

Учредитель:  
ООО «Русайнс»

Свидетельство  
о регистрации СМИ  
ПИ № ФС 77-39326  
выдано 01.04.2010  
ISSN 0131-7768  
Подписной индекс  
Роспечати 81149

Адрес редакции:  
117218, Москва,  
ул. Кедрова, д. 14, корп. 2  
E-mail: izdatgasis@yandex.ru  
Сайт: <http://econom-journal.ru/>

Отпечатано в типографии  
ООО «Русайнс»,  
117218, Москва,  
ул. Кедрова, д. 14, корп. 2  
Подписано в печать: 08.10.2022  
Цена свободная  
Тираж 300 экз. Формат: А4

Все материалы, публикуемые в  
журнале, подлежат внутреннему  
и внешнему рецензированию

*Журнал входит в Перечень ВАК ведущих рецензируемых  
научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы  
основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени*

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

**Абелев Марк Юрьевич**, д-р техн. наук, проф., директор Центра ИДПО ГАСИС НИУ ВШЭ

**Афанасьев Антон Александрович**, д-р экон. наук, проф., ведущий научный сотрудник лаборатории социального моделирования, ЦЭМИ РАН

**Афанасьев Михаил Юрьевич**, д-р экон. наук, проф., заведующий лабораторией прикладной эконометрики, ЦЭМИ РАН

**Балабанов Владимир Семенович**, д-р экон. наук, проф., президент-ректор Российской академии предпринимательства

**Вахрушев Дмитрий Станиславович**, д-р экон. наук, проф., проф. кафедры финансов и кредита, Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

**Величко Евгений Георгиевич**, д.т.н., проф., проф. кафедры строительные материалы и материаловедение, НИУ МГСУ

**Добшиц Лев Михайлович**, д.т.н., проф., проф. кафедры строительные материалы и технологии, РУТ (МИИТ)

**Дорохина Елена Юрьевна**, д-р экон. наук, проф., проф. кафедры математических методов в экономике, РЭУ им. Г.В. Плеханова

**Екатеринославский Юрий Юдкович**, д-р экон. наук, проф., консультант по диагностике и управлению рисками организаций «LY Consult» (США)

**Збрицкий Александр Анатольевич**, д-р экон. наук, проф., президент ИДПО ГАСИС НИУ «Высшая школа экономики»

**Зиядуллаев Наби Саидкаримович**, д-р экон. наук, проф., заместитель директора по науке ИПР РАН

**Ивчик Татьяна Анатольевна**, д-р экон. наук, проф., ИДПО ГАСИС НИУ «Высшая школа экономики»

**Кондращенко Валерий Иванович**, д.т.н., проф., проф. кафедры строительные материалы и технологии, РУТ (МИИТ)

**Красновский Борис Михайлович**, д-р техн. наук, проф., директор Центра ИДПО ГАСИС НИУ ВШЭ

**Криничанский Константин Владимирович**, д-р экон. наук, проф., проф. Департамента финансовых рынков и банков, Финансовый университет при Правительстве РФ

**Ларионова Ирина Владимировна**, д-р экон. наук, проф., проф. Департамента финансовых рынков и банков, Финансовый университет при Правительстве РФ

**Лукманова Инесса Галеевна**, д-р экон. наук, проф., проф. кафедры экономики и управления в строительстве, НИУ МГСУ

**Мурзин Антон Дмитриевич**, д-р техн. наук, доц. кафедры экономики и управления в строительстве, Донской государственный технический университет

**Панибратов Юрий Павлович**, д-р экон. наук, проф., кафедры экономики строительства и ЖКХ, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

**Поляков Владимир Юрьевич**, д.т.н., проф., проф. кафедры мосты и тоннели, РУТ (МИИТ)

**Серов Виктор Михайлович**, д-р экон. наук, проф., проф. кафедры экономики строительства и управления инвестициями, Государственный университет управления

**Тихомиров Николай Петрович**, д-р экон. наук, проф., проф. кафедры математических методов в экономике, РЭУ им. Г.В. Плеханова

**Чернышов Леонид Николаевич**, д-р экон. наук, проф., ИДПО ГАСИС НИУ «Высшая школа экономики»

**Шрейбер Андрей Константинович**, д-р техн. наук, проф., заместитель директора Центра развития регионов ИДПО ГАСИС НИУ «Высшая школа экономики»

**Главный редактор: Сулимова Е.А.**, канд. экон. наук, доц.

## СОДЕРЖАНИЕ

---

### ЮБИЛЕЙ

Место и роль кафедры «Экономика и управление в строительстве» НИУ МГСУ в обеспечении устойчивого развития инвестиционно-строительного комплекса Российской Федерации: 75 лет лидерства. <i>Ларионов А.Н.</i> .....	4
--	---

### МИРОВАЯ ЭКОНОМИКА

Современные вызовы и угрозы Российской Федерации в рамках международных валютно-финансовых отношений. <i>Пупкова М.А., Ткаченко Р.О., Таджибаева В.А., Антушев А.В., Яновская А.А.</i> .....	24
--	----

### ЭКОНОМИКА ОТРАСЛЕЙ И РЕГИОНОВ

Оценка влияния макроэкономических факторов на состояние и тенденции в развитии рынка цемента в 2006-2020 гг. <i>Князева И.В., Бондаренко И.В.</i> .....	29
Государственное стратегическое целеполагание в сфере стройиндустрии в рамках новой промышленной политики. <i>Васильев А.Н.</i> .....	52
Оценка перспектив использования технологий информационного моделирования в жилищном строительстве в России на период до 2030 года. <i>Ларионов А.Н., Приходько А.В.</i> .....	67
Экологические перспективы использования сжиженного природного газа в арктических регионах. <i>Нефёдова М.А.</i> .....	79

### СТРОИТЕЛЬСТВО. АРХИТЕКТУРА

Прогнозирование осадки фундамента на щебеночных сваях в слабых глинистых грунтах. <i>Знаменский В.В., Сайед Д.А.</i> .....	88
Влияние технологических факторов на свойства композиционных шпал инновационной конструкции. <i>Кондращенко В.И., Ван Чжуан, Адилходжаев А.И., Исмагилова Л.И.</i> .....	96
Опасные метеорологические процессы, влияющие на технологию строительного процесса на территории Калмыкия. <i>Сангаджиев М.М., Цеденова А.Б., Андрушкаева А.С., Бембеев Э.А., Убушеев А.Ю.</i> .....	108
Оценка геотехнических рисков при строительстве подземных сооружений открытым и закрытым способом. <i>Чунюк Д.Ю., Сельвиан С.М.</i> .....	114
Повышение качества дорожных вяжущих материалов при проектировании в экстремальных погодных условиях. <i>Суворова А.А.</i> .....	122

### МЕНЕДЖМЕНТ. ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ

Применение современных цифровых технологий в бизнесе. <i>Сулимова Е.А., Ермишин М.В.</i> .....	131
Интеграция управления рисками и контроллинга в строительных проектах. <i>Дорохина Е.Ю.</i> .....	138

## CONTENTS

---

### ANNIVERSARY

Place and role of the department "Economics and management in construction" NRU MGSU in ensuring sustainable development of the investment and construction complex of the Russian Federation: 75 years of leadership. <i>Larionov A.N.</i> .....	4
---	---

### WORLD ECONOMY

Modern challenges and threats to the Russian Federation in the framework of international monetary and financial relations. <i>Pupkova M.A., Tkachenko R.O., Tajibayeva V.A., Antushev A.V., Yanovskaya A.A.</i> .....	24
--	----

### ECONOMY OF INDUSTRIES AND REGIONS

Assessment of the impact of macroeconomic factors on the state and trends in the development of the cement market in 2006-2020. <i>Knyazeva I.V., Bondarenko I.V.</i> .....	29
State strategic goal-setting in the construction industry within the framework of the new industrial policy. <i>Vasiliev A.N.</i> .....	52
Assessment of the prospects for the use of information modeling technologies in housing construction in Russia for the period up to 2030. <i>Larionov A.N., Prikhodko A.V.</i> .....	67
Environmental prospects for the use of liquefied natural gas in the arctic regions. <i>Nefedova M.A.</i> .....	79

### CONSTRUCTION. ARCHITECTURE

Prediction of foundation settlement on crushed stone piles in weak clay soils. <i>Znamensky V.V., Sayed D.A.</i> .....	88
Influence of technological factors on the properties of composite sleepers of innovative design. <i>Kondrashchenko V.I., Wang Zhuang, Adilkhodzhaev A.I., Ismagilova L.I.</i> .....	96
Dangerous meteorological processes affecting the technology of the construction process in the territory of Kalmykia. <i>Sangadzhiev M.M., Tsedenova A.B., Andrushkaeva A.S., Bembeev E.A., Ubusheev A.Yu.</i> .....	108
Assessment of geotechnical risks in the construction of underground structures open and closed way. <i>Chunyuk D.Yu., Selviyan S.M.</i> .....	114
Improving the quality of road binders in the design in extreme weather conditions. <i>Suvorova A.A.</i> .....	122

### MANAGEMENT. CONTROL THEORY

Application of modern digital technologies in business. <i>Sulimova E.A., Ermishin M.V.</i> .....	131
Integration of risk Management and controlling in construction projects. <i>Dorokhina E.Yu.</i> .....	138

# Место и роль кафедры «Экономика и управление в строительстве» НИУ МГСУ в обеспечении устойчивого развития инвестиционно-строительного комплекса Российской Федерации: 75 лет лидерства

---

**Ларионов Аркадий Николаевич**

д.э.н., профессор, заведующий кафедрой «Экономика и управление в строительстве» ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»,  
LarionovAN@mgsu.ru;

В статье освещается 75-летняя история научно-педагогической деятельности, поисков, проблем, решений и успехов профессорско-преподавательского состава кафедры «Экономика и управление в строительстве» (ЭУС) Московского государственного строительного университета. Обосновывается место и роль кафедры ЭУС НИУ МГСУ в обеспечении устойчивого развития инвестиционно-строительного комплекса Российской Федерации на фоне преемственности поколений ученых и педагогов кафедры. В заключении статьи подчеркивается, что 75-летняя история функционирования и развития кафедры ЭУС МИСИ-МГСУ наполнена интересными и полезными традициями, которые объединяют весь коллектив и призывают нас поддерживать и обогащать их, чтобы быть востребованными в сфере профессионального строительного образования и науки ещё долгие годы.

**Ключевые слова:** НИУ МГСУ, кафедра «Экономика и управление в строительстве», инвестиционно-строительный комплекс, устойчивое развитие

«История – это сокровищница наших деяний, свидетельница прошлого, пример и поучение для настоящего, предостережение для будущего»  
(М. Сервантес)

75-летняя история научно-педагогической деятельности, поисков, проблем, решений и успехов профессорско-преподавательского состава кафедры «Экономика и управление в строительстве» (ЭУС) Московского государственного строительного университета – это не только и не столько история. Прежде всего, это выводы и обоснование принципов достижения, которые сформировались и реализовались в результате многолетней работы целой плеяды известных в стране ученых, педагогов, а также «играющих тренеров» - профессоров и доцентов, успешно совмещавших десятилетия назад и в настоящее время свою научно-исследовательскую, педагогическую и общественную деятельность с активной хозяйственной практикой.

История возникновения и функционирования кафедры ЭУС начинается в первые послевоенные годы, когда в разрушенной Великой Отечественной войной стране были особенно востребованы кадры всех строительных специальностей и направлений: от квалифицированных рабочих, мастеров и прорабов до инженеров и руководителей строительных предприятий всех уровней.

В 1947 г. в Московском инженерно-строительном институте им. В.В. Куйбышева (МИСИ) была создана кафедра «Экономика и организация строительством» (ЭОС),

главной стратегической задачей которой являлась подготовка квалифицированных инженеров-организаторов строительного производства с хорошей экономической подготовкой.

Первым заведующим кафедрой стал д.т.н., профессор Ухов Борис Сергеевич. Далее кафедру возглавляли известные ученые в области строительной науки: профессор, к.т.н. Пентковский Николай Иванович; профессор, д.т.н. Шрейбер Андрей Константинович; профессор, д.т.н. Монфред Юрий Борисович; профессор, д.т.н. Цай Трофим Николаевич.

Период активного развития и становления, как одной из ведущих в МИСИ, кафедра ЭОС пережила во времена руководства живой легенды нашего Университета – профессора А.К. Шрейбера, который 12 декабря 2021 г. отметил свой 100-летний юбилей вместе с нашим Университетом. (Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ) был основан в 1921 году согласно «Протоколу 87 заседания коллегии Главного комитета профессионального технического образования от 20 сентября 1921 года» как Московский практический строительный институт. В числе 28 высших технических учебных заведений он должен был «стать рассадником знаний, имеющих общее значение для всей Республики, поэтому он должен иметь значение не местного характера, как это ему придано по формальным соображениям, фактом подведомственности Москвапрофобру, а общее значение, то есть быть центральным учреждением» (стиль и орфография сохранены) [8]).

По инициативе профессора А.К. Шрейбера при кафедре ЭОС была создана Центральная научно-исследовательская лаборатория организации и экономики в строительстве ЦНИЛОЭС, в которой работали более 200 штатных научных сотрудников, а также в ней работали по совместительству преподаватели и аспиранты нашей кафедры. Руководил лабораторией к.т.н., доцент Писаревский Владимир Михайлович. В те годы в аспирантуре кафедры обучались аспиранты из строительных вузов разных городов и республик бывшего Союза, число их достигало 100 человек.

Профессор, д.т.н. А.К. Шрейбер, выпускник МИСИ 1948 г., после окончания института работал на строительстве Череповецкого металлургического комбината, промышленных и гражданских объектов в Туле, 11 лет был заместителем Начальника Главмосстроя, где руководил строительством ряда объектов Олимпиады-80, экспериментальных и уникальных объектов. В этот же период под руководством А.К. Шрейбера построено экспериментальное здание гостиницы «Салют» на юго-западе, 25-ти этажное бескаркасное из панелей, изготовленных методом «проката»; осуществлен проект 15-ти этажного здания Центрального архива методом «подъема этажей»; создано проектно-конструкторское управление, силами которого выполнена передвижка ряда зданий; на строительстве жилого здания №1 на Калужской площади внедрен новый метод монтажа с применением манипуляторов. С 1967 г. по 1984 год он возглавлял кафедру ЭОС в МИСИ., с 1984 г. по 1995 г. работал в Главмосстрое.

К наиболее заметным трудам профессора А.К. Шрейбера следует отнести: учебник «Организация, планирование и управление строительством» в соавторстве с Л.И. Абрамовым, А.А. Алексеевым и Р.А. Волчанским (М. : Высш. школа, 1977. 351 с.); монографию «Экономические аспекты управления производством сборного железобетона» в соавторстве с Карасём Л.Ю. и Казасом М.М. (М.: Стройиздат, 1980. 121 с.); учебник «Организация и планирование строительного производства» в соавторстве с Л.И. Абрамовым, А.А. Гусаковым и др. (М.: Высш. шк., 1987. 367 с.); энциклопедию

«Строительное производство» под его редакцией (М.: Стройиздат, 1995. 463 с.) и ряд других.

Длительное время А.К. Шрейбер заведовал кафедрой в Государственной академии специалистов инвестиционной сферы (ГАСИС). Под его научным руководством 32 аспиранта и соискателя защитили кандидатские диссертации, 5 его учеников стали докторами наук. Им опубликовано свыше 180 научных статей, монографий, учебников. В настоящее время А.К. Шрейбер продолжает активную педагогическую и научную деятельность. Он является членом ряда Ученых и методических советов, членом Совета ветеранов строителей Москвы, член редакционной коллегии журнала «Экономика строительства».

Возглавляя кафедру ЭОС МИСИ, профессор А.К. Шрейбер сумел привлечь на работу известнейших в стране специалистов и профессионалов строительной отрасли. Так, например, в составе кафедры в те годы работали: Герой социалистического труда, орденоносец профессор И.В. Комзин, который в годы войны возглавлял строительство военно-морских баз на Балтике, руководил строительством Волго-Донского канала и Асуанской гидроэлектростанции в Египте, а также многих других крупных объектов союзного значения.

Профессор кафедры ЭОС – Заслуженный деятель науки Российской Федерации, профессор, д.т.н., Гусаков Александр Антонович является основоположником системотехники в строительстве, автором многих монографий и учебников, востребованных до сих пор в строительной науке. С его именем связано в нашей стране становление и развитие компьютеризации в строительстве и формирование ряда принципиально новых научно-практических направлений в строительной науке. В частности, по его методологическим постановкам разработаны первые имитационные модели, алгоритмы, программы интеграции проектирования и управления строительством в условиях новых информационных технологий, организован первый в нашей стране отраслевой фонд алгоритмов и программ. По проблемам экономики, организации и системотехники в строительной отрасли в России и за рубежом им опубликованы десятки монографий и сотни научных статей.

Среди основных научно-практических результатов, полученных лично А.А. Гусаковым и представителями его научной школы, следует выделить концепцию вероятностного представления о строительстве, как альтернативы существующей детерминированной концепции; концепцию функционально-системного представления объектов строительства на основе теории функциональных систем П.К. Анохина; концепцию реструктуризации строительных знаний и высшего строительного образования на основе теории функциональных систем; новую парадигму строительной деятельности на основе нейроподобных систем. К важным результатам научно-педагогической деятельности профессора кафедры ЭОС А.А. Гусакова следует также отнести множество научных идей и концепций, гипотез, алгоритмов и моделей, на которых выросла целая плеяда современных ученых со своими научными школами и научными направлениями.

Первый в МИСИ-МГСУ доктор экономических наук, профессор Богуславский Леонтий Давидович – один из инициаторов развития экономического направления на кафедре. В частности, его интересовали проблемы поиска резервов повышения производительности труда в строительстве; повышения экономичности систем теплоснабжения и вентиляции; экономии электроэнергии, воды и теплоты в жилых зданиях; снижения расхода энергии при работе систем отопления и вентиляции и пр.

В качестве совместителей на кафедре ЭОС МИСИ работали ведущие руководители специалисты из Госстроя СССР, Госплана РСФСР, руководители Научно-исследовательского института экономики строительства (НИИЭС) Госстроя СССР, Стройбанка СССР и других крупнейших Московских строительных учреждений, организаций и научно-исследовательских институтов. В частности, долгое время с кафедрой ЭОС МИСИ сотрудничали такие известные ученые-экономисты, как Председатель Московского отделения Стройбанка СССР доцент, к.э.н. Г.М. Соколов, директор НИИЭСа, профессор П.Б. Горбушин, профессор, д.э.н. Я.А. Рекитар, директор института ВНИИПИ труда в строительстве, профессор В.И. Мальцев, его заместитель, профессор, д.э.н. П.С. Сапожников и другие ученые и специалисты.

Многие студенты-выпускники МИСИ-МГСУ до сих пор помнят таких прекрасных преподавателей кафедры ЭОС, как Л.И. Абрамов, Р.А. Волчанский, Н.А. Дембовский, С.М. Думанян, К.Г. Романова, А.Е. Лейбман, Р.М. Меркин, С.М. Павлов и многих других, кого уже, к сожалению, нет с нами.

В 1974 г. по инициативе профессора А.К. Шрейбера на базе кафедры ЭОС был создан факультет экономики и организации в строительстве – ЭОС, который в дальнейшем был переименован в факультет экономики, организации и управления в строительстве (ЭОУС). Когда профессор А.К. Шрейбер перешел на руководящую должность в Главмосстрой (руководил строительством ряда уникальных объектов Олимпиады-80), кафедру ЭОС на протяжении 11 лет (1975-1986 гг.) возглавлял известный ученый-строитель, основоположник методов передвижки зданий в Москве, специалист в области крупнопанельного домостроения, профессор, д.т.н. Монфред Юрий Борисович. За свою творческую научную жизнь Юрий Борисович подготовил около ста кандидатов и докторов наук, создал научную школу сборного панельного домостроения, реконструкции и реновации этих зданий [4].

В начале 50-х годов Ю.Б. Монфред руководил отделом экспериментального строительства в институте строительной техники (бывшая Академия архитектуры СССР). Им была создана лаборатория, деятельность которой играла ведущую роль в становлении метода строительства домов из крупногабаритных конструкций. Под его руководством лаборатория занималась разработкой технологии изготовления крупных железобетонных изделий для жилых полносборных зданий, методами монтажа и транспортировки этих элементов. Лаборатория неоднократно изменяла свое название – наиболее точное «лаборатория заводской технологии ЦНИИЭП жилища» (1961). В дальнейшем на базе этой лаборатории было организовано научно-проектное отделение заводской технологии домостроения ЦНИИЭП жилища, имеющее целый ряд территориальных отделов-филиалов в крупных городах бывшего Союза.

Совет Министров СССР положительно оценил предложенный и апробированный заведующим нашей кафедрой, профессором Ю.Б. Монфредом метод крупнопанельного домостроения, который стал широко использоваться в массовом крупнопанельном жилищном строительстве по всей стране вплоть до настоящего времени. В таких крупных городах как Москва, Санкт-Петербург, Минск, Вильнюс, Харьков, Фергана, Ташкент, Новосибирск, Волгоград, Иркутск, Новокузнецк и других до сих пор эксплуатируются дома, построенные по этому методу [5].

