дата обращения: 10.03.2023).
14. Российской Федерации. Законы. О порядке проведения проверки инвестиционных проектов на предмет эффективности использования средств федерального бюджета, направляемых на капитальные вложения (с изменениями на 1 марта 2022 года) : Постановление Правительства РФ № 590 от 12 августа 2008 г. – Текст : электронный // Официальный интернет-портал правовой информации : официальный сайт. – URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&prevDoc=102373699&backlink=1&nd=102123789&rdk=0> (дата обращения: 28.02.2023).
15. Российской Федерации. Законы. Об утверждении Правил отбора инвестиционных проектов и принципов для предоставления государственных гарантий Российской Федерации по кредитам либо облигационным займам, привлекаемым на осуществление инвестиционных проектов : Постановление Правительства РФ № 1016 от 14 декабря 2010 г. – Текст : электронный // Официальный интернет-портал правовой информации. – URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102143883&rdk=1> (дата обращения: 28.02.2023).

## **УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!**

**Планируемый к изданию 24-й номер научно-практического журнала «Строитель Донбасса»  
будет включать статьи и сообщения, в которых излагаются результаты исследований  
и разработок по направлениям:**

### **СТРОИТЕЛЬСТВО**

- теория расчета строительных конструкций;
- работа материала в составе конструкции, работа материала в условиях хрупкого разрушения, при циклических воздействиях и т.п.;
- проблемы формообразования и оптимальное проектирование зданий и сооружений;
- нагрузки и воздействия на конструкции, здания и сооружения;
- экспериментальные исследования строительных конструкций;
- изготовление строительных конструкций;
- теоретические основы надёжности конструкций зданий и сооружений;
- обеспечение и прогнозирование эксплуатационной надёжности уникальных сооружений;
- техническая диагностика и мониторинг конструкций зданий и сооружений;
- теория формирования и совершенствования строительных технологий;
- анализ технологических процессов при возведении, реконструкции, усиливании, восстановлении строительных объектов;
- системы комплексных строительных технологий при возведении зданий, сооружений и инженерных сетей;
- организация и управление строительным производством при возведении, реконструкции, усилении, восстановлении строительных объектов;
- технология и организация эксплуатации зданий и сооружений промышленных предприятий и инженерных сетей;
- технология и организация ведения работ при демонтаже (разборке) зданий и сооружений;
- анализ эффективности применения основных строительных машин и механизмов при осуществлении строительно-монтажных, реконструктивных и демонтажных работ;
- строительные материалы.

### **ИНЖЕНЕРНЫЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

- интенсификация процессов биологической очистки городских сточных вод;
- современные экологически безопасные технологии обработки осадка, инновационные подходы к разделению иловых смесей в биологических реакторах;
- повышение эффективности работы систем подачи и распределения воды;
- оптимизация режима работы теплогенерирующего оборудования систем теплоснабжения;
- использование низкопотенциальной теплоты в системах тепло- и холодоснабжения;
- энергосбережение в системах отопления, вентиляции и кондиционирования;
- обеспечение безопасности строительных объектов при возникновении ЧС техногенного характера;
- изучение методов предотвращения обрушения строительных объектов при катастрофах;
- повышение надежности систем городского хозяйства;
- развитие транспортных систем населенных пунктов;
- комплексная реконструкция территорий промышленных предприятий региона
- электротехника и автоматизация в строительстве.

### **АРХИТЕКТУРА**

- исследование проблем архитектуры, ее стилеобразования, эстетики и художественной выразительности;

- процессы формирования современной градостроительной среды объектов городской застройки;
- особенности развития садово-парковой и ландшафтной архитектуры в современных социально-экономических условиях;
- разработка основных положений и приоритетных подходов к сохранению и развитию архитектурно-исторической среды в рамках концепции устойчивого развития городских территорий;
- определение фундаментальных основ и приоритетных подходов развития и совершенствования жилищной архитектуры в условиях нового строительства и реконструкции;
- особенности формирования архитектурной среды жизнедеятельности и реабилитации маломобильных групп населения в городах промышленного типа;
- исследование региональных особенностей архитектуры зданий и сооружений и их комплексов, в том числе объектов историко-архитектурного культурного наследия;
- определение научных и практических направлений развития архитектурно-градостроительной реконструкции зданий и сооружений, городских территорий гражданского и промышленного назначения;
- прогнозные исследования в области архитектурной модернизации промышленных зданий и сооружений;
- теоретические и экспериментальные основы градостроительного использования нарушенных территорий в промышленных городах.

## **ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И НЕДВИЖИМОСТИ**

- актуальные вопросы экономики строительства и жилищно-коммунального хозяйства;
- теоретические и прикладные аспекты управления проектами;
- новое в экспертизе и управлении недвижимостью;
- инвестиционные проблемы развития промышленного и гражданского строительства;
- цифровая экономика в строительстве: перспективы развития;
- кадровое обеспечение строительства и жилищно-коммунального хозяйства;
- отраслевые приоритеты научных исследований в области экономики и управления строительством и жилищно-коммунальным хозяйством.

## **ТРАНСПОРТНОЕ, ГОРНОЕ И СТРОИТЕЛЬНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ**

- автотранспортное обеспечение строительного комплекса;
- совершенствование конструкции, рабочего процесса и технологии ремонта современных автотранспортных средств;
- эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов;
- подъёмно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование;
- повышение комплексной безопасности технологического процесса при использовании наземных транспортно-технологических машин;
- физико-химическое материаловедение транспортно-технологических машин и оборудования;

**Материалы просим направлять до 8 сентября 2023 г. по адресу:  
 286123, Донецкая Народная Республика, г. Макеевка, ул. Державина, дом. 2,  
 ФГБОУ ВО «ДОННАСА». Электронная почта: strdon@donnasa.ru**  
**При подаче материалов придерживайтесь «Требований для авторов»  
 с целью обеспечения наиболее быстрой публикации ваших статей.**  
**С уважением, редакционная коллегия**

## **Какую помощь оказывают Мариуполю трудовые отряды ДонНАСА**



Студенты Донбасской национальной академии строительства и архитектуры проходили практику в Мариуполе, помогая в восстановлении города. Об этом ДАН рассказал ректор вуза Николай Зайченко.

«Представители отрядов «Искра» и «Мира» выезжали на практику в Мариуполь. Ее проходили семь человек на предприятии ООО «ДСК». Работа связана с замерами оконных рам и проемов в жилых зданиях, поврежденных в результате боевых действий», – отметил ректор.

Зайченко добавил, что в летний период планируется участие студотрядов в восстановительных работах на объектах в Мариуполе уже в рамках производственной практики. Будут задействованы те, кто учится на кровельщика по рулонным кровлям, кровельщика по кровлям из штучных материалов, маляра строительного, штукатура, слесаря-сантехника, плиточника-облицовщика, монтажника по монтажу стальных и железобетонных конструкций.

Мариуполь – самый большой город на Азовском побережье. Один из ключевых центров металлургии и крупный морской порт. В этом году отмечает 245-летие. Освобожден от украинских войск в апреле 2022 года. Восстановление города ведется ударными темпами, задействованы строители и рабочие из десятков российских регионов.



ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»



ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2



+38(0623) 43-70-33



[mailbox@donnasa.org](mailto:mailbox@donnasa.org)