Ю.Б. Монфред опубликовал более 100 научных статей, монографий, несколько учебников, являлся действительным членом Академии коммунального и жилищного хозяйства. К наиболее заметным научным публикациям профессора Ю.Б. Монфреда с его коллегами и учениками (Граник Ю.Г., Прыкин Б.В., Сулковский П.А., Могилевский

М.С. и др.), оказавшим весьма существенное влияние на подготовку высококвалифицированных специалистов отечественной строительной отрасли, следует отнести: научный доклад к IV сессии Академии строительства и архитектуры СССР по сборному и предварительно напряженному железобетону, подготовленный совместно с Научно-техническим обществом строительной промышленности СССР «Монтаж жилых и общественных зданий с конструкциями из сборного железобетона» (М., 1958. 25 с.); НИР «Способы изготовления объемных блоков для жилищного строительства в СССР и за рубежом» (М., 1965. 63 с.); учебник «Организация, планирование и управление предприятиями стройиндустрии» (М.: Стройиздат, 1989. 506 с); НИР для Госстроя СССР «Расчет условно-ритмичного потока в жилищно-гражданском строительстве» (М., 1975. 50 с.); учебное пособие «Организация систем управления качеством строительства»; (М., МИСИ, 1986. 75 с.) и ряд других.

Ю.Б. Монфред готовил не только научных работников, докторов и кандидатов наук, но и преподавателей – он передавал своим ученикам опыт работы со студентами. Он читал несколько лекционных курсов, и всегда на его лекциях присутствовали его аспиранты. Некоторые из его учеников стали заведующими кафедрами в своих вузах, 14 из них в последствии защитили докторские диссертации. Они несли с собой любовь и преданность своему делу, доброе отношение к студентам и коллегам [9].

Приказом ректора №679 от 25 ноября 1988 г. МИСИ им. В.В. Куйбышева кафедра ЭОС была переименована и получила название «Экономика организации и управления в строительстве» (ЭОУС). Многие годы на кафедре ЭОУС работали такие преподаватели как А.Р. Аршакян, Г.Я. Бакаева, Н.А. Бондарева, В.В. Володин, Х.М. Гумба, Е.П. Жарковская, Г.Л. Исаева, А.А. Карпенко, М.М. Квашнина, С.С. Колобов, Ф.Н. Кузнецов, В.П. Луговая, В.А. Лукинов, Г.Д. Малышева, А.Н. Манасян, Н.П. Минина, М.А. Моторина, М.А. Пищиков, С.С. Романова, А.Ф. Требухин, В.В. Шеховцова, В.В. Шошинов и другие. Всего на кафедре было более 20 человек профессорско-преподавательского состава и 4 человека из учебно-вспомогательного состава (инженер Мадьярова И.И., ст. лаборант Т.М. Калашникова, инженер В.В. Турянская, инженер В.К. Алехина).

В 1989 г. на основе кафедры ЭОУС были организованы две кафедры «Экономика и управление в строительстве» (ЭУС) и «Организация строительства» (ОС), в дальнейшем кафедра ОСУН. Заведующим кафедрой ЭУС с 1989 г. по 2004 г. был избран д.э.н., профессор Степанов Иван Степанович.

И.С. Степанов окончил Всесоюзный заочный политехнический институт (1961), аспирантуру (1970). Доцент (с 1978), докторскую диссертацию защитил в 1986 г. по актуальным проблемам экономики строительства. Автор более 100 науч. работ, в т.ч. 9 монографий, ряда учебников и учебных пособий, из которых особо значимым и наиболее известным является учебник «Экономика строительства», который выдержал несколько изданий, был и остается в настоящее время базовым для всех отраслевых вузов России.

Профессор И.С. Степанов имел весьма значительный опыт практической деятельности управления в строительстве: по окончании института он работал горным техником-шахтостроителем, мастером в СУ-13 «Ростовшахтстроя» (1950-1953), начальником СМУ, директором комбината строительных материалов, инспектором Госкомтруда, начальником управления в Миннефтегазстрое, профессором Высшей школы профсоюзов, заместителем заведующего кафедрой Академии труда и социальных отношений в Москве (1970-1978). Все это позитивно влияло на организацию учебного процесса на нашей кафедре, на результаты подготовки выпускаемых специалистов,



поскольку весь ППС им был ориентирован на конечный результат – качество выпускников.

В 1993-1995 гг. ППС кафедры ЭУС приняли активное участие в международной программе «Подготовка проект-менеджеров для России», реализуемой Правительством РФ и Министерством высшего и среднего образования РФ за счет гранта Всемирного Банка. Со-директором с российской стороны была назначена профессор И.Г. Лукманова. В рамках этой программы прошли подготовку 96 преподавателей из разных городов и вузов России, в том числе 18 преподавателей и 5 аспирантов МИСИ-МГСУ, в т.ч. преподаватели кафедры ЭУС: Т.В. Аверченко, В.В. Володин, О.Н. Ильина, М.М. Квашнина, В.П. Луговая, М.А. Моторина, В.В. Шошинов; аспиранты кафедры А.И. Алешин, Л.В. Скрипичева, А.Ю. Юркевич.

В 2000 г. Минобразования РФ утвердил д.э.н., профессора И.С. Степанова. Председателем докторского диссертационного совета в МГСУ по специальности 08.00.05 – «Экономика и управление народным хозяйством (строительство)». Под его руководством получили ученую степень доктора и кандидата экономических наук более 30 докторантов, аспирантов и соискателей. По мнению руководства Университета, учеников, коллег и профессионального сообщества, первый заведующий кафедрой ЭУС И.С. Степанов является примером достойного служения своему коллективу, науке и строительному комплексу.

Следующим заведующим кафедрой ЭУС стал коллега профессора И.С. Степанова д.э.н., профессор, Почетный строитель России Гумба Хута Мсуратович, возглавлявший нашу кафедру с 2004 по 2009 г.

Х.М. Гумба окончил Ростовский инженерно-строительный институт (1972), работал на инженерных и руководящих должностях в строительных организациях Ростова-на-Дону. Без отрыва от производства он закончил аспирантуру и в 1990 г. успешно защитил кандидатскую диссертацию на тему «Методические основы формирования системы экономических нормативов, платежей и отчислений государственных предприятий в бюджет» (Ленинградский ордена «Знак почета» инженерно-экономический институт имени Пальмиро Тольятти). В 1999 г. защитил докторскую диссертацию на тему «Экономический механизм обеспечения устойчивой хозяйственной деятельности строительных организаций» (Центральный научно-исследовательский институт экономики и управления в строительстве). Автор более 150 научных работ по экономике строительства, государственному регулированию деятельности хозяйствующих субъектов, управлению развитием инновационных и инвестиционных процессов в строительстве, антикризисному управлению, ценообразованию и сметному делу, является автором 12 монографий и целого ряда учебников.

Профессор Х.М. Гумба внес значительный вклад в обновление научно-педагогического состава кафедры и развитие профессиональных программ подготовки специалистов для работы в строительной отрасли. Особое место в своей работе он уделял подготовке научных кадров – лично в качестве научного консультанта он подготовил 2 докторов и 38 кандидатов экономических наук. Многие из его учеников (профессор С.С. Уварова, тема докторской диссертации «Методология планирования и реализации организационно-экономических изменений системы управления инвестиционно-строительным комплексом в условиях устойчивого развития»; доцент кафедры, заместитель директора ИЭУКСН В.С. Канхва, тема кандидатской диссертации «Разработка механизма оценки и обеспечения экономической устойчивости предприятий строительной отрасли»; доцент кафедры, начальник финансового управления НИУ МГСУ О.В. Папельнюк, тема кандидатской диссертации «Разработка эффективного

механизма управления инновационной деятельностью предприятий малого и среднего бизнеса (строительство)»; доцент А.А. Благодатская, тема кандидатской диссертации «Механизм оценки и обеспечения надежности функционирования строительной отрасли на инновационной основе» и ряд других) прочно закрепились на кафедре и успешно занимаются подготовкой бакалавров, специалистов, магистрантов и аспирантов НИУ МГСУ.

Обосновывая место и роль кафедры ЭУС НИУ МГСУ в обеспечении устойчивого развития инвестиционно-строительного комплекса Российской Федерации, следует обратить внимание на преемственность поколений ученых и педагогов кафедры. В частности, связующим звеном – своеобразным «мостиком» между плеядой известных ученых и руководителей нашей кафедры, представленных выше, и работающими ППС кафедры в настоящее время, – является выдающийся ученый, педагог, эффективный организатор учебной работы и научно-исследовательской деятельности в нашем Университете д.э.н., профессор, Лукманова Инесса Галеевна.

И.Г. Лукманова окончила очную аспирантуру на кафедре ЭОС и защитила кандидатскую диссертацию в 1974 г. С 1974 г. – доцент кафедры ЭОС, в 1993 г. – избрана на должность профессора кафедры ЭУС. В 1995 г. Министерством образования РФ ей присвоено ученое звание профессора по кафедре «Экономика и управление в строительстве», в 2001 г. защитила докторскую диссертацию на тему «Проблемы обеспечения качества и конкурентоспособности продукции предприятий строительной отрасли».

С 1976 г. по 2005 г. она была деканом факультета ЭОУС, а с 2005 г. по 2010 г. работала директором института ЭУИС. С 2009 по 2015 г. И.Г. Лукманова возглавляла кафедру ЭУС, которая внесли значительный вклад в обновление научно-педагогического состава кафедры, а также в развитие профессиональных программ подготовки специалистов для работы в строительной отрасли и в подготовку научных кадров [6].

В эти годы на кафедре ЭУС получили развитие и были организованы новые виды образовательной, методической и научной деятельности:

- ускоренное образование для лиц, имеющих первое высшее образование (отв. В.П. Луговая);
- заочная форма образования (отв. А.И. Яровой, Е.В. Нежникова);
- магистратура как новая ступень образования (отв. В.В. Турянская);
- краткосрочные курсы подготовки слушателей по сметному делу в строительстве (отв. В.К. Алехина);
- дополнительное профессиональное образование по программе «Сметное дело и ценообразование» (отв. О.И. Салтыкова, М.П. Бовсуновская);
- регулярная Всероссийская научно-практическая конференция «Степановские чтения» (отв. М.Ю. Мишланова) [1].

С 2009 по 2015 г. под руководством проф., д.э.н. И.Г. Лукмановой на кафедре активно осуществлялась научно-исследовательская деятельность (отв. М.Ю. Мишланова), функционировала рабочая группа учебно-методической комиссии (О.И. Салтыкова, А.А. Карпенко, В.В. Полити, Е.С. Ерина, А.Ф. Требухин), ежегодно издавался сборник научных трудов кафедры ЭУС (отв. В.В. Полити, В.К. Алехина, Л.Н. Вычугжанина).

Как выпускающая кафедра ЭУС готовила к выпуску более 450 экономистов для отрасли строительства по всем видам и формам обучения: очной, очно-заочной (вечерней), заочной и экстернатуре. Ежегодно 5-6 аспирантов кафедры и, как правило,

один докторант защищали диссертации. Некоторые из них оставались работать на кафедре: В.В. Шошинов, В.В. Турянская, В.С. Канхва, Н.А. Бондарева, Е.В. Нежникова, С.В. Родионова, А.А. Благодатская, М.П. Бовсуновская, О.В. Папельнюк, А.А. Аксенова, Р.В. Шедловский, К.И. Кармокова и др. кандидаты экономических наук. Докторские диссертации защитили: Х.М. Гумба, В.В. Лукинов, И.Г. Лукманова, Т.А. Шиндина, В.Ю. Михайлов, В.В. Пешков, С.С. Уварова, А.П. Барканов, В.А. Воронин, Д.Н. Силка, Е.В. Нежникова, В.И. Сарченко [7].

На руководящих позициях Университета работали и работают выпускники магистратуры, аспирантуры и докторантуры кафедры ЭУС: проректором НИУ МГСУ по управлению качеством, финансовой и молодежной политике была доцент, д.э.н., зав. каф. ЭУС Е.В. Нежникова (2019-2021 гг.); заместителем директора Института ЭУКСН по научной работе является доцент кафедры ЭУС В.С. Канхва, который окончил НИУ МГСУ в 2002 г. и работает на кафедре с 2004 г.; начальник УБУ и ФК – главный бухгалтер НИУ МГСУ А.М. Мелешко; первый заместитель главного бухгалтера К.И. Кармокова; начальник ПФУ Университета О.В. Папельнюк, начальник центра мониторинга и качества НИУ МГСУ А.А. Аксёнова и др.

В результате личной эффективной организационной деятельности заведующего кафедрой И.Г. Лукмановой и слаженной учебной, научной, хоздоговорной, методической и общественной работы всего коллектива в 2011 г. кафедра ЭУС получила звание «Золотая кафедра России».



В период с 2000 по 2018 г. работала на кафедре ЭУС известный и авторитетный ученый в области инвестиционно-строительной деятельности и экономики строительства д.э.н., профессор Яськова Наталья Юрьевна, оставившая заметный след в истории нашей кафедры. В 1983 г. она защитила кандидатскую диссертацию на тему «Усиление стимулирующего воздействия фонда материального поощрения на эффективность производства: на примере строительства» (1983 г.); в 1999 г. докторскую диссертацию на тему «Формирование организационно-экономического механизма инвестиционно-строительной деятельности переходного периода».

В исследованиях профессора Н.Ю. Яськовой выработка новой инвестиционно-строительной модели в сложившихся условиях является не просто данью сложившейся научно-технической повестки, но и вопросом выживания России, как суверенной страны и крепнущего центра будущего цивилизационного устройства мира. Результаты её исследований свидетельствуют о том, что базовые постулаты, а именно: перманентная победа над инфляцией, жесткая кредитно-денежная политика, перенакопление резервов, пассивность фондов развития, целевая фокусировка на экспортную экспансию, офшоризация и др., активно замещаются: снижением ключевой ставки, ростом доступности ресурсов развития, субсидиарными механизмами.

Научная школа управления инвестиционно-строительной деятельностью профессора Н.Ю. Яськовой расширила границы научной школы управления недвижимостью и организации строительства, переведя проблему в проектный формат осуществления инвестиционно-строительной деятельности, локализованной в пространстве и времени; необходимость циклической синхронизации целей, проектов, ресурсов, территорий развития и сфер деятельности с выходом за отраслевые рамки; непрерывно меняющееся состояние инвестиционно-строительных процессов с динамическим характером целей, корректируемых в рамках последовательной оценки (желательно алгоритмизированной) программы действий в формате «карт будущего».

Профессором Н.Ю. Яськовой опубликовано более 200 научных трудов, в том числе монографии, учебники, статьи в высокорейтинговых российских и зарубежных изданиях. Весьма заметными и принятыми научным и профессиональным сообществом являются научные монографии «Развитие инвестиционно-строительных процессов в условиях глобализации» (М.: МАИЭС, ИПО «У Никитских ворот», 2009. 520 с.); «Пространственная реструктуризация. Новые смыслы и правила инвестиционно-строительной деятельности» (М.: Издательский центр «Дело» РАНХиГС, 2019. 456 с.); учебник для вузов «Финансы и кредит в строительстве» (М.: «Молодая гвардия», 2011. 589 с.) и др.

Среди учеников профессора Н.Ю. Яськовой есть преподаватели кафедры ЭУС: д.э.н., доцент Д.Н. Силка (тема докторской диссертации «Методология создания механизма эффективного управления циклом деловой активности в строительстве» – 2014); к.э.н., доцент М.П. Бовсуновская (тема кандидатской диссертации – «Разработка методов обоснования параметров процесса капитализации объектов жилищного строительства» – 2011); к.э.н., доцент О.В. Мурашова (тема кандидатской диссертации «Оценка экономической эффективности строительства “интеллектуальных зданий”» – 2010) и ряд других.

В 2012 г. в результате присоединения к НИУ МГСУ Московской государственной академии коммунального хозяйства и строительства (МГАКХиС) состав кафедры ЭУС пополнился новыми преподавателями включившимися в учебную работу: д.э.н., профессор Горшков Р.К.; профессор, д.э.н., профессор В.А. Дикарева, к.э.н., доцент И.Е.

Алпацкая, к.э.н., доцент Л.А. Шутова, к.э.н С.И.. Лаптева. Профессиональное сообщество по достоинству оценило работу профессоров кафедры Р.К. Горшкова и В.А. Дикаревой «Организация коммерческой деятельности предприятий строительного комплекса» (учебное пособие. М.: «Граница», 2010. 298 с.).

Коллектив кафедры постоянно пополнялся новыми преподавателями, которые вносили и вносят в настоящее время свой вклад в совершенствование учебной и научной работы: к.э.н., доцент О.А. Бурова, к.э.н., доцент О.В. Васильева, к.э.н., доцент И.В. Заславская, к.т.н., доцент М.Ю. Мишланова, к.э.н., доцент Е.Н. Нидзий, к.п.н., доцент А.Ю. Мисаилов, ст. преподаватель Калинина А.А., ст. преподаватель Сызранцев Г.А., преподаватель Бочков А.Ю., преподаватель Агаханова К.А., преподаватель Судакова А.А.

Кроме штатных преподавателей весьма успешно работают на кафедре ЭУС и заместители – выпускники аспирантуры ЭУС: к.э.н. Е.В. Фаломеев, к.э.н. Н.Ю. Матвеев, к.э.н. Р.А. Шедловский, к.э.н. Б.Л. Ефремян.

Профессор И.Г. Лукманова с 2005 по 2015 гг. выполняла обязанности Председателя диссертационного совета Д212.138.05, а с 2015 г. является заместителем Председателя этого диссертационного совета. При этом в период с 2013 г. по 2018 г. она была членом экспертного совета ВАК Российской Федерации по экономике строительства.

Все эти годы и в настоящее время д.э.н., профессор И.Г. Лукманова является профессором кафедры ЭУС НИУ МГСУ. Она является научным руководителем и основателем научно-педагогической школы: «Управление устойчивым инновационным развитием строительной отрасли в аспектах обеспечения конкурентоспособности предприятий, повышения качества строительной продукции и применения методологии управления проектами». Ею проведены комплексные исследования в области обеспечения конкурентоспособности продукции предприятий строительной отрасли, включающие в себя все этапы решения поставленных задач от разработки теоретических, методологических и методических основ до практических рекомендаций и внедрения.

К наиболее известным работам среди студентов, аспирантов научного сообщества и хозяйственных практиков следует отнести монографии «Создание системы менеджмента качества, охраны здоровья, безопасности и экологии в строительной отрасли»; «Управление проектами в инвестиционно-строительной сфере»; «Системы менеджмента качества в строительстве»; «Основные направления развития систем менеджмента качества в строительстве»; «Менеджмент качества в строительстве»; учебник «Менеджмент качества»; учебное пособие «Управление проектами»; учебно-методическое пособие «Экономика строительства» и ряд других учебников и монографий.

Под научным руководством и непосредственном участии И.Г. Лукмановой в НИУ МГСУ открыт ряд новых направлений подготовки специалистов для строительной отрасли, среди них, в 1999 г. новая специальность «Экспертиза и управление недвижимостью». В настоящее время И.Г. Лукманова является научным руководителем магистерской программы 38.04.01. «Экономика».

За многолетний период работы профессором И.Г. Лукмановой проведены комплексные исследования в области обеспечения конкурентоспособности продукции предприятий строительной отрасли, включающие в себя все этапы решения поставленных задач от разработки теоретических, методологических и методических основ

до практических рекомендаций и внедрения. За годы работы в Университете подготовила к защите в качестве научного руководителя и научного консультанта 24 кандидата наук и 5 докторов экономических наук.

В рамках научной школы профессора И.Г. Лукмановой можно выделить четыре основных направления:

1. По первому направлению: «Обеспечение конкурентоспособности предприятий строительной отрасли» защитили кандидатские диссертации 9 человек.

2. По второму научному направлению «Повышение качества строительной продукции» защитили кандидатские диссертации 8 человек.

3. По третьему научному направлению «Применение и развитие методологии управления проектами» защищено 4 кандидатских и одна докторская диссертации.

4. По четвертому научному направлению: «Устойчивое инновационное развитие строительного комплекса на основе совершенствования организационных структур управления и эффективного использования производственно-экономического потенциала в условиях модернизации национальной экономики» защищено 3 кандидатских и 4 докторских диссертации.

Развитие научные исследования по всем направлениям получили в трудах аспирантов и докторантов, защитивших диссертации под её научным руководством в рамках единой научно-педагогической школы. Научная обоснованность и практическая целесообразность разработанных проф. Лукмановой И.Г. теоретических, методологических положений и методических рекомендаций подтверждена результатами внедрения на предприятиях строительной отрасли.

Кроме своих аспирантов, профессор И.Г. Лукманова в рамках научно-педагогической школы осуществляла научное консультирование по проблеме качества другими аспирантами кафедры ЭУС. Это аспирантка из Латвии С.С. Федорова (научный руководитель д.э.н., А.Е. Лейбман), аспирантка каф. ЭУС В.П. Луговая (научный руководитель проф., д.т.н. Ю.Б. Монфред), аспирантка каф. ЭУС А.А. Аксенова (научный руководитель д.э.н. Е.В. Нежникова).

Дальнейшее функционирование и развитие научно-педагогической школы профессора, д.э.н. И.Г. Лукмановой планируется за счет привлечения в аспирантуру и докторантуру кафедры ЭУС молодых ученых. В настоящее время профессор И.Г. Лукманова осуществляет научное руководство одним аспирантом и 6-ю магистрантами. Выпускники аспирантуры Н.Ю. Матвеев, Т.И. Кашкинбаев, Д.Ю. Кудишин, Нгуен Ван Хиеп выразили желание продолжить научные исследования в докторантуре кафедры ЭУС.

В 1996 г. И.Г. Лукмановой присвоено звание «Почётный работник высшего профессионального образования России», в 1997 г. награждена медалью «В память 850-летия Москвы», в 2001 г. – звание «Почетный строитель Москвы», в 2003 г. была награждена государственной наградой «Медаль Ордена за заслуги перед Отечеством II степени», в 2021 г. награждена Знаком отличия «Почетный наставник» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации. С 1993 г. профессор И.Г. Лукманова является действительным членом Международной академии экономики и инвестиций в строительстве, с 1988 г. – старшим действительным членом Международной академии строительства Великобритании. Является одним из авторов методологии и системы непрерывного профессионального образования и международной аттестации специалистов строительной отрасли. Кроме того, с 2002 г. она выполняет обязанности заместителя председателя президиума РОИС по международным связям.

Профессор И.Г. Лукманова активно участвует в деятельности Московского отделения общества. Также она принимает участие в качестве члена редакционных коллегий журналов: «Промышленное и гражданское строительство», «Недвижимость: Экономика и управление», «Экономика строительства», «Строительство: экономика и управление», «Вестник МГСУ».

С 2013 г. на кафедре ЭУС формируется научная школа управления изменениями в инвестиционно-строительном комплексе, возглавляемая д.э.н., доцентом, профессором кафедры экономики и управления в строительстве Светланой Сергеевной Уваровой. В 2013 г. С.С. Уварова защитила диссертацию на соискание степени доктора экономических наук по специальности 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством, на тему «Методология планирования и реализации организационно-экономических изменений системы управления инвестиционно-строительным комплексом в условиях устойчивого развития». Основной идеей новой научной концепции является постоянство реализующихся изменений на основе самоорганизации и организации системы управления инвестиционно-строительным комплексом. При этом концепция доказала фрактальность системы управления инвестиционно-строительным комплексом, базовой единицей которой является система управления инвестиционно-строительным проектом. Соответственно, формируемая научная школа развивает научное направление совершенствования теории и методологии управления изменениями как на микро-, мезо-, так и на макроуровне управления строительством.

Многочисленность и многообразие изменений, происходящих и влияющих на развитие инвестиционно-строительного комплекса, приводит к необходимости исследования процессов управления изменениями на постоянной основе в соответствии с имеющимися трендами и ключевыми направлениями преобразований всех сфер социально-экономической деятельности. Ключевыми трендами преобразований современного инвестиционно-строительного комплекса являются: изменения в системе регулирования инвестиционно-строительной деятельности и системы управления строительством, изменения в управлении инвестиционными проектами, внедрение инноваций в строительстве, изменение системы управления рисками, изменение ценообразования и управления стоимостью строительства, цифровизация строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства, обеспечение устойчивого развития, энергоэффективности и экологичности в строительстве.

Вышеперечисленные научные направления нашли своё развитие в работах учеников С.С. Уваровой: С.В. Беляевой «Методика оптимизации соотношения методов регулирования деятельности строительного комплекса в условиях стабилизации экономики»; Е.И. Сизовой «Управление инновационной деятельностью предприятий холдингового типа на основе реализации субъектно-ориентированного подхода»; Я.А. Андрюниной «Управление развитием «зеленого» строительства на основе реализации ценностно-ориентированного подхода»; Е.И. Киселёвой «Формирование устойчивых конкурентных преимуществ в строительстве путем повышения энергоэффективности».

Представителем научной школы И.Г. Лукмановой из числа работающих на кафедре преподавателей является к.т.н., доцент Мишланова Марина Юрьевна. С 2010 г. по настоящее время она является ответственным исполнителем научно-практических исследований в рамках хоздоговорных работ по следующим направлениям научной школы: «Исследование рынка недвижимости, как среды инвестиционно-строительной деятельности»; «Анализ и повышение результативности деятельности участников инвестиционно-строительных проектов»; «Управление инвестиционно-строительными проектами».

С 2013 г. по настоящее время под руководством М.Ю. Мишлановой выполняли исследования с целью написания диссертации на соискание учёной степени кандидата экономических наук следующие аспиранты и соискатели:

- Е.А. Соболева на тему «Разработка методов управления девелоперским проектом на основе оценки текущей эффективности» (2013);
- А.А. Кузнецов на тему «Механизм обоснования организационным форм реализации инвестиционных проектов дорожного строительства» (2019);
- Г.А. Сызранцев на тему «Разработка механизма управления экономической мобильностью компаний жилищного строительства в условиях изменчивости экономического пространства» (2022).

Доцент М.Ю. Мишланова имеет более 90 научных изданий, из них – три монографии («Развитие эколого-экономической системы «строительство – среда жизнедеятельности». М.: МГСУ, 2014. 168 с. (Библиотека научных разработок и проектов НИУ МГСУ) и др.) и девять публикаций в иностранных изданиях, индексируемых в Scopus и Web of Science. С 2013 г. по настоящее время является учёным секретарём диссертационного совета ДС 212.138.05. За достижения в педагогической и научной деятельности доцент М.Ю. Мишланова неоднократно награждалась дипломами и грамотами, среди них – Почетная грамота Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Почётная грамота и медаль НИУ МГСУ, грамота Ассоциации НОТИМ и др.

В настоящее время весьма актуальными являются задачи цифровизации национальной экономики и, в том числе, в строительной отрасли. На кафедре ЭУС исследования в этом направлении проводит еще один представитель научной школы И.Г. Лукмановой, докторант, доцент кафедры ЭУС, к.э.н., Канхва Вадим Сергеевич.

В 2009 г. он защитил кандидатскую диссертацию на тему «Разработка механизма оценки и обеспечения экономической устойчивости предприятий строительной отрасли». В 2013 году ВАК при Минобрнауки России присуждено звание доцента. Область научных интересов – обеспечение устойчивого развития предприятий инвестиционно-строительного комплекса в условиях цифровой трансформации.

Под руководством В.С. Канхва в 2017 г. аспирантом Б.Л. Ефремяном была защищена диссертация на соискание степени кандидата экономических наук на тему «Разработка интегрированной системы управления рисками на предприятиях строительной отрасли».

К наиболее известным в профессиональном сообществе работам к.э.н., доцента, докторанта кафедры ЭУС следует отнести:

– Соболева Е.А., Канхва В.С. Развитие российского девелопмента в современных условиях: Монография. М.: Издательство МГСУ, 2016. 152 с. (Библиотека научных разработок и проектов НИУ МГСУ).

– Уварова С.С., Канхва В.С., Беляева С.В. Организационно-экономические изменения инвестиционно-строительного комплекса на микроуровне: управление и анализ: Монография. М.: Издательство МГСУ, 2022. 187 с. (Библиотека научных разработок и проектов НИУ МГСУ).

– Финансы и кредит в строительстве / Учебник. Под общей редакцией Н.Ю. Ясько-вой. Изд-во ООО «Стройинформиздат», 2011. 589 с.

– Полити В.С., Канхва В.С., Сызранцев Г.А., Бочков А.Ю. Экономика строительства и технико-экономический анализ / учебно-методическое пособие. М.: МГСУ, 2020 (Электронное издание).



На протяжении многих лет В.С. Канхва является ответственным за образовательные программы по экономическим направлениям подготовки бакалавриата и магистратуры. Имеет более 117 научных и методических работ, в числе которых 2 учебника, 5 монографий, 3 учебных пособия, 19 публикаций в журналах, включенных в глобальные индексы цитирования Scopus и WOS. Является со-руководителем магистерской программы «Инвестиционно-строительный инжиниринг» по направлению 08.04.01 Строительство. Регулярно принимает участие в национальных и международных конференциях, в 2016 г. награжден медалью МГСУ III-степени «За заслуги в строительном образовании и науке».

В период с 2016 по 2020 гг. кафедрой ЭУС заведовал д.э.н., доцент Силка Дмитрий Николаевич, проработавший на кафедре с 2005 по 2020 гг. и прошедший путь от ассистента до заведующего кафедрой. В этот период были на кафедре подготовлены и реализованы новые магистерские программы, такие как «Стоимостной инжиниринг» и «Инвестиционно-строительный инжиниринг»; активно велась методическая, учебная и научная деятельность. В 2016 г. кафедра ЭУС под его руководством успешно прошла очередную аккредитацию.

Под научным руководством д.э.н., профессора Н.Ю. Яськовой в 2008 г. Д.Н. Силка защитил кандидатскую диссертацию на тему «Управление жизненным циклом строительной организации как фактор повышения её капитализации», в 2015 г. – докторскую на тему «Методология создания механизма эффективного управления циклом деловой активности в строительстве». Участвовал в подготовке монографии «Развитие инвестиционно-строительных процессов в условиях глобализации» под редакцией д.э.н., профессора Н.Ю. Яськовой и ряда других работ. Все это предопределило становление собственной научной школы, посвящённой устойчивому развитию предприятий инвестиционно-строительной сферы и управлению циклом деловой активности на корпоративном и отраслевом уровне. Работая на кафедре ЭУС, в рамках своей научной школы Д.Н. Силка подготовил 3-х кандидатов экономических наук.

В настоящее время высококвалифицированный персонал становится наиболее ценным ресурсом строительной организации, поскольку именно кадры осуществляют непосредственную деятельность по управлению всеми другими ресурсами – финансовыми, техническими, технологическими, информационными и т.д. Именно поэтому мы считаем, что качественное выстраивание новой кадровой политики – важнейшая совместная задача государственных органов, строительных компаний и, конечно же, образовательных учреждений строительной отрасли [2, 3]. А стратегическими направлениями сотрудничества университетов и строительных компаний сегодня должны стать гармонизация федеральных образовательных стандартов с профессиональными стандартами руководителей и специалистов инвестиционно-строительной сферы, рациональный подбор кадров для работы на предприятиях; проведение презентаций строительных компаний с участием студентов и преподавателей; активное участие студентов в ярмарках вакансий предприятий строительного комплекса; информирование руководителей предприятий о потенциале будущих специалистов еще на стадии обучения.

Поэтому не случайно, а закономерно, что в 2020 г. кафедру ЭУС возглавила её выпускница д.э.н., доцент Нежникова Екатерина Владимировна, отработавшая на кафедре более 15 лет преподавателем и более 10 лет на ответственных должностях в деканате и Институте экономики МГСУ, тесно взаимодействуя как с преподавателями и студентами, так и с работодателями.

Кандидатскую («Управление рисками для построения эффективной системы материального обеспечения строительной организации» – 2003) и докторскую («Формирование стратегических приоритетов развития жилищной отрасли на основе создания конкурентоспособных объектов жилищного строительства – 2017) диссертации Е.В. Нежникова также защитила в НИУ МГСУ.

К наиболее известным её работам следует отнести монографии «Методология формирования новой государственной экономической политики в сфере жилищного строительства» (М.: МАКС Пресс, 2015. 252 с.) и «Актуальные вопросы теории и практики жилищной отрасли» (М.: МАКС Пресс, 2018. 180 с.) и учебники «Менеджмент качества» (М.: Изд-во «АСВ», 2012. 168 с. – совместно с И.Г. Лукмановой) и «Микроэкономика» (М.: Изд-во «АСВ», 2013. 246 с. – совместно с И.Г. Лукмановой, М.В. Чаруевой и О.В. Папельнюк).

Актуализация и расширение направлений учебного процесса потребовала дополнительного привлечения новых специалистов, в связи с чем штатный состав кафедры по инициативе и усилиями Е.В. Нежниковой пополнился авторитетным руководителем и специалистом инвестиционно-строительной сферы – Президентом Национального объединения организаций в сфере технологий информационного моделирования, советником Президента АО «Группа компаний “Эталон”», д.э.н., М.Ю. Викторовым. А также ведущими специалистами в сфере информационного моделирования экономических процессов (д.э.н., профессор С.С. Уварова) и в области ценообразования и сметного нормирования (к.э.н., доцент В.В. Соловьев).

В период своей работы заведующим Е.В. Нежникова активно поддерживала все творческие инициативы преподавателей кафедры в образовательной, методической и научной деятельности. В ноябре 2020 г. кафедра ЭУС под руководством Е.В. Нежниковой успешно прошла аккредитацию.



Коллектив кафедры ЭУС. 2021 г.

С сентября 2021 г. по настоящее время кафедре ЭУС возглавляет д.э.н., профессор; Почетный работник науки и техники РФ; Почетный работник высшего профессионального образования РФ; член Экспертного Совета Комитета Государственной Думы РФ по строительству и ЖКХ; эксперт Инновационного центра «Сколково» (кластер «ЭнергоТех»); действительный член (академик) Международной академии наук информации, информационных процессов и технологий; член Вольного экономического общества России; советник РААСН Ларионов Аркадий Николаевич.

А.Н. Ларионов имеет значительный опыт профессиональной деятельности в инвестиционно-строительной сфере (43 года), в т.ч. 10 лет государственной службы и 26 лет научно-педагогической деятельности. Работал на кафедре ЭУС с 2009 по 2021 г. внешним совместителем, совмещая свою работу в Центре исследований региональных рынков недвижимости ГНИУ «Совет по изучению производительных сил»; Национальном объединении строителей; НИЦ «Стратегия»; НИИМосстрой; ООО «Коалко Констракшн» с научной, исследовательской и педагогической деятельностью на кафедре ЭУС НИУ МГСУ.

Базовое образование профессора А.Н. Ларионова – инженер-строитель по специальности «Промышленное и гражданское строительство» (ВГИСИ, 1985);. Включен в Национальный реестр специалистов строительной отрасли. Является научным руководителем магистерской программы кафедры «Инвестиционно-строительный инжиниринг», читает курсы основных экономических и технических дисциплин для магистрантов и аспирантов кафедры, руководит дипломным проектированием.

Область научных интересов и некоторые личные результаты научно-педагогической деятельности профессора А.Н. Ларионова: государственное регулирование рынка жилья в условиях социально ориентированной рыночной экономики, энергоэффективное и экологическое домостроение, инновационные методы организации строительного производства, саморегулирование в строительстве. Опубликовано 319 научных и учебно-методических работ, в т.ч. 19 индексируемых в базах Scopus и 5 в Web of Science, а также 58 – в изданиях, входящих в Перечень ВАК; подготовлено и издано 15 учебно-практических пособий (в т.ч., учебное пособие «Муниципальное управление и социальное планирование в строительстве» с грифом «Допущено УМО» Минобрнауки России и учебно-практическое пособие «Саморегулирование в строительной отрасли» для руководителей и специалистов СРО); 28 научных монографий; 4 патента на полезные модели, выданные Федеральной службой по интеллектуальной собственности. Индекс Хирша по РИНЦ составляет 18, индекс Хирша по Scopus – 5. Член редколлегий рецензируемых научных журналов «Вестник МГСУ», «Журнал исследований по управлению», «Вестник ДГТУ» и ряд других, входящих в Перечень ВАК. В период с 2008 по 2016 гг. являлся учредителем и главным редактором научного информационно-аналитического журнала «Жилищная экономика». Член диссертационных советов по экономическим наукам при НИУ МГСУ и СПбГАСУ, часто привлекается к оппонированию докторских и кандидатских диссертаций по инвестиционно-строительной и жилищной тематике диссоветами по экономическим наукам Москвы, Санкт-Петербурга, Волгограда, Воронежа, Нижнего Новгорода и других регионов.

Научно-педагогическая школа д.э.н., профессора А.Н. Ларионова «Методология формирования государственной политики в жилищной сфере» формировалась на протяжении более 20 лет из внедрения личных научных разработок в хозяйственную практику субъектов рынка жилья (в т.ч. органов государственной власти), авторских и совместных публикаций, а также результатов совместной научно-исследовательской

деятельности со своими учениками. В качестве научного руководителя А.Н. Ларионов подготовил 3 доктора и 18 кандидатов экономических наук; в настоящее время на кафедре ЭУС консультирует 3-х аспирантов.

В настоящее время на кафедре ЭУС работают 4 профессора, 22 доцента, 6 старших преподавателей, 3 преподавателя, 1 заведующий лабораторией, 2 учебных мастера. Сегодня выпускающая кафедра ЭУС осуществляет подготовку по программам 38.03.01 Экономика, профиль «Экономика предприятий и организаций», 38.04.01 Экономика, магистерская программа «Экономика инвестиционно-строительной сферы», 08.03.01 Строительство, профиль «Стоимостной инжиниринг», 38.06.01 Экономика, программа аспирантуры «Экономика и управление в строительстве и недвижимости».

В целях повышения эффективности и качества учебного процесса к внешнему совместительству на кафедру привлечено 6 высококвалифицированных специалистов из числа представителей работодателей: д.э.н. М.Ю. Викторов; д.э.н., доцент С.С. Уварова; к.э.н., доцент А.П. Корчагин; к.э.н. Б.Л. Ефремян; к.э.н. С.Н. Шипова; к.э.н., доцент Л.А. Шутова. Кроме того, с 1.09.2022 на кафедре будет трудиться внешним совместителем К.А. Ляховский – советник ГБУ «Аналитический центр» Комитета экономической политики и земельных отношений Правительства Москвы К.А. Ляховский.

Учащиеся имеют возможность пройти практическую подготовку в ведущих организациях отрасли (АО «Моспромстрой», АО «Мосинжпроект», ООО «Базстрой», АО «Группа компаний “Эталон”», АО «Гипсобетон» и др.), кафедра активно осуществляет помощь выпускникам в дальнейшем трудоустройстве.

Серьезное внимание в работе кафедры уделяется профориентационной работе (отв. к.э.н., доцент Е.Н. Нидзий и преподаватель А.А. Судакова).

Традиционно значительное место в работе кафедры ЭУС уделяется научной и научно-исследовательской работе. В настоящее время в аспирантуре кафедры обучается 8 человек, научными руководителями являются д.э.н., профессор И.Г. Лукманова, д.э.н., профессор А.Н. Ларионов, к.т.н., доцент М.Ю. Мишланова, к.э.н., доцент В.В. Полити, к.э.н., доцент В.С. Канхва. Три члена кафедры (И.Г. Лукманова, А.Н. Ларионов и М.Ю. Мишланова) являются членами докторского диссертационного совета по экономическим наукам Д 212.138.05 при НИУ МГСУ. В этом диссоте в текущем учебном году защитили свои кандидатские диссертации старший преподаватель Г.А. Сызранцев на тему «Разработка механизма управления экономической мобильностью компаний жилищного строительства в условиях изменчивости экономического пространства» (научный руководитель к.т.н., доцент М.Ю. Мишланова) и П.Р. Беккер на тему «Активизация привлечения инвестиций в реконструкцию и эксплуатацию объектов культурного наследия городов» (научный руководитель д.э.н., доцент Д.Н. Силка).

Практикоориентированная научно-исследовательская деятельность кафедры ЭУС, которая успешно осуществляется нашими ведущими профессорами и доцентами вот уже на протяжении 75 лет, достаточно известна в профессиональном строительном сообществе. Славные традиции кафедры, показывая личный пример и вовлекая в эту деятельность других ППС, многие годы поддерживает авторитетнейший ученый в области качества и конкурентоспособности строительных предприятий профессор И.Г. Лукманова. Так, например, в 2021-2022 учебном году под её научным руководством для ряда московских застройщиков было выполнено 3 хозяйственных договора-НИР («Разработка и внедрение методики формирования застройщиком кон-

солидированного бюджета инвестиционно-строительного проекта»; «Совершенствование метода освоенного объема в управлении стоимостью инвестиционно-строительного проекта»; «Переформатирование бизнес-процессов деятельности застройщика в условиях высокой турбулентности внешней среды») на общую сумму 2 млн 400 тыс рублей.

К.т.н., доцент М.Ю. Мишланова, совместно с к.э.н., доцентом кафедры «Менеджмент и инновации» НИУ МГСУ Т.Н. Кисель и магистрантом нашей кафедры по направлению подготовки «Экономика» К.Ф. Галеевым, при участии аспирантки А.Н. Магиной, на безвозмездной основе провели исследование проблем внедрения технологий информационного моделирования в инвестиционно-строительных проектах российских компаний. По его результатам ими был подготовлен отчет (размещен на официальном сайте НИУ МГСУ) и получено свидетельство о государственной регистрации базы данных за № 2022620873.

В развитие вышеуказанного исследования творческим коллективом, состоящим из профессора А.Н. Ларионова, д.э.н., профессора С.С. Уваровой, к.э.н., докторанта, доцента В.С. Канхвы и магистранта 2-го года обучения К.Ф. Галеева по договору НИУ МГСУ с Ассоциацией «Национальное объединение организаций в сфере технологий информационного моделирования» (НОТИМ) в апреле-мае 2022 г. была выполнена НИР на тему «Цифровизация строительной отрасли на всех этапах жизненного цикла объекта капитального строительства». Данное исследование содержит экспресс-оценку текущего положения предприятий и учреждений на предмет степени цифровизации как отдельных проектов и видов деятельности, так и предприятий в целом. По его результатам были выработаны решения, направленные на долгосрочное развитие, оптимизацию бизнес-процессов, повышение уровня конкурентоспособности предприятия и качества строительной продукции с использованием профессиональных программных комплексов. Отчет по этому исследованию представлен на различных официальных информационных ресурсах широкому кругу профессионального сообщества. Общественный Совет при Министерстве строительства и ЖКХ Российской Федерации в лице его Председателя С.В. Степашина за проведение этого исследования и в честь Дня Строителя в августе 2022 г. наградил участников этого проекта Благодарственным письмом.

В прошедшем 2021-2022 учебном году ППС кафедры активно и публиковали научные статьи в журналах из перечня ВАК (39 статей), Scopus/WoS (16 статей). Кроме того, в серии «Библиотека научных разработок и проектов НИУ МГСУ» члены кафедры С.С. Уварова, А.Н. Ларионов и В.С. Канхва совместно к.э.н., доцентом ВорГТУ С.В. Беляевой подготовили и издали монографию «Управление жизненным циклом объекта капитального строительства: аспект платформизации и цифровизации». Профессор И.Г. Лукманова и доцент М.Ю. Мишланова написали свои разделы в учебнике «Управление строительством», рекомендованном РААСН по направлениям подготовки 5.2.3 «Региональная и отраслевая экономика» (научная специальность); 38.04.01 «Экономика» (уровень магистратуры); 38.03.01 «Экономика» (уровень бакалавриата). Профессор А.Н. Ларионов подготовил свои разделы в опубликованном электронном учебно-методическом пособии «Методы и формы организации строительного производства».

Помимо непосредственного участия в учебном процессе ППС кафедры в настоящее время разрабатывает и актуализирует электронные образовательные ресурсы по ОПОП, мультимедийные элементы к ним («Экономика отрасли» – рук. к.э.н., доцент В.В. Полити; «Инвестиционное проектирование» – рук. д.э.н., профессор А.Н. Ларионов; «Планирование и управление в строительстве» – рук. к.э.н., доцент А.А.

Благодатская; «Экономика строительного предприятия» – рук. к.т.н., доцент М.Ю. Мишланова; «Нормирование ресурсов в строительстве» – рук. к.э.н., доцент В.В. Соловьев; «Ценообразование и сметное дело в строительстве» – рук. к.э.н., доцент М.П. Бовсунувская; «Учет и анализ в строительстве» – рук. к.э.н., доцент И.В. Заславская).

На кафедре ЭУС многие годы успешно реализуются программы дополнительного профессионального образования: «Сметное дело и ценообразование в строительстве», «Управление проектами в инвестиционно-строительной сфере», «Управление службой технического заказчика при осуществлении государственных контрактов в условиях цифровой трансформации».

Ведущие преподаватели кафедры привлекаются в состав конкурсных комиссий и жюри Всероссийских конкурсов. В частности, 16 августа 2022 г. состоялся заключительный этап «Конкурса профессионального мастерства для инженерно-технических работников в сфере строительства» – к.э.н., доцент М.П. Бовсунувская и к.э.н., доцент В.В. Соловьев представляли НИУ МГСУ в составе жюри Национального объединения строителей, за что были удостоены Благодарности Президента НОСТРОЙ.

В заключение следует подчеркнуть, что 75-летняя история функционирования и развития кафедры ЭУС МИСИ-МГСУ наполнена интересными и полезными традициями, которые объединяют весь коллектив и призывают нас поддерживать и обогащать их, чтобы быть востребованными в сфере профессионального строительного образования и науки ещё долгие годы.

## Литература

1. 20 лет кафедры ЭУС. Научные труды коллектива кафедры «Экономика и управление в строительстве». Под общей ред. заведующего кафедрой ЭУС, д.э.н., профессора Гумба Х.М. / ФГБОУ ВПО «Московский государственный строительный университет. М.: МГСУ, 2009. 187 с.

2. Ларионов А.Н. Миссия и функции научно-исследовательских организаций в современной экономике России // Россия: тенденции и перспективы развития. Ежегодник. Вып. 5 Часть II. М.: ИНИОН РАН, 2010. С. 713-717.

3. Ларионов А.Н. Формирование новой кадровой политики в строительстве // Инвестиции и инновационное развитие. Проблемы. Перспективы: Монография / Под ред. Б.В. Генералова; МАИЭС, Владимирский гос. ун-т, Российский гос. торгово-экономический ун-т. Владимир, 2011. С. 249-259.

5. Международная конференция. Научные чтения, посвященные 100-летию Ю.Б. Монфреда. 27 марта 2013 г. М.: Изд-во МГСУ, 2013. 330 с.

6. Монфред Юрий Борисович. Из серии «Наши юбиляры» / ФГБОУ ВПО «Московский государственный строительный университет – МГСУ». М.: МГСУ, 2013. 40 с.

7. Мы из МИСИ. Юбилейное издание. М.: «Центр экономики и маркетинга, 2001. 384 с.

8. Научные труды кафедры экономики и управления в строительстве. Вып. 20 / Под ред. проф. И.Г. Лукмановой; сост. доц. М.Ю. Мишланова. М.: Изд-во МГСУ, 2014. 200 с.

9. Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет: 100-летний юбилей: Юбилейное издание под общ. ред. Г.И. Фазылзяновой. М.: Издательство АСВ. 2021. 204 с.

10. Сборник докладов Всероссийской научной конференции с элементами научной школы для молодежи «Научные чтения памяти Ю.Б. Монфреда». 12 октября 2011 г. М.: Изд-во МГСУ, 2011. 322 с.

**Place and role of the department "Economics and management in construction" NRU MGSU in ensuring sustainable development of the investment and construction complex of the Russian Federation: 75 years of leadership**

**Larionov A.N.**

National Research Moscow State University of Civil Engineering

The article highlights the 75-year history of scientific and pedagogical activity, searches, problems, solutions and successes of the faculty of the Department of Economics and Management in Construction (EUS) of the Moscow State University of Civil Engineering. The place and role of the EMS department of NRU MGSU in ensuring the sustainable development of the investment and construction complex of the Russian Federation is substantiated against the background of the succession of generations of scientists and teachers of the department. In conclusion, the article emphasizes that the 75-year history of the functioning and development of the Department of ECS MISI-MGSU is filled with interesting and useful traditions that unite the entire team and call on us to support and enrich them in order to be in demand in the field of professional building education and science for a long time to come. years.

Keywords: NRU MGSU, Department of Economics and Management in Construction, investment and construction complex, sustainable development

**References**

1. 20 years of the Department of EUS. Scientific works of the staff of the department "Economics and management in construction". Under the general editorship. Head of the Department of EUS, Doctor of Economics, Professor Gumba H.M. / Moscow State University of Civil Engineering. M.: MGSU, 2009. 187 p.
2. Larionov A.N. Mission and functions of research organizations in the modern Russian economy // Russia: trends and development prospects. Yearbook. Issue. 5 Part II. M.: INION RAN, 2010. S. 713-717.
3. Larionov A.N. Formation of a new personnel policy in construction // Investments and innovative development. Problems. Perspectives: Monograph / Ed. B.V. Generalova; MAIES, Vladimir State. un-t, Russian state. trade and economic un-t. Vladimir, 2011. S. 249-259.
5. International conference. Scientific readings dedicated to the 100th anniversary of Yu.B. Monfred yes. March 27, 2013. M.: MGSU Publishing House, 2013. 330 p.
6. Monfred Yuri Borisovich. From the series "Our anniversaries" / FGBOU VPO "Moscow State University of Civil Engineering - MGSU". M.: MGSU, 2013. 40 p.
7. We are from MISI. Anniversary Edition. Moscow: Center for Economics and Marketing, 2001. 384 p.
8. Scientific works of the Department of Economics and Management in Construction. Issue. 20 / Ed. prof. I.G. Lukmanova; comp. Assoc. M.Yu. Mishlanova. M.: Izd-vo MGSU, 2014. 200 p.
9. National Research Moscow State University of Civil Engineering: 100th Anniversary: Anniversary Edition under the general. ed. G.I. Fazylyzanova. M.: Publishing House ASV. 2021. 204 p.
10. Collection of reports of the All-Russian scientific conference with elements of a scientific school for youth "Scientific readings in memory of Yu.B. Monfred". October 12, 2011. M.: MGSU Publishing House, 2011. 322 p.

# Современные вызовы и угрозы Российской Федерации в рамках международных валютно-финансовых отношений

---

**Пупкова Мария Александровна,**

студент кафедры экспериментальной физики и инновационных технологий, ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», mari.girl.02@mail.ru

**Ткаченко Роман Олегович,**

студент кафедры электроники и наноэлектроники, ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», grom.roma.99@bk.ru

**Таджибаева Валерия Аминовна,**

студент кафедры экспериментальной физики и инновационных технологий, ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», vtagj@inbox.ru

**Антушев Артём Владимирович,**

студент кафедры радиоэлектронных систем, ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», opereaserog@mail.ru

**Яновская Анна Александровна,**

студент кафедры экспериментальной физики и инновационных технологий ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», spacextesla96@mail.ru

В статье представлены результаты анализа основных угроз и проблем Российской Федерации в рамках международных валютно-финансовых отношений. Актуальность исследования на выбранную проблематику обусловлена тем, что из-за принятия нового пакета экономических санкций наблюдается дестабилизация валютной и финансовой системы. В рамках статьи рассмотрена роль регулирования валютных отношений при обеспечении национальной финансовой безопасности государства. Проанализирована динамика валютного курса российского рубля в современном периоде. Рассмотрены инструменты валютного регулирования, направленных на стабилизацию национальной финансовой системы России. Проанализированы действия Банка России при денежно-кредитном регулировании валютно-финансовых отношений. В заключении установлено, что актуальной причиной кардинального изменения сегодняшнего вектора валютно-финансовой политики России обусловлена началом внутреннего финансового кризиса, на который влияют принятые экономические санкции.

**Ключевые слова:** экономические санкции, финансовая система, валютное регулирование, финансовая политика, валютная политика, денежно-кредитное регулирование, валютный курс, валютно-финансовые отношения.

Современный период развития рыночной модели национальной экономики Российской Федерации характеризуется высокой ролью финансовой системы, регулирование которой обеспечивает хозяйствующие субъекты и другие институты экономических отношений финансовыми ресурсами.

При обеспечении финансовой безопасности российской экономики одну из важнейших ролей отводится развитию банковской системы и денежно-кредитного рынка.



Именно здесь происходит применение механизмов и инструментов регулирования валютно-финансовых отношений.

Кроме того, формирование, управление и развитие валютной системы для национальной экономики Российской Федерации играет также важную практическую роль, не меньшую, чем денежно-кредитный рынок. Обусловлено это, в первую очередь, тем, что мы наблюдаем высокую степень корреляции между динамикой валютного курса российского рубля и такими макроэкономическими индикаторами и показателями, как объем валового внутреннего продукта, уровень безработицы населения, уровень инфляции и т.д.

Понятие «регулирование валютных отношений» – это система государственных действий и мероприятий, включающих в себя административные, законодательные и экономические механизмы, способствующие управлять внутренней валютной политикой в целях обеспечения устойчивого развития государства и содействия финансовой стабильности физических и юридических лиц [6].

Главной характеристикой формирования валютной системы России на современном этапе является применение механизмов прямого и косвенного регулирования валютных отношений с целью стабилизации курса российского рубля.

В 2022 году актуальным является применение административных инструментов в виде обязательной продажи валютной выручки экспортерами или ограничения валютных операций для достижения целей по стабилизации внутренней валютной политики нашего государства.

Причиной тому является текущая динамика валютной пары доллар/рубли (USD/RUB), которая выступает основным индикатором валютного курса национальной денежной единицы России. Обратимся к графику на рисунке 1 с целью технического анализа пары доллар/рубли.



Рисунок 1 – Технический анализ графика валютной пары USD/RUB на рынке Forex [1].

Исходя из анализа графика валютной пары доллар/рубль мы видим, что в 2022 году рыночная волатильность и колебания курса резко возросли. Был установлен новый исторический максимум по данному инструменту на отметке 121 рубль за доллар США.

При этом, в 2018 году валютный курс рубля по отношению к американской валюте составлял 55. Предыдущий максимум девальвации приводил к обесцениванию валютного курса российского рубля до 82. Однако буквально за короткий промежуток времени к марту 2022 года национальная денежная единица России обесценилась на 50%.

В начале апреля 2022 года, на текущий момент, мы наблюдаем обратное укрепление валютного курса российского рубля. По этой причине, валютная пара доллар/рубль опустилась до отметки 83. Обусловлено это рядом решений и мероприятий, которые были приняты Правительством РФ при антикризисном регулировании макроэкономической стабильностью российской экономики.

С учетом того, что основная проблема современной валютной политики в России – это нестабильность валютного курса российского рубля по причине роста волатильности из-за принятия новых экономических санкций и ограничений, со стороны регуляторов возможно применение следующих инструментов, которые позволили бы стабилизировать ситуацию и укрепить курс национальной денежной единицы [4; 5]:

- валютная интервенция, в рамках которой банковский регулятор выходит на валютный рынок с целью покупки или продажи валюты;
- поддержание сбалансированной структуры платежного баланса страны;
- применение бюджетных правил, которые снижают зависимость российской экономики от нефтегазовых доходов;
- применение высокого уровня процентных ставок;
- применение валютных ограничений для физических лиц;
- применение обязательной продажи части валютной выручки экспортерами.

Кроме того, Банком России были приняты меры по ужесточению денежно-кредитной политики, которая воздействует на валютный курс российского рубля. Чем более жестче становится монетарное регулирование денежно-кредитной и финансовой системы государства, тем более устойчивым чувствует себя курс национальной денежной единицы.

Плановые прогнозы и показатели в 2022 году кардинальным образом изменяются. В связи с этим, денежно-кредитная политика ЦБ РФ на современном этапе будет характеризоваться продолжением применения инструментов сдерживающего регулирования, целью которых выступает стабилизация инфляции и валютного курса российского рубля. Однако такие меры будут приводить к формированию барьеров роста предпринимательской активности и показателей ликвидности и прибыльности банковского сектора.

Ключевым якорем денежно-кредитной политики государства выступает учетная ставка, выставляемая руководством регулятора для определения того или иного вектора политики [2].

На рисунке 2 изображена динамика уровня процентной ставки Банка России за последний год.

Изменение уровня процентной ставки рефинансирования в России стоит разделить на два этапа:

- первый этап, начиная с февраля 2021 года по февраль 2022 года характеризуется плановым увеличением уровня процентной ставки, причиной чего являлось увеличение инфляционных рисков. Рост инфляции более, чем на 8% в год означал необходимость ужесточения денежно-кредитной политики, чтобы сдерживать рост цен;

- второй этап начинается с марта 2022 года и характеризуется рекордным увеличением процентной ставки с 9,5% до 20%. Причиной является ведение ужесточенного санкционного режима странами Запада по отношению к российской экономике и производителям. Прогнозы по отношению к макроэкономической статистике России свидетельствуют о высокой вероятности рецессии экономики.

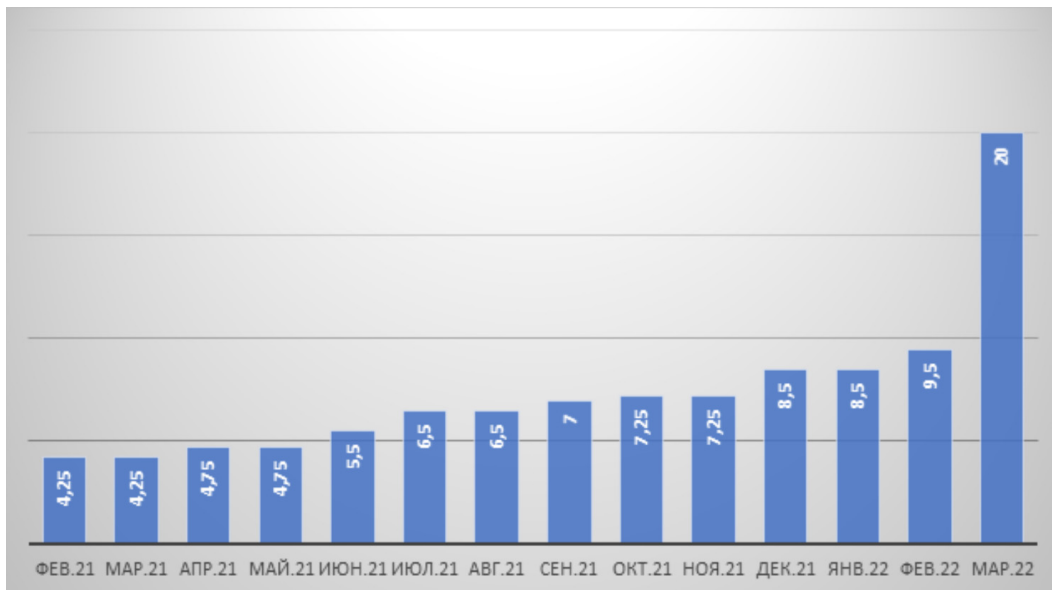


Рисунок 2– Динамика уровня учетной ставки Банка России, 2021-2022гг., в % [3].

Таким образом, актуальной причиной кардинального изменения сегодняшнего вектора валютной политики России обусловлена началом внутреннего финансового кризиса, на который влияют принятые экономические санкции. Из-за этого произошла рекордная девальвация валютного курса USD/RUB до отметки в 120, после чего принятые ограниченные меры и ужесточение денежно-кредитной политики ЦБ РФ позволили стабилизировать национальную валюту.

Среди эффективных мероприятий по регулированию кризиса валютно-финансовых отношений Российской Федерации выступает ужесточение денежно-кредитной политики, где проводится повышение уровня процентной ставки рефинансирования. Кроме того, целесообразно применение механизмов прямого и косвенного регулирования валютных отношений с целью стабилизации курса российского рубля.

Таким образом, подводя итоги статьи, можно прийти к следующим заключениям:

1. Актуальной причиной кардинального изменения сегодняшнего вектора валютно-финансовой политики России обусловлена началом внутреннего финансового кризиса, на который влияют принятые экономические санкции. Из-за этого произошла рекордная девальвация валютного курса USD/RUB до отметки в 120, после чего принятые ограниченные меры и ужесточение денежно-кредитной политики ЦБ РФ позволили стабилизировать национальную валюту к отметке 83.

2. Среди эффективных мероприятий по регулированию кризиса валютной и финансовой системы Российской Федерации ужесточение денежно-кредитной политики, путем повышения уровня процентной ставки рефинансирования.

3. Кроме того, целесообразно применение механизмов прямого и косвенного регулирования валютных отношений с целью стабилизации курса российского рубля. В 2022 году актуальным является применение административных инструментов в виде обязательной продажи валютной выручки экспортерами или ограничения валютных операций для достижения целей по стабилизации внутренней валютной политики нашего государства.

## Литература

1. Интерактивный график на tradingview. URL: [https://ru.tradingview.com/chart/?symbol=MOEX%3AUSDRUB\\_TOM](https://ru.tradingview.com/chart/?symbol=MOEX%3AUSDRUB_TOM) (дата обращения: 18.04.2022).

2. Решение ЦБ РФ по процентной ставке. URL: <https://ru.investing.com/economic-calendar/russian-interest-rate-decision-554> (дата обращения: 18.04.2022).

3. Илюхина И.Б., Ильминская С.А., Самородова Е.М. Эволюция взглядов на меры денежно-кредитного регулирования в период экономических кризисов // Вестник ОрелГИЭТ. 2021. № 4 (58). С. 76-81

4. Борочкин А.А. Волатильность и предсказуемость валютного курса российского рубля // Финансы и кредит. 2017. №5 (725).

5. Струков В.М. Валютный контроль и валютное регулирование как особые меры национальной экономической безопасности по предотвращению утечки капитала // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2017. Том 7. № 3А. С. 214-226.

6. Подосинников Е.Ю. Валютный контроль: понятие, сущность и роль в системе валютного регулирования // Актуальные проблемы социально-гуманитарного и научно-технического знания. 2016. №3 (8).

## Modern challenges and threats to the Russian Federation in the framework of international monetary and financial relations

**Pupkova M.A., Tkachenko R.O., Tadzhibaeva V.A., Antushev A.V., Yanovskaya A.A.**

Siberian federal university

The scientific article presents the results of the analysis of the main threats and problems of the Russian Federation in the framework of international monetary and financial relations. The relevance of the study on the selected issue is due to the fact that due to the adoption of a new package of economic sanctions, there is a destabilization of the monetary and financial system. The article considers the role of regulation of currency relations in ensuring the national financial security of the state. The dynamics of the exchange rate of the Russian ruble in the modern period is analyzed. The instruments of currency regulation aimed at stabilizing the national financial system of Russia are considered. The actions of the Bank of Russia in the course of monetary regulation of monetary and financial relations are analyzed. In conclusion, it was found that the actual reason for the fundamental change in the current vector of the monetary and financial policy of Russia is due to the onset of the internal financial crisis, which is affected by the adopted economic sanctions.

Keywords: economic sanctions; financial system; currency regulation; exchange rate; monetary policy; monetary regulation; exchange rate; monetary and financial relations.

## References

1. Interactive chart on tradingview. URL: [https://ru.tradingview.com/chart/?symbol=MOEX%3AUSDRUB\\_TOM](https://ru.tradingview.com/chart/?symbol=MOEX%3AUSDRUB_TOM) (accessed 04/18/2022).

2. The decision of the Central Bank of the Russian Federation on the interest rate. URL: <https://ru.investing.com/economic-calendar/russian-interest-rate-decision-554> (date of access: 04/18/2022).

3. Ilyukhina I.B., Ilminskaya S.A., Samorodova E.M. Evolution of views on the measures of monetary regulation during economic crises // Vestnik OreIGIET. 2021. No. 4 (58). pp. 76-81

4. Borochkin A.A. Volatility and predictability of the exchange rate of the Russian ruble // Finance and credit. 2017. No. 5 (725).

5. Strukov V.M. Currency control and currency regulation as special measures of national economic security to prevent capital flight // Economics: yesterday, today, tomorrow. 2017. Volume 7. No. 3A. pp. 214-226.

6. Podosinnikov E.Yu. Currency control: concept, essence and role in the system of currency regulation // Actual problems of socio-humanitarian and scientific-technical knowledge. 2016. No. 3 (8).

# Оценка влияния макроэкономических факторов на состояние и тенденции в развитии рынка цемента в 2006-2020 гг.

---

**Князева Ирина Владимировна,**

доктор экономических наук, профессор, зав. научно-исследовательской лабораторией «Центр конкурентной политики и экономики» Сибирского института управления – филиала РАНХиГС, knyazeva-iv@ranepa.ru

**Бондаренко Ирина Викторовна,**

кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента Сибирского института управления – филиала РАНХиГС, bondarenko-iv@ranepa.ru

Рынок цемента, являясь стратегически важным для экономики стран, характеризуется многоступенчатостью вторичного спроса и, как следствие, во многом детерминирован макроэкономическим фоном. Потребление цемента является одним из качественных параметров экономического уровня развития страны и зависит от масштабов инновационного развития и строительства, государственной поддержки национальных проектов, технологий производства, доходов населения.

В статье проведен анализ экономических тенденций на рынке цемента и группы макроэкономических факторов в Российской Федерации для понимания общего контекста функционирования рынка цемента в России в 2006-2020 гг. Глубина исследования ограничена пятнадцатилетним периодом, предшествующим значительной трансформации экономико-хозяйственных систем вследствие пандемии COVID и политико-экономических событий начала 2022 года. Авторы ставили перед собой цель провести количественную оценку влияния макроэкономических факторов на объемы производства и реализации цемента и основных триггеров спроса на цементную продукцию в России в период поступательного роста без значительных турбулентных процессов неэкономической природы.

**Ключевые слова:** рынок цемента, макроэкономические факторы, спрос и предложение, динамика цен, жилищное строительство.

## **Введение**

Одной из последних правительственных инициатив[13], предусматривающей предупреждение непрогнозируемого повышения цен на строительные материалы, рассматривается возможность установления обязанности по продаже цементными заводами (и производителями других стандартизированных товаров) определенного количества (не более 25% объема производства) своей продукции на биржевых торгах, что позволит сформировать более корректные ценовые индикаторы.

Жилищное строительство завершило первое полугодие 2022 года с ростом объемов ввода на 44% в годовом выражении: введено 52,6 млн кв. м против 36,5 млн кв. м годом ранее, но в июне-июле наметилось замедление ввода. Потенциально на период до 2 лет в России прогнозируется не значительное снижение объёмов строительства, при этом по мнению некоторых аналитиков отсутствуют основания предполагать, что в сфере жилищного строительства отставания по вводу жилья будут значимыми, «при отсутствии неэкономических шоков отрасль адаптируется к новым условиям, и дисбалансы будут устранены»[14]. Волатильность в строительном сек-

торе, обусловленная общими макроэкономическими реалиями (по мнению Минэкономразвития в 2022 и 2023 годах экономика страны будет сжиматься — на 4,2 и 2,7% соответственно, а в 2024 году вернется к росту (на 3,7%)), безусловно окажет влияние на общие тенденции и процессы на рынках строительных материалов, материала, и конечно цемента.

Накопленный исторический тренд за 15 лет позволяет оценить общие процессы и закономерности, увидеть ретроспективный лаг развития рынка цемента и оценить перспективы. Важным условием, позволяющим рационально и взвешенно оценивать имеющиеся данные исторической динамики, является факт того, что отрасль слабо подвержена внешнеэкономическим шокам (экспорт и импорт цемента не превышал 4% в последние годы), санкционные ограничения в отрасли могут коснуться только оборудования, но за последнее десятилетие произошло существенное обновление парка. В целом, мы предполагаем, что даже учитывая условия снижения макроэкономического роста, общий волатильный тренд не будет сильно отличаться от предыдущих пятнадцати лет, соответственно предлагаемый всесторонний анализ будет экономически интересен как для прикладного изучения, так и стратегического моделирования.

Согласно исследованиям Fortune business Insight прогнозировался рост мирового рынка цемента с 326,8 млрд \$ в 2021 г. до 458,6 млрд \$ в 2028 г., т.е. почти на 40%, при среднесрочном годовом росте 5,1% в течение данного периода[7]. Безусловно, данные прогнозные показатели будут скорректированы на фоне снижения покупательной способности домохозяйств, сокращения их сбережений и ускорения годовой инфляции, обусловленных замедлением роста мирового ВВП в ближайшие три года. В целом, вероятность начала рецессии по мнению Международного валютного фонда (МВФ), составляет почти 15% в условиях сохранения последствий пандемии и продолжения кризиса в Украине, а также замедления роста мирового ВВП в 2022-2023 гг. до 3,2%[15]. Вместе с тем, глобальные экономические тренды в отношении рынка цемента не претерпят существенных изменений и будут оставаться актуальными в текущей мировой повестке.

К основным макроэкономическим факторам, стимулирующим рост емкости мирового рынка цемента, относятся: рост населения и спроса на общественную инфраструктуру и нежилые здания, включая социальные учреждения, рост транспорта в индивидуальном пользовании и требования к дорожной инфраструктуре, запрос на обновление жилого фонда и комплексной строительной модернизации, основанной на внедрении «зеленого цемента», урбанизация городов, демонстрирующая рост спроса со стороны расширяющейся строительной отрасли. Кроме того, растущий спрос на железобетонные изделия, технологии строительства, основанные на расширении использования металлокаркаса и модульных конструкций, будет способствовать увеличению потребления цемента во всем мире. Ожидается, что нежилой сегмент будет доминировать в течение прогнозируемого периода.

Объективные процессы снижения и замедления строительного рынка из-за распространения COVID-ограничений и жесткого госрегулирования (ограничение передвижения людей и товаров) повлияли на производство и реализацию цемента, как в рамках международной, так и национальной торговли. В 2020 г. снижение производства цемента с предыдущим годом (2019) составило в России 3,3 %, в Китае объёмы производства остались на прежнем уровне, а в Турции и Иране выросли в 1.25-1.3

раза[4], что показывает разнонаправленную тенденцию, независимо от общего экономического спада. В этот период времени дефицита цемента в мире не наблюдалось, так как в предыдущие годы обеспечен большой запас прочности имеющихся мощностей, а соразмерное увеличение спроса не произошло.

Соответственно, на рынке цемента складывается ситуация, при которой спрос будет расти, имеющиеся мощности могут его обеспечить, соответственно в прогнозируемом периоде будет продолжать существовать рынок покупателя (возможно, за исключением случаев производства «зеленого цемента»), что будет постоянно оказывать соответствующее давление на цены продавцов через разные механизмы и инструменты маркетинга: скидки, бонусы, вознаграждения, маркетинговые компенсации, комплексные продукты и др.

Важнейшим фактор, который будет оказывать влияние на рынок со стороны продавца, это правительственные решения о выбросах углерода, предусматривающие применение различных экологических норм, влияющих на организацию производственного процесса предприятий-производителей цемента.

Для анализа состояния и тенденций на рынке цемента в России за период 2006-2020 гг. выделены и исследованы основные макроэкономические факторы, которые оказывают влияние на объемы спроса и предложения на рынке цемента через конкретные показатели: динамика ВВП, динамика показателей строительной индустрии в РФ, инфляция и динамика цен на рынке жилья, строительную продукцию, промышленные товары, динамика курса валют. В контексте данного исследования авторами представлен сопоставительный анализ макроэкономического фона, определяющий особенности функционирования рынка цемента в России.

### ***Краткая характеристика производства цемента в России***

Анализ динамики показателей производства цемента за период с 2006 по 2020 год показал, что объем производства в целом по России увеличился на 2%, с 54783 тыс. тонн в 2006 г. до 55735 тыс. тонн в 2020 г., вместе с тем в 2014 г. был достигнут максимальный рост за период наблюдения до 68920 тыс. тонн. (рисунок 1, таблица 1)[4].

Основой увеличения объемов производства стал возрастающий спрос населения на модернизацию и смену недвижимости, рост доходов населения, сопровождающийся активным малоэтажным домостроением, расширение промышленного и дорожного строительства, объектов спортивной инфраструктуры. В пик производства в 2014 году реализованы крупнейшие инвестиционные проекты России. В последующем периоде началось падение производства, продолжавшееся до 2018 г. В долгосрочной перспективе необходимо отметить о сложившейся тенденции стагнации производства в данной отрасли при незначительном росте 2019 г. и последующем падении в 2020 г.

Вместе с тем, важно отметить, что государством активно формируется спрос на цемент через реализацию национальных проектов, государственных федеральных и региональных программ. Приоритетный национальный проект «Жильё» реализовывался в России в период с 2005 года, а далее был реформатирован в госпрограмму «Обеспечение доступным и комфортным жильём граждан Российской Федерации» на 2013—2020 годы[8]. В настоящее время (2018-2025 гг.) реализуются 14 основных Национальных проектов федерального уровня с их региональной детализацией и подпрограммами[12], из которых 4 («Безопасные и качественные автомобильные дороги», «Жильё и городская среда», «Экология», Комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры), с совокупным объемом ассигнованных

ресурсов около 13 трлн. рублей, оказывают существенное влияние на состояние и развитие рынка цемента в стране.

Волнообразная тенденция производства цемента (рисунок 1) совпадает по временному периоду с точками мировых кризисов, влиянием выработанных стратегических приоритетов страны, отражённых в институциональных и финансовых механизмах господдержки, а также группы макро и микроэкономических факторов.

Для более глубокого исследования регионального производства цемента в России представлен анализ в разрезе федеральных округов, который в основном демонстрирует синхронный рост и спад объемов производства (рисунок 2).

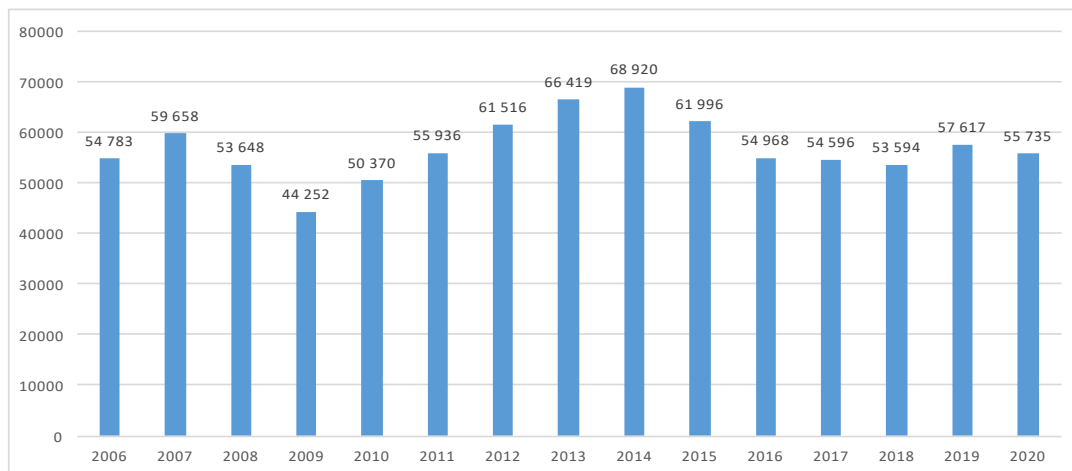


Рис. 1. Динамика производства цемента в РФ, 2006-2020 гг., тыс. тонн[4]

Таблица 1

Объем производства цемента в разрезе федеральных округов России, 2006-2020 гг., тыс. тонн [4]

Округ	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>ЦФО</b>	15 482	15 315	11 468	11 047	12 520	13 447	14 714	17 216	17 731	16 332	14 236	13 788	13 525	15 409	14 540
<b>СЗФО</b>	3 434	4 147	3 370	2 314	3 036	3 678	4 940	4 948	4 496	3 806	3 350	3 039	3 369	3 195	3 102
<b>ЮФО</b>	7 145	7 177	7 839	7 433	7 896	7 978	8 617	9 284	10 043	10 046	8 888	8 969	9 095	9 455	8 882
<b>СКФО</b>	2 475	2 734	2 025	2 370	2 672	2 727	2 511	2 711	2 409	2 335	2 247	2 165	1 996	2 434	2 319
<b>ПФО</b>	11 554	13 152	11 253	8 797	10 568	12 300	13 962	14 510	16 381	13 578	11 932	12 798	11 928	12 340	12 406
<b>УФО</b>	6 215	6 611	5 775	4 668	5 307	6 037	6 666	7 113	6 767	6 097	5 783	5 536	5 359	5 838	5 884
<b>СФО</b>	6 810	8 169	8 575	5 725	6 225	7 170	7 571	7 984	8 276	7 286	6 104	5 729	5 705	6 016	5 770
<b>ДВФО</b>	1 668	2 354	3 343	1 899	2 146	2 599	2 536	2 653	2 817	2 516	2 428	2 572	2 617	2 930	2 831
<b>РФ</b>	54 783	59 658	53 648	44 252	50 370	55 936	61 516	66 419	68 920	61 996	54 968	54 596	53 594	57 617	55 735



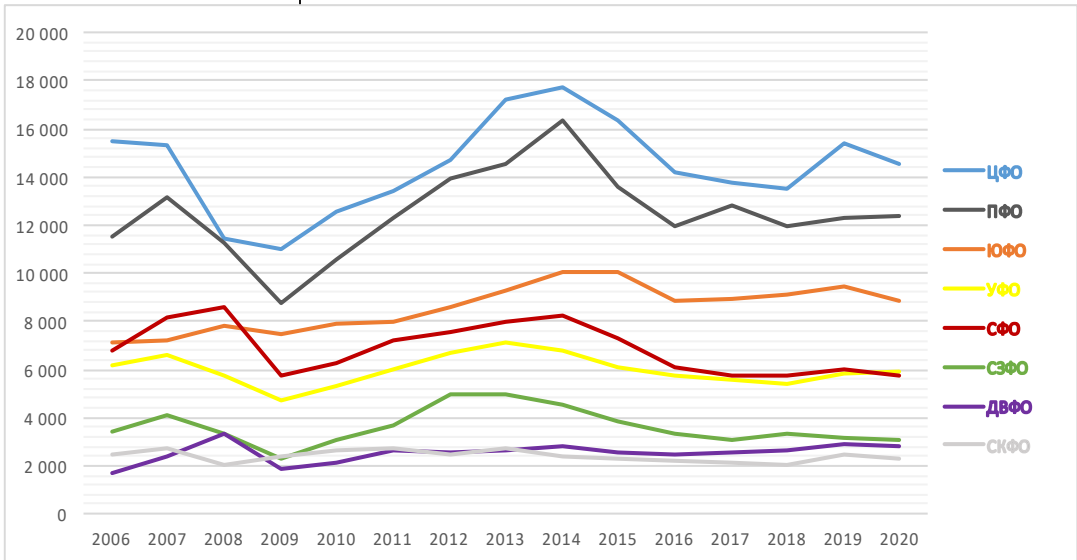


Рис. 2. Динамика объемов производства цемента в разрезе федеральных округов России в 2006-2020

В 2008 и 2009 годах наблюдается наибольший спад объемов производства цемента за весь анализируемый период: в целом по России объем производства в 2008 по отношению к 2007 снизился на 10,1%. Наибольший спад объемов производства продемонстрировали ЦФО и СКФО (падение на 25,1% и 25,9% соответственно). Примечательно, что в 2008 году на фоне общего падения объемов производства ДВФО показал значительный рост (на 42% по отношению к 2007 году), что связано с активным строительством моста на о. Русский и ряда проектов по развитию дорожной инфраструктуры и строительства университета. 2009 год характеризуется еще большим общим спадом объемов производства цемента (в целом по России на 17,1% ниже, чем за 2008 год). Наибольшее снижение наблюдается в ДВФО и СФО (-43,2% и -33,2% соответственно).

Период с 2010 по 2014 год характеризуется общим увеличением объемов производства цемента – средний прирост в целом по России за 5 лет составил 9,32%, однако необходимо отметить, что темпы роста объемов производства за весь период снизились (с 113,8 в 2010 году по отношению к 2009 до 103,8 в 2014 году по отношению к 2013). Кроме того, некоторые округа в 2014 году вообще демонстрируют снижение объемов производства цемента по отношению к 2013 году: в СКФО данный показатель снизился на 11,2%, в СЗФО – на 9,1%, в Уральском ФО на – 4,9. В период с 2015 по 2020 г. практически по всем округам отмечается тенденция на снижение объемов производства цемента. В среднем объем производства цемента за это время сократился на 16,4%. Наибольшее снижение отмечается в СЗФО и СФО на 31% и 30,3% соответственно (таблица 1, рисунок 2).

Необходимо отметить, что кривая объемов производства цемента в СФО достаточно пологая, за исключением резкого (на 33,2%) падения в 2009 году, что может быть связано с последствиями экономического кризиса 2008 года и значительным снижением объемов строительных работ. С 2015 года объем производства цемента в СФО падает (в среднем на 5,1% ежегодно) и в 2020 году было произведено 5770

тыс. тонн цемента, что составляет 69,7% от максимального объема (в 2008 году), производимого на территории СФО цемента за весь период анализа.

Существенных структурных сдвигов в разрезе округов в объеме производства цемента за период с 2006 по 2020 год не наблюдается (рисунок 3).

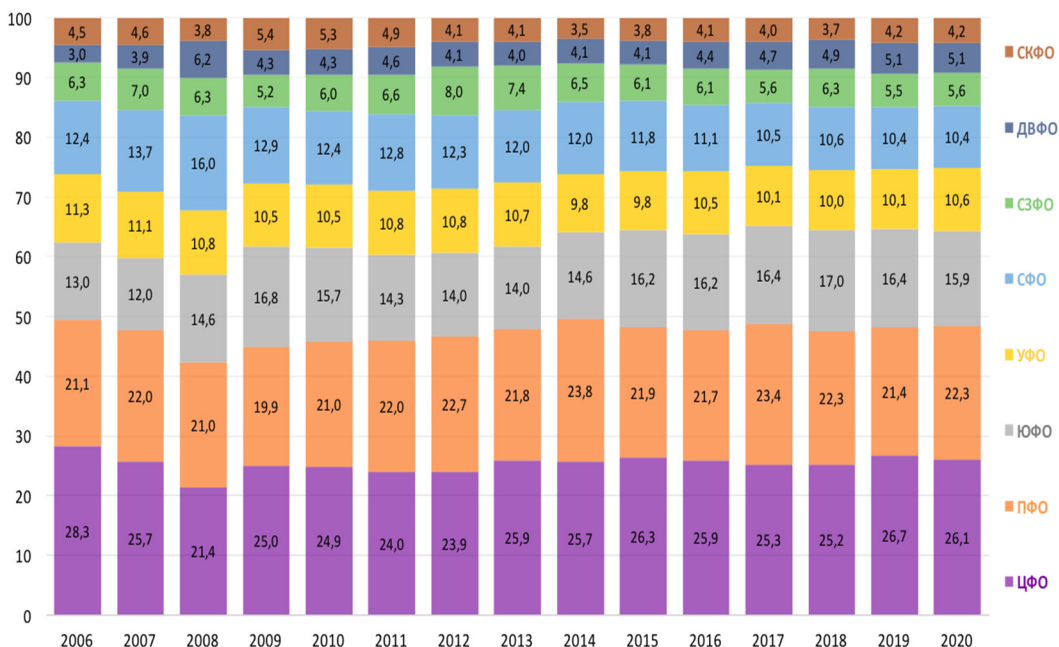


Рис. 3. Структура объема производства цемента в России в разрезе федеральных округов 2006-2020 г., %.[4]

Наибольшая доля производства цемента в России приходится на предприятия ЦФО (диапазон от 21,4% до 28,3%), второе место занимает ПФО (доля в рассматриваемых период колеблется от 19,9% до 23,3%). Наименьший объем производства цемента приходится на предприятия ДВФО (доля в диапазоне от 3% до 5,1%) и на предприятия СЗФО (доля в диапазоне от 3,5 до 5,4%).

Необходимо отметить, что территориальные изменения, связанные с переходом Забайкальского края и республики Бурятия в состав ДВФО, оказали влияние на структуру производства цемента в 2019-2020 гг.: доля ДВФО выросла до 5,1 в 2019 и 2020 гг., в то время как доля СФО в 2019 – 2020 гг. составила 10,4% всего производимого цемента в России, что является наименьшим значением вклада СФО за весь период исследования с 2006 по 2020 гг.

Предприятия отрасли демонстрируют схожие тренды в объеме производства цемента на протяжении анализируемых 15 лет, что говорит о значительном влиянии макроэкономических факторов на индустрию. Отклонения от трендов в разрезе федеральных округов могут быть объяснены влиянием внешних конъюнктурных факторов в отдельном округе. Например, ситуация, сложившаяся в октябре 2021 года в Европейской части России в связи с возникновением спотового спроса на цемент. Значительный профицит мощностей фактически исключает возможность возникновения

дефицита на рынке цемента. Возникающие локальные превышения спроса над предложением обусловлены отсутствием многофакторного прогноза потребления или допущенными прогнозными ошибками: инерционность цементной отрасли такова, что необходимо готовить свободные мощности заранее, а для этого необходимо иметь объективные прогнозы потребления в пределах 2-3 лет.

Необходимо отметить, что спрос на цементную продукцию изменялся в течение рассматриваемого периода с 2006 по 2020 год волнообразно (таблица 2). В 2008, 2011-2015 гг. спрос на цемент превышал его предложение на рынке. Начиная с 2016 года фиксируется сглаживание разницы между объемом спроса и предложения на рынке цемента.

Таблица 2

Соотношение спроса и предложения на рынке цемента РФ, 2006-2020 гг., тыс. тонн [4]

Год	Объем производства цемента	Объем спроса на цемент	Разница между уровнем спроса и объемом производства
2006	54783,4	52527,3	-2256,1
2007	59657,9	60015,3	357,4
2008	53648,3	60573,5	6925,2
2009	44251,5	44044,1	-207,4
2010	50369,7	49822,0	-547,7
2011	55935,5	57535,5	1600,0
2012	61516,2	64891,0	3374,8
2013	66418,9	69403,6	2984,7
2014	68919,6	71778,9	2859,3
2015	61995,5	63390,5	1395,0
2016	54968,4	55828,8	860,4
2017	54595,9	55529,5	933,6
2018	53594,0	53994,8	400,8
2019	57616,9	57948,3	331,4
2020	55734,5	55713,9	-20,6

Изменение спроса и объемов производства цемента демонстрируют схожую динамику, однако, вслед за абсолютными показателями фиксируется незначительное превышение темпов роста спроса на цемент над его предложением в период с 2009 по 2012 гг. Начиная с 2013 г. оба показателя отражают падение объемов (за исключением 7% роста в 2018 году), при этом кривая темпов прироста объемов производства цемента находится незначительно выше кривой темпов прироста спроса на цемент, что в конечном счете привело в 2020 г. к незначительному превышению объема предложения на рынке цемента относительно спроса на 20,6 тыс. тонн (рисунок 4).

Рассмотрим подробнее макроэкономический фон, контекст которого оказывал влияние на развитие цементного рынка России и состояние спроса и предложения на нем в течение исследуемого периода с 2006-2020 год.

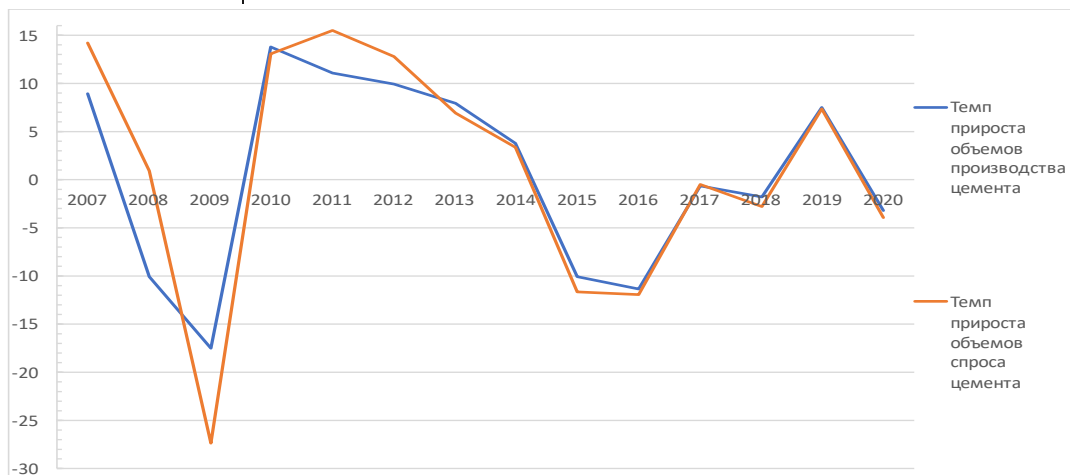


Рис.4. Темпы прироста спроса и предложения на рынке цемента России, 2007-2020 г., %. Рассчитано авторами на основе источника: Отчет «Перечень обстоятельств, при которых значительно возрастет ввоз цемента на территорию Российской Федерации» // ООО «СМ ПРО». – 2021. – с. 28

### **Анализ темпов роста экономики как фактора, определяющего тренды на рынке цемента**

Анализ динамики ВВП России показал рост экономики страны – в текущих ценах объем ВВП за 15 лет увеличился в 4,95 раза (рисунок 5). Однако, реальный рост экономики страны значительно скромнее: расчет ВВП с учетом уровня инфляции показал рост российской экономики за период с 2006 по 2020 гг. только в 1,34 раза – с 26 917,2 млрд. руб. до 36 168,3 млрд. руб. (рисунок 6).

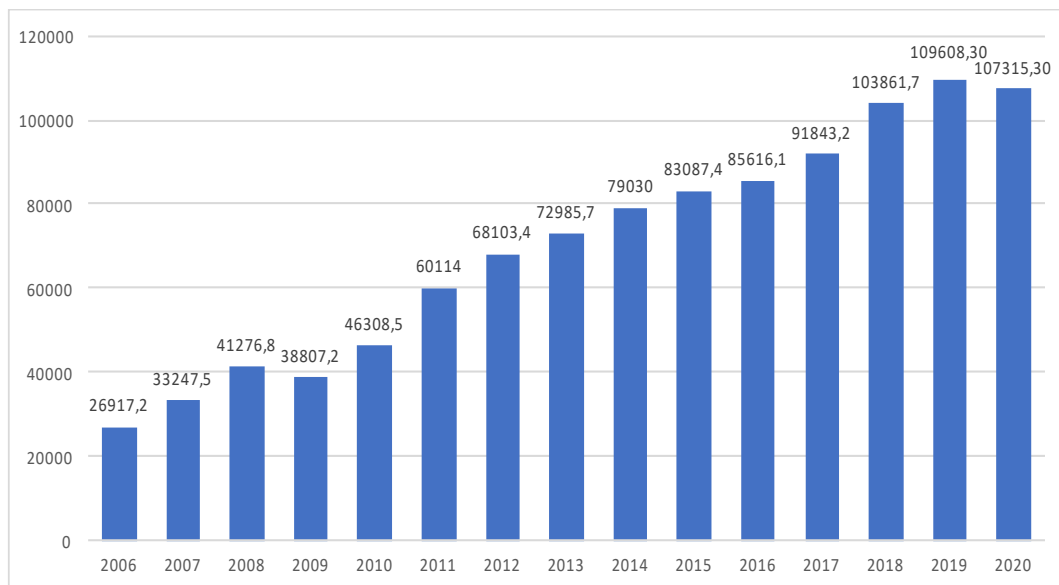


Рис. 5. Динамика ВВП России в текущих ценах, 2006-2020 гг., млрд. руб.[11]

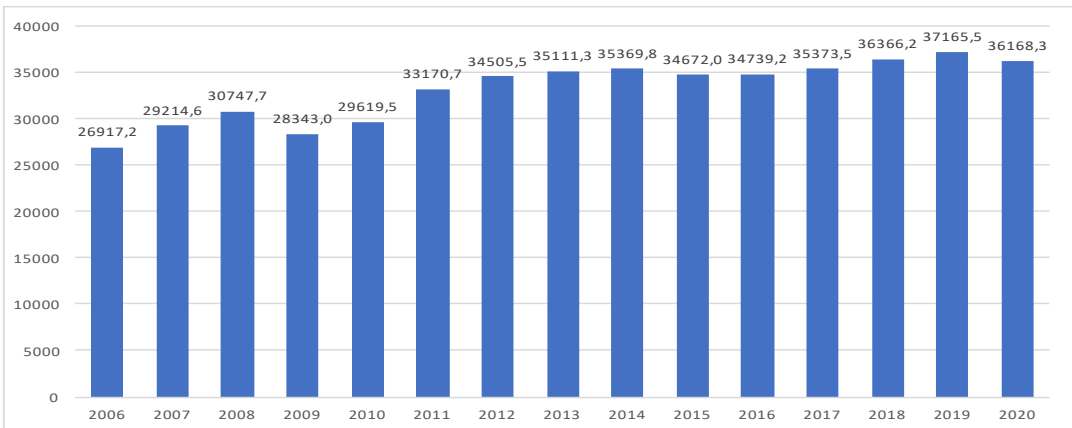


Рис. 6. Динамика ВВП России за период 2006-2020 гг. в ценах 2006 года, млрд. руб. (с учетом дефлятора)

Анализ темпов роста ВВП показал очевидный тренд на снижение. Если в период с 2006 по 2013 год средний прирост реального ВВП составил 4,03% (с учетом значительного падения в 2009 году), то в период с 2013 по 2020 гг. ежегодный прирост реального ВВП не превышал 3% и составил в среднем за 7 лет 0,44%, а кривая прироста объемов производства цемента демонстрирует более резкие изменения, которые могут свидетельствовать о чувствительности цементной промышленности к изменениям в макроэкономической ситуации (рисунок 7).

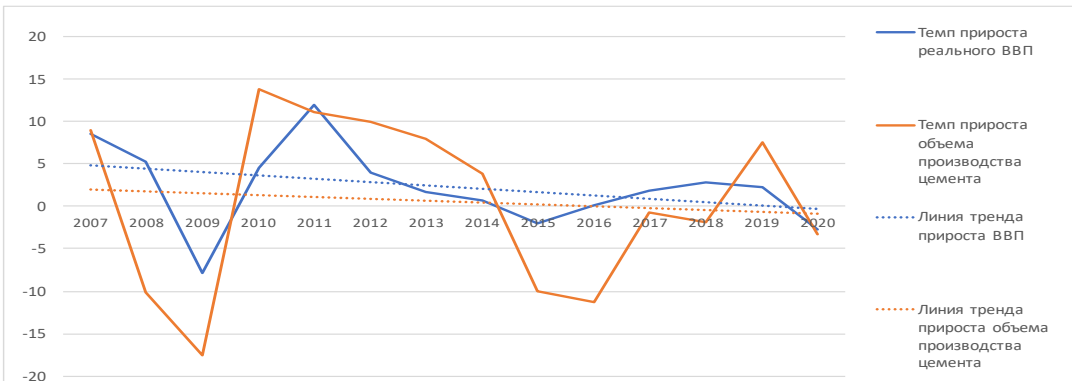


Рис. 7. Темпы прироста ВВП и объемов производства цемента в 2007-2020 гг., в % к предшествующему году

Рассчитано авторами на основе данных о номинальном ВВП и индексе-дефляторе в 2006-2020 гг. Источник: Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/VVP\\_god\\_s\\_1995.xls](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/VVP_god_s_1995.xls) (дата обращения 02.02.2022)

Важно отметить, что данная российская ситуация не согласуется с международными тенденциями, демонстрирующими факт того, что «темпы развития цементной промышленности в мире превышали темпы роста мирового ВВП в 1.5-2 раза»[1]. Представленные выше расчеты показывают на существенное отставание линии тренда прироста объема производства цемента и реального ВВП в Российской Федерации.

Это подтверждает и рассчитанный коэффициент корреляции (взаимосвязи объемов реального ВВП и объемов производства цемента), который составил 0,472, что отражает наличие слабой, но прямой связи (таблица 3).

Таблица 3

Взаимосвязь показателей ВВП и объема производства цемента в РФ, 2006-2020 гг.

Год	ВВП, млрд. руб. (в ценах 2006 г.)	Объем производства цемента, тыс. тонн
2006	26917,2	54783,4
2007	29214,6	59657,9
2008	30747,7	53648,3
2009	28343,0	44251,5
2010	29619,5	50369,71
2011	33170,7	55935,5
2012	34505,5	61516,2
2013	35111,3	66418,9
2014	35369,8	68919,554
2015	34672,0	61995,5
2016	34739,2	54968,4
2017	35373,5	54595,9
2018	36366,2	53594
2019	37165,5	57616,9
2020	36168,3	55734,5
Итого за весь период	1 048 122,3	854 006,2
<b>Темп роста 2020 г. к 2006, %</b>	<b>134,4</b>	<b>101,7</b>

В макроэкономическом анализе известны случаи, когда оценка взаимосвязи между показателями оценивается корреляцией не абсолютных, а относительных показателей. Для проверки данной гипотезы рассчитан коэффициент корреляции между темпами роста реального ВВП и темпами роста объемов производства цемента. Полученный коэффициент корреляции 0,693 говорит о наличии прямой средней связи. Иными словами, снижение темпов роста ВВП отражает снижение темпов роста объема производства цемента и наоборот на 70%.

Невысокий коэффициент корреляции между рассмотренными показателями является достаточно прогнозируемым, поскольку на объем ВВП оказывают влияние множество факторов и вклад объемов производства цемента не имеет приоритетного места. При этом корреляция между темпами роста также объяснима, поскольку именно ускорение или замедление темпов роста влияют на изменение объемов потребления и, соответственно, производства цемента.

Разумеется, замедление темпов роста экономики необходимо рассматривать как один из факторов, ограничивающих перспективы роста цементного рынка[5]. Снижающийся тренд ВВП в условиях сохранения существующей динамики предположительно будет повторяться и в производстве цемента. Производство цемента при прочих равных условиях под воздействием стагнации экономики будет уменьшаться, но имеющийся профицит мощностей (конкуренция свободных мощностей) будет оказывать внутреннее давление на продавца и мотивировать его на гибкую систему ценообразования и соглашения с покупателем с целью ускоренного обращения и реализации произведенной продукции.

### Оценка развития строительной отрасли и ее влияние на рынок цемента в России

Участники цементного рынка отмечают, что строительная отрасль, являясь ключевым потребителем цементной продукции, находится в зависимости от макроэкономических показателей и общего состояния экономики[10], поэтому для понимания процессов, происходящих на рынке цемента необходимо исследовать основные показатели развития строительной отрасли в России.

Объем работ, выполненных по виду деятельности «Строительство» и отраженных в материалах Федеральной службы государственной статистики в фактически действовавших ценах, за исследуемый период увеличился в 4 раза с 2350,8 млрд. руб. в 2006 до 9553,1 млрд. руб. в 2020 году (рисунок 8). Однако, оценка динамики строительной отрасли с учетом инфляционных процессов указывает на рост в 1,37 раза (рисунок 9).

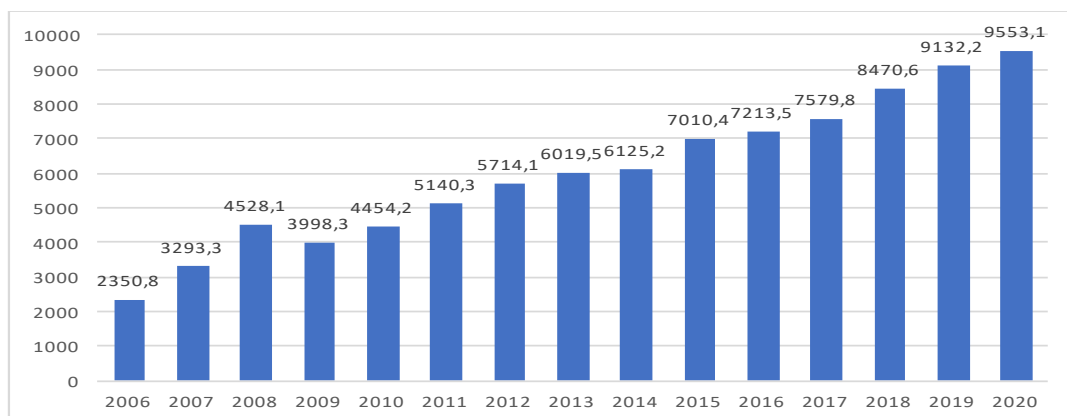


Рис. 8. Динамика объемов работ в фактически действовавших ценах, выполненных по виду деятельности «Строительство» в РФ, 2006-2020 гг., млрд. руб.[11]

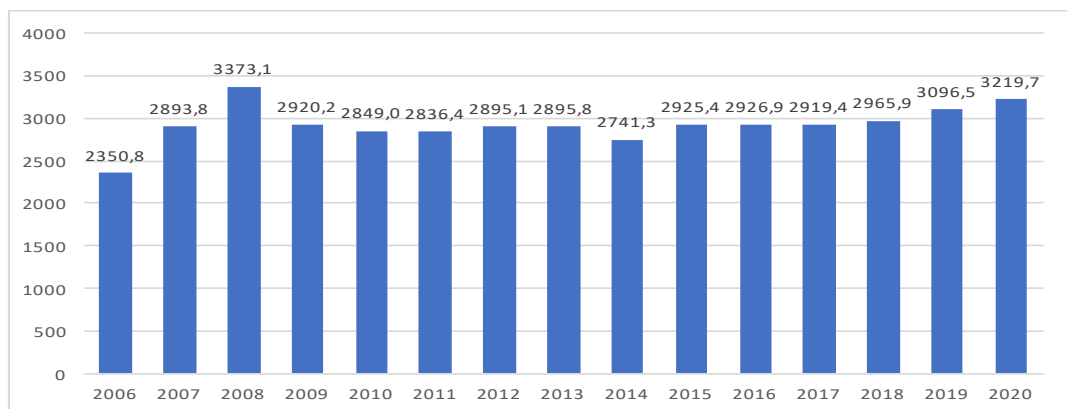


Рис. 9. Динамика объемов работ, выполненных по виду деятельности «Строительство» в РФ за период 2006-2020 гг. в ценах 2006 года, млрд. руб.

Рассчитано авторами на основе данных об объеме работ в фактически действовавших ценах, выполненных по виду деятельности «Строительство» и индексе-дефляторе в 2006-2020 гг. Источник: Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/strt3.xls> (дата обращения 03.02.2020) и URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/VVP\\_god\\_s\\_1995.xls](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/VVP_god_s_1995.xls) (дата обращения 02.02.2022)

Следует отметить, что динамика роста объемов работ, выполненных по виду деятельности «Строительство» показывает умеренную корреляцию с динамикой ВВП страны. Например, в период роста ВВП в 2010-2014 гг. строительная индустрия характеризовалась либо снижением, либо очень незначительным ростом (таблица 4).

Таблица 4

Динамика ВВП РФ и объемов работ, выполненных по виду деятельности «Строительство», 2006-2020 гг.

Год	ВВП		Объем работ по виду деятельности «Строительство», млрд. руб.	
	млрд. руб. в ценах 2006 г.	% к предыдущему году	млрд. руб. в ценах 2006 г.	% к предыдущему году
2006	26 917,2	-	2 350,8	-
2007	29 214,6	108,5	2 893,8	123,1
2008	30 747,7	105,2	3 373,1	116,6
2009	28 343,0	92,2	2 920,2	86,6
2010	29 619,5	104,5	2 849,0	97,6
2011	33 170,7	112,0	2 836,4	99,6
2012	34 505,5	104,0	2 895,1	102,1
2013	35 111,3	101,8	2 895,8	100,0
2014	35 369,8	100,7	2 741,3	94,7
2015	36 516,6	98,0	2 925,4	106,7
2016	34 739,2	100,2	2 926,9	100,1
2017	35 373,5	101,8	2 919,4	99,7
2018	36 366,2	102,8	2 965,9	101,6
2019	37 165,5	102,2	3 096,5	104,4
2020	36 168,3	97,3	3 219,7	104,0
Средний темп роста, %		102,1		102,3
Темп роста 2020 г. к 2006 г., %		134,4		137,0

Источник: рассчитано авторами на основе данных о ВВП, об объеме работ в фактически действовавших ценах, выполненных по виду деятельности «Строительство» и индексе-дефляторе в 2006-2020 гг. Источник: Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/strt3.xls> (дата обращения 03.02.2020) и URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/VVP\\_god\\_s\\_1995.xls](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/VVP_god_s_1995.xls) (дата обращения 02.02.2022)

Приведенные данные свидетельствуют о том, что за исследуемый период рост экономики страны не всегда сопровождался аналогичным ростом строительной отрасли. Об этом же свидетельствует и коэффициент корреляции, рассчитанный между показателями уровня ВВП и объема работ по виду деятельности «Строительство» (0,389), который говорит о прямой, но слабой связи.

Поскольку цемент используется не во всех видах работ, отнесенных к категории «Строительство», считаем целесообразным проводить корреляционный анализ между данным показателем и объемом производства и спроса на цемент, поэтому рассмотрим подробнее взаимосвязь показателей объемов спроса на цемент и показателями жилищного строительства и строительства нежилых помещений. Следует отметить, что цемент используется не только в сфере строительства зданий, но также и при строительстве транспортной инфраструктуры (дороги, мосты, туннели, железнодорожные пути, развязки и т.д.), следовательно, изменение емкости цементного



рынка во многом определяется степенью активности строительства в стране[6]. Однако, в силу специфики статистического учета, выбрать релевантные показатели, характеризующие строительство транспортной инфраструктуры, находящиеся в открытом доступе, не представляется возможным, поэтому проведем анализ взаимосвязи показателей объемов спроса на цемент и показателей строительства жилых и нежилых помещений.

Наравне с ростом объемов работ, выполненных по виду деятельности «Строительство», наблюдается и увеличение показателя ввода в действие зданий жилого и нежилого назначения. Общий объем ввода зданий за период с 2006 по 2020 годы увеличился в 2,16 раза с 66,3 млн. кв. м до 143,4 млн.кв.м. (рисунок 10).

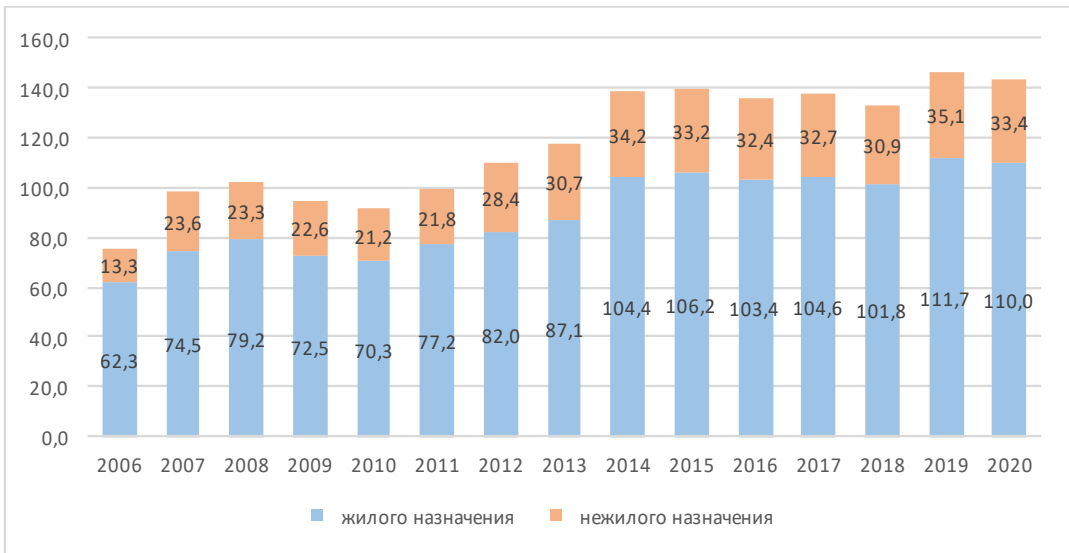


Рис. 10. Динамика ввода в действие зданий в РФ, 2005-2019 гг., млн.кв.м.[11]

Кривая динамики, отображающая общую площадь вводимых зданий, схожа с кривой динамики спроса на цемент: в 2009-2010 годах наблюдается спад указанных показателей, затем рост до 2014 года, спад до 2018 года и рост в 2019 году (рисунок 11). Некоторое «запаздывание» кривой общей площади вводимых зданий обуславливается временным лагом (иногда довольно значительным), необходимым для строительства и ввода в эксплуатацию зданий.

Коэффициент корреляции между показателями объема спроса на цемент и общей площади вводимых в эксплуатацию зданий составляет 0,360, что говорит о наличии слабой, но прямой взаимосвязи. В свою очередь, коэффициент корреляции между темпами роста общей площади вводимых зданий и темпами роста производства цемента составил 0,628. Данный факт свидетельствуют о наличии влияния темпов роста строительства зданий на рост спроса на цемент, хотя прямая корреляционная связь отсутствует между рассмотренными показателями, что означает присутствие иных факторов, влияющих на уровень спроса на цемент.

Поскольку корреляция между темпами роста общей площади вводимых зданий и темпами роста спроса на цемент статистически значима, то на основании прогноза

темпов роста общей площади вводимых зданий, можно оценить изменение потенциального спроса на цементную продукцию в среднесрочной перспективе. Прогноз темпов роста общей площади вводимых зданий до 2025 года показывает на рост, а затем некоторое замедление и снижение (рисунок 12).

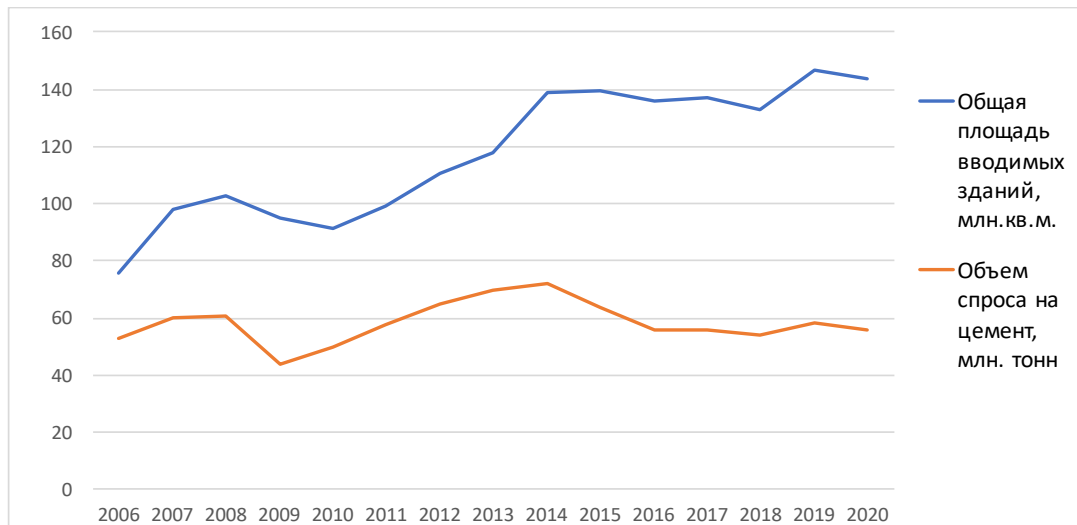


Рис. 11. Динамика объемов спроса на цемент и объемов вводимых зданий в РФ, 2006-2020 гг. [11]

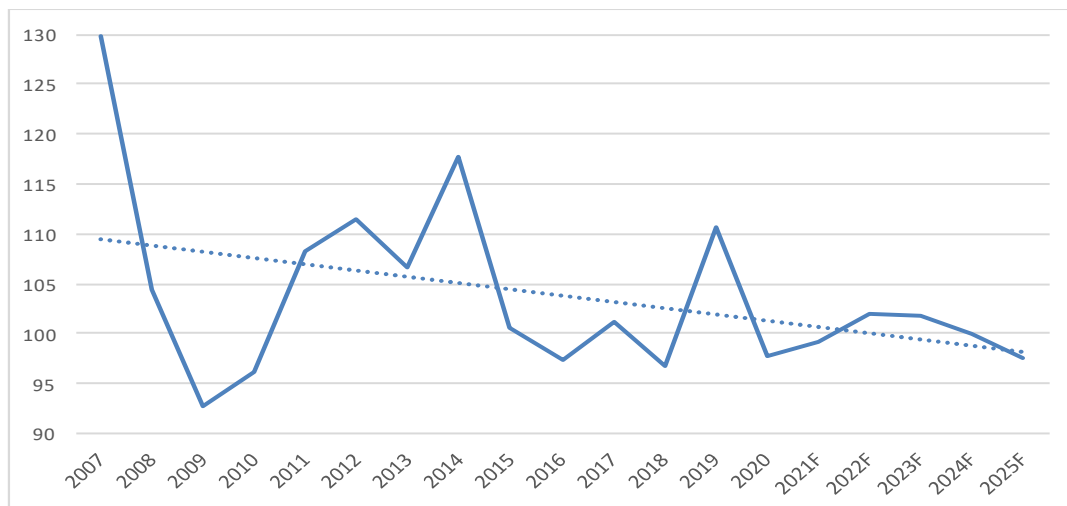


Рис. 12. Прогноз темпов роста общей площади вводимых зданий до 2025 года  
 Рассчитано авторами на основе материалов Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/stroi111.xls> (дата обращения 02.02.2022)

Прогнозный объем общей площади вводимых зданий значительно не изменится, следовательно, темпы роста спроса на цемент в прогнозируемом периоде сохранятся при условии отсутствия резких конъюнктурных изменений. К таким изменениям, которые потенциально приведут к значительному увеличению объемов строительства

зданий (особенно жилых), можно отнести активную государственную политику по стимулированию покупки жилья (в первую очередь, за счет льготного ипотечного кредитования), которая обеспечит активизацию строительной индустрии, что должно привести к увеличению спроса на цемент и, как следствие, наращиванию объемов производства цемента.

Различия в темпах роста строительства зданий и темпах роста спроса на цемент за исследуемый 15-летний период объясняется в существенном изменении технологий строительства, при которых сокращается расход цемента (к примеру, использование металло-каркасных технологий). Кроме того, за период с 2006 по 2020 гг. значительно выросла доля индивидуального строительства, при котором также используются технологии, не требующих значительного объема цемента (таблица 5, рисунок 13).

Таблица 5

Удельный вес количества домов, построенных населением, в общем объеме введенных жилых домов, 2006-2020 гг., %

Год	Доля домов, построенных населением		
	от общего количества введенных жилых домов	в городской местности	в сельской местности
2006	39,5	26,8	91,0
2007	43,0	29,1	91,2
2008	42,7	28,6	88,7
2009	47,6	32,0	90,1
2010	43,7	29,1	87,1
2011	43,0	28,0	88,4
2012	43,2	29,4	87,3
2013	43,5	29,8	85,1
2014	43,0	29,1	82,3
2015	41,3	26,3	81,1
2016	39,7	25,3	79,0
2017	41,7	27,1	79,5
2018	42,8	26,9	84,3
2019	47,0	29,6	87,8
2020	48,4	31,0	89,1

Рассчитано авторами на основании материалов Федеральной государственной службы статистики РФ [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/nhhJLXPn/stroi132.xls> (дата обращения 05.02.2022)

За рассмотренный период доля индивидуальных домов, построенных населением, от общего количества введенных жилых домов увеличилась с 39,5% в 2006 г. до 48,4% в 2020 году. Примечательно, что в разрезе городской и сельской местности отмечаются разные тенденции: доля построенных населением домов в городской местности увеличилась на 4,2 п.п., в то время как доля построенных населением домов в сельской местности незначительно сократилась (на 0,9 п.п.).

Таким образом, состояние спроса и предложения на рынке цемента России во многом определяются тенденциями и объемами строительного рынка, в частности объемами строительства зданий. Однако это зависимость не жестко детерминирована, поскольку на рынок цемента оказывает влияние и другие рынки (строительство транспортной инфраструктуры, инженерных сооружений и т.д.). Полученные результаты позволяют предположить сохранение существующих темпов роста емкости цемент-

ного рынка, даже при условии реализации инициатив Правительства РФ по стимулированию строительной индустрии.

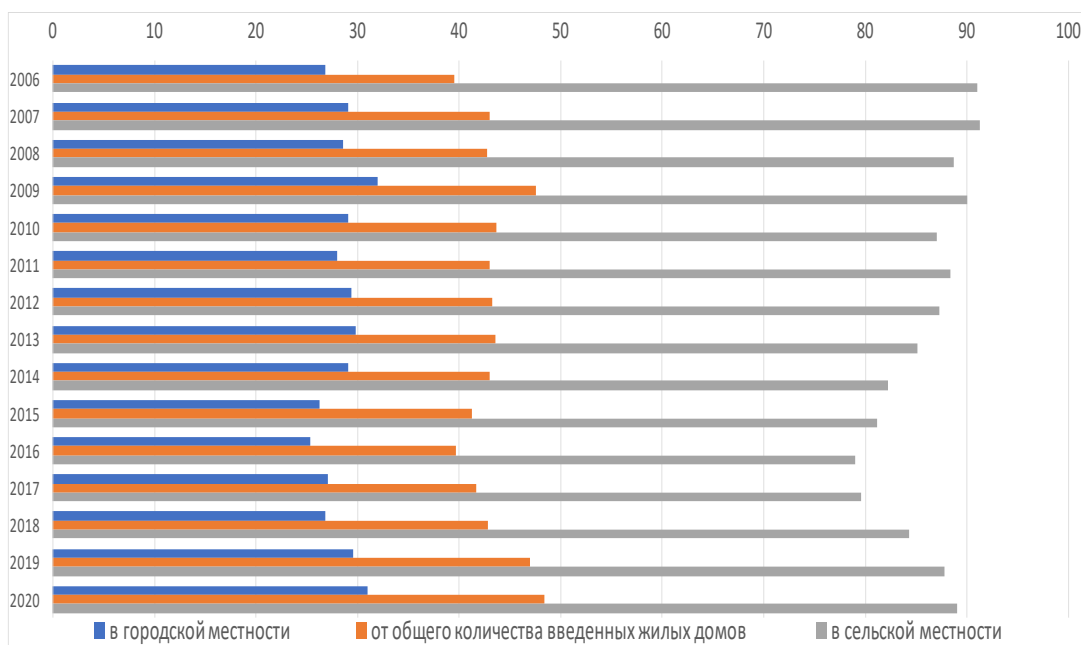


Рис. 13. Удельный вес количества домов, построенных населением, в общем объеме введенных жилых домов, 2006-2020 гг., %

### **Сопоставление динамики инфляционных процессов, динамики цен в строительной индустрии и цен на цементную продукцию в России**

Немаловажным макроэкономическим фактором, который оказывает значительное влияние на сферу обращения цемента в России, является изменение цен: как общий фон инфляционных процессов за исследуемый период с 2006 по 2020 гг., так и отдельные показатели динамики цен в строительной отрасли, как главного потребителя цементной продукции (таблица 6).

Средний темп инфляции за исследуемый период превышает средний темп роста цен на строительную продукцию незначительно - на 0,3 п.п. Особо стоит отметить, что накопленный рост инфляции за весь период наблюдения (2020 г. к 2006 г.) превышает аналогичный показатель по росту цен на строительную продукцию на 10,8%, что говорит о нахождении уровня цен на строительную продукцию ниже инфляционного лага за 15 лет.

В свою очередь не наблюдается достаточно высокой зависимости в темпах роста цен за 1 кв.м. квартир от темпов роста цен на строительную продукцию. Невысокий коэффициент корреляции между показателями индекса цен на строительную продукцию и индекса средних цен за 1 кв. м квартир на первичном рынке (0,547) демонстрирует средний, но не жестко детерминированный уровень взаимосвязи между данными показателями. Данный факт говорит о том, что цены на строительную продукцию (к которой относится и цемент) не являются единственным и решающим фактором, оказывающим влияние на формирование цены за кв. м жилых квартир на первичном рынке.

Таблица 6

Основные макроэкономические показатели динамики цен в России, 2007-2020 гг., в % к предшествующему году

Год	Инфляция	Индекс цен на строительную продукцию	ИЦ средних цен за 1 кв.м квартир на первичном рынке
2007	111,9	121,2	131,1
2008	113,3	118,6	110,6
2009	108,8	97,6	90,9
2010	108,8	109,6	100,9
2011	106,1	109,3	90,7
2012	106,6	108,3	110,2
2013	106,5	104,3	104,2
2014	111,4	104,6	103,0
2015	112,9	104,1	99,6
2016	105,4	106,6	103,4
2017	102,5	104,9	106,7
2018	104,3	106,5	108,7
2019	103,0	105,0	103,6
2020	104,9	102,9	123,3
Средний темп роста	107,5	107,2	105,7
Темп роста 2020 г. к 2006 г.	276,8	266,0	217,7

Рассчитано и составлено авторами на основе материалов Федеральной службы государственной статистики РФ [Электронный ресурс]. – URL:

[https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/i\\_ipc\\_1991\\_2021.xlsx](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/i_ipc_1991_2021.xlsx),

[https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/invest%20ind\\_stroitel.xlsx](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/invest%20ind_stroitel.xlsx),

[https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/din\\_cen\\_1998.xlsx](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/din_cen_1998.xlsx) (дата обращения 05.02.2022)

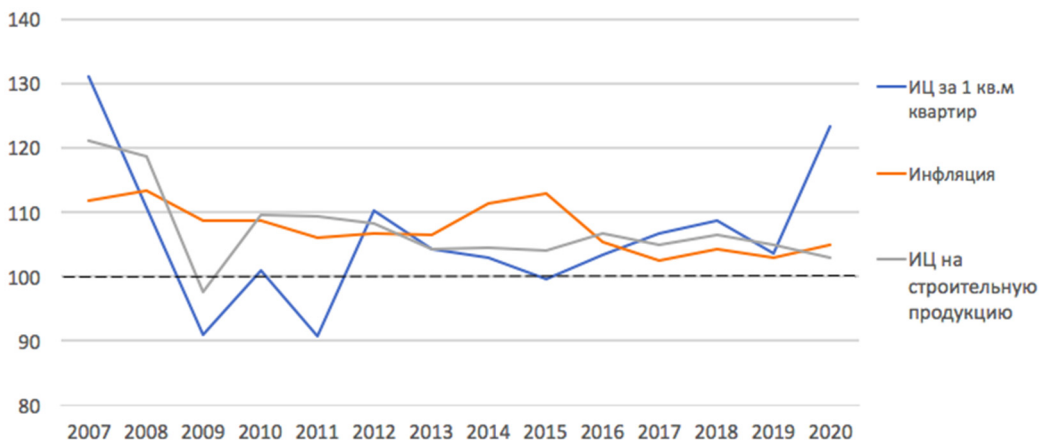


Рис. 14. Динамика инфляции, индекса цен на строительную продукцию и индекса цен за 1 кв.м. квартиры, 2007-2020 гг., %.

Рассчитано и составлено авторами на основе материалов Федеральной службы государственной статистики РФ [Электронный ресурс]. – URL:

[https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/i\\_ipc\\_1991\\_2021.xlsx](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/i_ipc_1991_2021.xlsx),

[https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/invest%20ind\\_stroitel.xlsx](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/invest%20ind_stroitel.xlsx),

[https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/din\\_cen\\_1998.xlsx](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/din_cen_1998.xlsx)

Кривая изменения цен на строительную продукцию более пологая, чем кривые инфляции и индекса средних цен за 1 кв.м. квартир на первичном рынке (за исключением резкого падения в 2009 г.), что говорит о сбалансированной политике ценообразования на строительную продукцию (рисунок 14).

В контексте анализа цен стоит отдельно задача проанализировать изменение цен на цемент за исследуемый период (таблица 7). По данным ООО «СМПРО» средневзвешенная цена производителей цемента выросла с 1 792 руб. за тонну в 2006 году до 3 767 руб. за тонну в 2020 году, цена приобретения цемента – с 2 293 руб. за тонну до 5 021 руб. за тонну[4].

Таблица 7

*Динамика цены производства и цены приобретения цемента в 2006-2020 гг.*

Год	Цена производителей		Цена приобретения	
	руб./тонн	в % к предшествующему году	руб./тонн	в % к предшествующему году
2006	1 792	-	2 293	-
2007	2 422	135,2	3 444	150,2
2008	3 367	139,0	4 837	140,4
2009	2 243	66,6	3 633	75,1
2010	2 145	95,6	3 104	85,4
2011	2 605	121,5	3 528	113,7
2012	2 955	113,4	4 023	114,0
2013	2 831	95,8	3 906	97,1
2014	2 809	99,2	3 873	99,2
2015	2 875	102,3	3 927	101,4
2016	3 130	108,9	4 106	104,6
2017	3 386	108,2	4 358	106,1
2018	3 584	105,8	4 597	105,5
2019	3 737	104,3	4 928	107,2
2020	3 767	100,8	5 021	101,9
Средний темп роста, %		105,4		105,8
Темп роста 2020 г. к 2006 г., %		210,1		219,0

Примечательно, что изменение цен на цемент находится еще ниже инфляционного лага, чем темпы роста цен на строительную продукцию. За весь период наблюдения 2006-2020 гг. темп роста цен производителей цемента составил 210,1%, в то время как рост инфляции составил 276,8%, а темп роста цен на строительную продукцию – 266%. Средний темп роста цен на цемент ниже среднего уровня инфляции (107,5) и средний темп роста цен на строительную продукцию (107,2), фиксируемых за исследуемый период.

Следует отметить, что темпы роста цен производителей и цен приобретения цемента демонстрируют схожие кривые (рисунок 15), средний темп роста цен производителей на цемент за исследуемый период составляет 105,4%, в то время как средний темп роста цены приобретения цемента составляет 105,8%. В 2009 году наблюдалось уменьшение цен на строительную продукцию и цемент, при этом цены на цемент упали в несколько раз сильнее по сравнению с ценами всей строительной продукции (цена на строительную продукцию снизилась на 2,4% по сравнению с 2008

годом, в то время как цена производителей цемента снизилась на 33,4%, цена приобретения цемента на 24,9%). Следующим годом, в течение которого цены на цемент демонстрировали отрицательную динамику, стал 2013 год - цена производителей цемента снизилась на 4,2% по сравнению с предыдущим годом, а цена приобретения цемента снизилась на 2,9%, хотя цены на строительную продукцию в целом в этот год выросли на 4,3%.

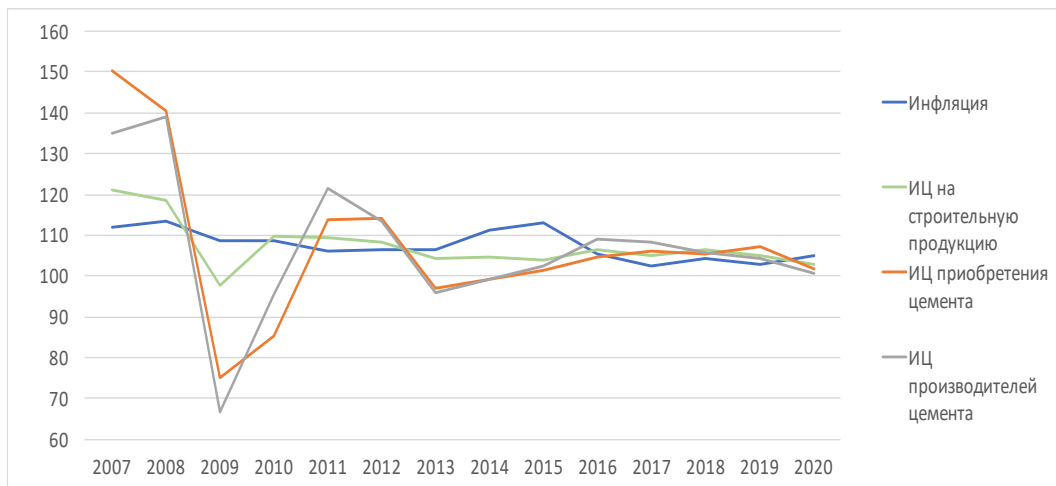


Рис. 15. Темпы инфляции, роста цен на строительную продукцию, цен производителей цемента и цен приобретения цемента, 2007-2020 гг., %

Рассчитано и составлено авторами на основе материалов Федеральной службы государственной статистики РФ [Электронный ресурс]. – URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/i\\_ipc\\_1991\\_2021.xlsx](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/i_ipc_1991_2021.xlsx), [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/invest%20ind\\_stroitel.xlsx](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/invest%20ind_stroitel.xlsx), [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/din\\_cen\\_1998.xlsx](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/din_cen_1998.xlsx) и данных Отчета «Перечень обстоятельств, при которых значительно возрастает ввоз цемента на территорию РФ» // ООО «СМ ПРО». – 2021. с. 61-62

Отдельно стоит отметить, что цены приобретения цемента не оказывают значительного влияния на изменение спроса на цемент. Коэффициент корреляции между ценой приобретения цемента и объемом спроса составляет 0,192, что говорит об очень слабой, но прямой связи (таблица 8). Иными словами, увеличение цен на цемент за рассматриваемый период не приводит к соответствующему снижению спроса на цементную продукцию.

Складывающаяся ситуация в смежной для цементного рынка строительной отрасли может привести к потенциальному давлению на производителей цемента со стороны основных покупателей—строительных предприятий, которые, стремясь снизить собственные издержки, вынуждают производителей обеспечивать им комфортный уровень цен. Производители цемента, вынуждены соглашаться на «правила игры» покупателя в целях обеспечения необходимого объема реализации производимого цемента исходя из целесообразности более эффективной загрузки своих мощностей.

На некоторое сдерживание роста цен на цемент под воздействием переговорной силы покупателя косвенно указывает и тот факт, что цены на цементную продукцию за исследуемый период с 2006 по 2020 г. демонстрируют более низкие темпы роста

по сравнению с темпами роста цен в строительной индустрии (строительную продукцию, квартиры на первичном рынке), а также находятся ниже уровня инфляции, фиксируемой в РФ.

Таблица 8

*Динамика цен приобретения цемента и объема спроса на цемент, 2006-2020 гг.*

Год	Цена приобретения цемента		Объем спроса на цемент	
	руб./тонн	% к предшествующему году	тыс. тонн	% к предшествующему году
2006	2 293	-	52 527,3	
2007	3 444	150,2	60 015,3	114,3
2008	4 837	140,4	60 573,5	100,9
2009	3 633	75,1	44 044,1	72,7
2010	3 104	85,4	49 822,0	113,1
2011	3 528	113,7	57 535,5	115,5
2012	4 023	114	64 891,0	112,8
2013	3 906	97,1	69 403,6	107,0
2014	3 873	99,2	71 778,9	103,4
2015	3 927	101,4	63 390,5	88,3
2016	4 106	104,6	55 828,8	88,1
2017	4 358	106,1	55 529,5	99,5
2018	4 597	105,5	53 994,8	97,2
2019	4 928	107,2	57 948,3	107,3
2020	5 021	101,9	55 713,9	96,1
Средний темп роста, %		105,8		100,4
Темп роста 2020 г. к 2006 г.		219,0		106,0

### Заключение

Накопленный исторический тренд за 15 лет позволил оценить общие процессы и закономерности, увидеть ретроспективу развития рынка цемента и оценить перспективы. Проведенный анализ макроэкономического фона функционирования рынка цемента в России показал сдержанное влияние макроэкономических факторов на сферу обращения цемента в стране, что связано в первую очередь со значительным влиянием государства (активизация или снижение финансирования национальных проектов, включающих строительную-цементную компоненту, стимулирование спроса граждан и застройщиков через ипотечные ставки), а также с высокой степенью локализации продаж цемента преимущественно внутри региона-производства и отсутствием конкуренции со стороны импорта. Вместе с тем, при дальнейшем замедлении темпов роста экономики макроэкономические факторы в ситуации нарастающей неопределенности и нестабильности будут безусловно оказывать отрицательное влияние и на рост объемов производства цемента.

В целом, мы предполагаем, что даже учитывая условия снижения макроэкономического роста, общий волатильный тренд в объемах производства и ценах не будет сильно отличаться от предыдущих пятнадцати лет, который предшествовал серьезным трансформационным процессам вследствие пандемии COVID и политико-экономических изменений 2022 года. Важно отметить, что в условиях экономической ситуации, когда темпы роста строительной индустрии не стимулируют достаточный темп



роста спроса на цемент, существующей конкуренции производителей цемента за стратегические проекты и рынки сбыта, а также в условиях существующих значительных мощностей и стремления субъектов рынка к наращиванию объемов производства цемента может активно проявляться ситуация влияния переговорной силы покупателей в части установления конечной цены реализации цементной продукции и сдерживания роста цен на цементную продукцию .

## Литература

1. Кондратьев В. Б. Мировая цементная промышленность. [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.perspektivy.info/book/mirovaja\\_cementnaja\\_promyshlennost\\_2012-06-06.htm](http://www.perspektivy.info/book/mirovaja_cementnaja_promyshlennost_2012-06-06.htm).
2. Материалы Счетной палаты РФ. Исполнение расходов бюджета на нацпроекты за 10 месяцев составило 70%: [Электронный ресурс] – URL: <https://ach.gov.ru/audit-national/ispolnenie-raskhodov-byudzhet-na-natsproekty-za-10-mesyatsev-sostavilo-70>.
3. Отчет о промежуточных результатах экспертно-аналитического мероприятия «Мониторинг хода реализации мероприятий национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги»; Отчет о промежуточных результатах экспертно-аналитического мероприятия «Мониторинг хода реализации мероприятий Комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года». [Электронный ресурс]. – URL: <https://ach.gov.ru/audit-national/9508>
4. Отчет «Перечень обстоятельств, при которых значительно возрастет ввоз цемента на территорию Российской Федерации» // ООО «СМ ПРО». – 2021. – 287 с.
5. Попов Ю.Л. Стратегические перспективы развития рынка цемента и других современных строительных материалов // Инновационное развитие строительного комплекса региона: задачи, состояние, перспективы. Материалы II Всерос. научно-практ. конференции Себряковского филиала ГБОУ ВО "Волгоградский государственный технический университет". Редколлегия: С.Е. Карпушова (отв. ред.) [и др.]. - 2020. – с. 25-28.
6. Романченко О. Рынок цемента: производство, потребление, проблемы // РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. - 2014. - № 2. - с. 101-105. [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_21708754\\_55282571.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_21708754_55282571.pdf)
7. Размер рынка цемента и ключевые сведения //Fortune business insights [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/cement-market-101825>
8. Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Обеспечение доступным и комфортным жильем и коммунальными услугами граждан Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – URL: <http://static.government.ru/media/files/v2A8bkUt5PQ.pdf>; <http://government.ru/rugovclassifier/section/2641/>
9. Табах А, Подругина А. Национальные проекты: ожидания, результаты, перспективы // EXPERT [Электронный ресурс]. – URL: [https://raexpert.ru/researches/national\\_project\\_2020/](https://raexpert.ru/researches/national_project_2020/)
10. Тренды цементной промышленности: осторожный оптимизм / стенограмма круглого стола. – Строительные материалы, оборудование технологии XXI века. – 2012. - №1. с. 16-24 [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_22457923\\_69914986.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_22457923_69914986.pdf)

11. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosstat.gov.ru/>

12. Национальные проекты РФ [Электронный ресурс]. – URL: <http://government.ru/rugovclassifier/section/2641/> (дата обращения 08.02.2022)

13. Минфин России Проект федерального закона «О внесении изменений в статью 11 ФЗ «Об организованных торгах» [Электронный ресурс]. – URL: [https://minfin.gov.ru/ru/document/npa\\_projects/?id\\_4=7879-o\\_vnesenii\\_izmenenii\\_v\\_statyu\\_11\\_federalnogo\\_zakona\\_ob\\_organizovannykh\\_torgakh](https://minfin.gov.ru/ru/document/npa_projects/?id_4=7879-o_vnesenii_izmenenii_v_statyu_11_federalnogo_zakona_ob_organizovannykh_torgakh) (дата обращения 26.08.2022)

14. В секторе многоквартирных домов прервался рост [Электронный ресурс] URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5468970> (дата обращения 26.08.2022)

15. МВФ вновь ухудшил прогноз по росту глобального ВВП [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5481125> (дата обращения 26.08.2022)

#### Assessment of the impact of macroeconomic factors on the state and trends in the development of the cement market in 2006-2020

Knyazeva I.V., Bondarenko I.V.

Siberian Institute of Management - branch of RANEPA

The cement market, being strategically important for the economies of countries, is characterized by a multistage secondary demand and, as a result, is largely determined by the macroeconomic background. Consumption of cement is one of the qualitative parameters of the economic level of a country's development and depends on the scale of innovative development and construction, government support for national projects, production technologies, and household incomes.

The article analyzes economic trends in the cement market and a group of macroeconomic factors in the Russian Federation to understand the general context of the functioning of the cement market in Russia in 2006-2020. The depth of the study is limited to the fifteen-year period preceding the significant transformation of economic systems due to the COVID pandemic and the political and economic events of early 2022. The authors set themselves the goal of quantitatively assessing the impact of macroeconomic factors on the volume of production and sales of cement and the main triggers for demand for cement products in Russia during a period of progressive growth without significant turbulent processes of a non-economic nature.

Keywords: cement market, macroeconomic factors, supply and demand, price dynamics, housing construction

#### References

1. Kondratiev V. B. World cement industry. [Electronic resource]. – URL: [http://www.perspektivy.info/book/mirovaja\\_cementnaja\\_promyshlennost\\_2012-06-06.htm](http://www.perspektivy.info/book/mirovaja_cementnaja_promyshlennost_2012-06-06.htm).
2. Materials of the Accounts Chamber of the Russian Federation. Execution of budget expenditures on national projects for 10 months amounted to 70%. [Electronic resource] - URL: <https://ach.gov.ru/audit-national/ispolnenie-raskhodov-byudzheta-natsproekty-za-10-mesyatsev-sostavilo-70>.
3. Report on the intermediate results of the expert-analytical event "Monitoring the implementation of the activities of the national project "Safe and high-quality roads"; Report on the interim results of the expert and analytical event "Monitoring the implementation of the measures of the Comprehensive Plan for the Modernization and Expansion of the Main Infrastructure for the Period up to 2024". [Electronic resource]. – URL: <https://ach.gov.ru/audit-national/9508>
4. Report "List of circumstances under which the import of cement to the territory of the Russian Federation will increase significantly" // SM PRO LLC. - 2021. - 287 p.
5. Popov Yu.L. Strategic prospects for the development of the market for cement and other modern building materials // Innovative development of the region's building complex: tasks, state, prospects. Materials II All-Russian. scientific and practical. conference of the Sebyakov branch of SBEE HE "Volgograd State Technical University". Editorial Board: S.E. Karpushova (responsible ed.) [and others]. - 2020. - p. 25-28.
6. Romanchenko O. Cement market: production, consumption, problems // RISK: Resources, Information, Supply, Competition. - 2014. - No. 2. - p. 101-105. [Electronic resource]. – URL: [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_21708754\\_55282571.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_21708754_55282571.pdf)
7. Market size of cement and key information //Fortune business insights [Electronic resource]. – URL: <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/cement-market-101825>
8. On approval of the state program of the Russian Federation "Providing affordable and comfortable housing and utilities for citizens of the Russian Federation" [Electronic resource]. – URL: <http://static.government.ru/media/files/v2A8bkUt5PQ.pdf>; <http://government.ru/rugovclassifier/section/2641/>
9. Tabakh A, Podrugina A. National projects: expectations, results, prospects // EXPERT [Electronic resource]. – URL: [https://raexpert.ru/researches/national\\_project\\_2020/](https://raexpert.ru/researches/national_project_2020/)
10. Cement Industry Trends: Cautious Optimism / Round Table Transcript. – Building materials, equipment technology of the XXI century. - 2012. - No. 1. With. 16-24 [Electronic resource]. – URL: [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_22457923\\_69914986.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_22457923_69914986.pdf)
11. Federal State Statistics Service [Electronic resource]. – URL: <https://rosstat.gov.ru/>
12. National projects of the Russian Federation [Electronic resource]. – URL: <http://government.ru/rugovclassifier/section/2641/> (accessed 08.02.2022)

13. Ministry of Finance of Russia Draft federal law "On Amendments to Article 11 of the Federal Law "On Organized Trading" [Electronic resource]. – URL: [https://minfin.gov.ru/ru/document/npa\\_projects/?id\\_4=7879-o\\_vnesenii\\_izmenenii\\_v\\_statyu\\_11\\_federalnogo\\_zakona\\_ob\\_organizovannykh\\_torgakh](https://minfin.gov.ru/ru/document/npa_projects/?id_4=7879-o_vnesenii_izmenenii_v_statyu_11_federalnogo_zakona_ob_organizovannykh_torgakh) (accessed 26.08.2022)
14. Growth has been interrupted in the multi-apartment housing sector [Electronic resource] URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5468970> (accessed 26.08.2022)
15. The IMF again worsened the forecast for global GDP growth [Electronic resource]. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5481125> (accessed 26.08.2022)

# Государственное стратегическое целеполагание в сфере стройиндустрии в рамках новой промышленной политики

---

**Васильев Антон Николаевич**

кандидат экономических наук, ФГБОУ ВО «РАНХиГС при Президенте РФ»,  
anvasilev2020@gmail.com

Новая промышленная политика в мире связана с рядом экономических и политических факторов: от реиндустриализации (переноса промышленных производств обратно в страну) до автаркии (на фоне перехода к многополярному миру). Но ключевым фактором повсеместного перехода к новой промышленной политике в мире – это эволюционный процесс смены технологических укладов. Новый технологический уклад абсолютно меняет требования к структуре экономики и, естественно, к пространственной и отраслевой структуре основных фондов промышленности. Основные фонды промышленности воспроизводит в определенной пропорции строительная индустрия. Она первая должна перестроиться сама и создать новые основные фонды всех остальных отраслей. В статье рассматриваются ограничители возможностей такой трансформации стройиндустрии, направления трансформации и определяется роль государства в таких процессах. Предпринимается попытка разработки экономико-математического инструментария формирования стратегии трансформации стройиндустрии в рамках новой промышленной политики. [7, 10]

**Ключевые слова:** государственное планирование, стратегия социально-экономического развития государства, стратегия стройиндустрии, новая промышленная политика.

Строительная индустрия России это локомотив экономики, который обеспечивает десятую часть рабочих мест и реализует с опережающим итогом планы по расширенному воспроизводству материальной базы – основных фондов (ОФ) всех сфер экономики. Сейчас мировая экономика стоит на рубеже шестого технологического уклада, его предвещающей четвертой промышленной революции. Новый технологический уклад кардинально поменяет пространственно-отраслевую структуру экономики: больше не существует обязательность привязки предприятий к местам добычи и переработки полезных ископаемых, сосредоточения рабочей силы, производства энергии и ее источников. Кроме того, глобальные цепочки добавленной стоимости, базирующиеся на международном разделении труда, идеях «зеленой» экономики, наличии ареалов дешевой рабочей силы, теряют свои достоинства, а политические процессы ухода от однополярного мироустройства, влекут за собой возврат к идеям реиндустриализации, возвращению производств на территорию страны на принципах инновационности и высокой наукоемкости.

Только государство может задавать длительные стратегические векторы развития экономики, делать процессы, в ней протекающие, со-направленными на достижение общей цели. Подвергаются переосмыслению идеи неонституционализма, невмешательства государства в экономику. Идеи плановости рыночного хозяйства звучат все чаще.

Каковы же ориентиры для сферы стройиндустрии, ее цели?

Изначально нами ставится вопрос: «Каково место стройиндустрии в современной экономике, способна ли она в существующем виде обеспечить материальную базу всех сфер экономики России на фоне их неизбежной скорой трансформации, готова

ли она сама к трансформации и на каких принципах, и в каком направлении такая трансформация должна происходить?».

Иными словами, мы рассматриваем два воспроизводственных цикла: первичный цикл воспроизводства – воспроизводство основных фондов предприятий стройиндустрии для обеспечения, в последующем, измененной структуры потребления готовой продукции/услуг стройиндустрии другими отраслями экономики в рамках второго (вторичного по отношению к стройиндустрии) цикла воспроизводства – воспроизводства основных фондов экономики России для обеспечения их трансформации в рамках новой промышленной революции.

Совокупность признаков любого воспроизводственного процесса, связанного с основными фондами позволяет относить такие процессы к стратегическим процессам. Основные признаки – длительный период эксплуатации (при понимании, что стратегия не является функцией времени, но жизненный цикл основных фондов длителен и моральный и физический износ увеличиваются на временном периоде стратегии незначительно, поэтому неверные воспроизводственные решения влекут за собой полную замену основных фондов, т.е. приводят к повторному воспроизводству); как видно из данного выше пояснения – воспроизводственные решения обладают свойством необратимости; наконец, невозможно осуществить финансирование таких решений в рамках текущей деятельности предприятий – они требуют значительных финансовых вложений, обладающих всеми признаками инвестиций и приводящими к длительному связыванию оборотных средств.

Итак, воспроизводственные процессы в стройиндустрии (стратегические по своей сути, как мы определили ранее), первичны по отношению к воспроизводственным процессам в остальных отраслях экономики, при этом, очевидно, они должны базироваться на стратегиях развития этих отраслей экономики, а те, в свою очередь, на стратегии развития экономики государства, в целом. [9]

Очевидно, в системе стратегического планирования государством развития сфер экономической деятельности должна присутствовать некая совокупность элементов в определенной последовательности:

Блок 1. Определение стратегических целей развития всей экономики РФ, как социально-экономической системы, элементами которой являются отдельные сферы экономики, для реализации новой промышленной политики.

Блок 2. Определение стратегических целей развития стройиндустрии, как сферы экономики, обеспечивающей развитие основных фондов всех остальных сфер экономики в целях реализации новой промышленной политики.

Блок 3. Определение круга стратегических задач для достижения стратегических целей развития стройиндустрии.

Блок 4. Определение объемов воспроизводства (расширенного) основных фондов всех сфер экономики РФ, в плановом стратегическом периоде, необходимых и достаточных для достижения стратегических целей развития всей экономики РФ.

Блок 5. Определение объемов простого воспроизводства основных фондов всех сфер экономики РФ, в плановом стратегическом периоде. Простое воспроизводство достигается при вводимом условии – сохранения объемов производства в стройиндустрии на уровне начала планируемого периода.

Блок 6. Определение разницы объемов простого и расширенного воспроизводства и требуемых для ее покрытия приростов объемов производства в стройиндустрии РФ по годам планового периода.

Блок 7. Определение источников инвестиций для достижения намеченного темпа роста объемов производства в стройиндустрии:

7.1. Объем возможных прямых инвестиций государства с выделением доли средств, направляемых на реализацию проектов ГЧП.

7.2. Объем частных инвестиций, которые планируется получить за счет индикативного государственного управления в сфере стройиндустрии.

7.3. Объем частных инвестиций, которые планируется получить за счет реализации проектов ГЧП с привлечением государственных инвестиций.

Блок 8. Разработка системы мониторинга реализации стратегий (см. п.1-3).

Блок 9. Разработка механизма корректировки стратегических планов.

В этой статье остановимся на нескольких, по нашему мнению, ключевых блоках.

Блок 1. «Определение стратегических целей развития всей экономики РФ, как социально-экономической системы, элементами которой являются отдельные сферы экономики, для реализации новой промышленной политики».

Федеральный закон № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации» (2014 г.) определяет систему стратегического планирования как совокупность следующих элементов: целеполагание, прогнозирование, планирование и программирование социально-экономического развития.

Документы стратегического целеполагания на федеральном уровне представлены в таблице 1.

Таблица 1

Документы стратегического целеполагания на федеральном уровне

Документ	Наличие актуального документа	Наличие индикаторов (количественных индикаторов достижения)
1) документы стратегического планирования, разрабатываемые в рамках целеполагания, к которым относятся согласно п.п.1, п.3, ст.11 Федерального закона № 172-ФЗ:		
Ежегодное послание Президента	Обновляется ежегодно	В послании Президента РФ Федеральному Собранию от 21.04.2021 г., как и ранее, преобладают качественные ориентиры, имеются и количественные агрегированные макроиндикаторы. Например: «До 2024 года на гражданские, в том числе фундаментальные исследования Россия только из федерального бюджета направит 1 триллион 630 миллиардов рублей». [1]
Стратегия социально-экономического развития РФ	По умолчанию, после неудачного проекта Минэкономразвития, была трансформирована на данном этапе в «Перечень инициатив социально-экономического развития Российской Федерации до 2030 года» (Утвержден распоряжением Правительства РФ от 06.10.21 г. № 2816-р)	Существует система агрегированных индикаторов. Например, «Обеспечение доли дорожной сети в крупнейших городских агломерациях, соответствующей нормативным требованиям, на уровне не менее 85%. Далее дается детализация по годам (последний период – 85%)»
Стратегия национальной безопасности РФ	Указ Президента РФ от 02.07.2021 N 400 "О Стратегии	Нет. Только качественное целеполагание

	национальной безопасности Российской Федерации"	
Стратегия научно-технологического развития РФ	Утверждена Указом Президента РФ 01.12.2016 № 642	Нет. Только качественное целеполагание
2) документы стратегического планирования, разрабатываемые в рамках целеполагания по отраслевому и территориальному принципу, к которым относятся согласно п.п.2, п.3, ст.11 Федерального закона № 172-ФЗ:		
Отраслевые документы стратегического планирования РФ	На сайте Правительства РФ в разделе «Отраслевые документы стратегического планирования» на март 2022 года представлено 56 документов	Имеют количественные индикаторы сгруппированные по отраслевому признаку. На данный момент из 21 раздела ОКВЭД, отраслевыми документами закрыто около 40% отраслей.
Стратегия пространственного развития России	Стратегия пространственного развития РФ на период до 2025 (утверждена распоряжением Правительства РФ №207-р от 13.02.2019)	Имеется 5 целевых макропоказателей (подробнее чуть позднее в табл. 2). Важным в целях данного исследования является выделение в документе 12 макроэкономических регионов
Стратегии социально-экономического развития макрорегионов	В стадии разработки	Должно быть принято решение Правительства РФ. Далее предусмотрена 6 месячная процедура разработки и представления на утверждение Правительством.

Соответственно, необходимо вычлениить те элементы стратегического целеполагания, из перечня документов таблицы 1, которые отражают те или иные аспекты новой промышленной политики России.

Указанные элементы должны быть верифицированы через призму основополагающей концепции, заложенной в ФЗ «О промышленной политике в Российской Федерации» (в редакции от 20.07.2020 № 225-ФЗ), и состоящей из 8 основных стратегических задач.

Можно выделить 2 подсистемы стратегических целей развития всей экономики РФ:

- Подсистема роста экономики (ВВП,%), снижения импортозависимости (Доля импорта в ЦДС – цепочке добавленных стоимостей), роста инновационной активности в отраслях (доля инновационной активности по отраслям,%), роста производительности труда (Национальный проект «Производительность труда и поддержка занятости» ставит задачей обеспечение роста производительности труда на крупных и средних российских предприятиях базовых несырьевых отраслей экономики Российской Федерации на 5% в год с 2024 года, и на 25,5% накопленным итогом с 2017 по 2024 год. А также обеспечение роста производительности труда 10 000 российских компаний не менее, чем на 30%).

- Подсистема целей снижения диспропорций в экономическом развитии отдельных регионов – подсистема пространственной дифференциации ключевых показателей. Ранее отмечалось, что за основу могут быть приняты 5 целевых макропоказателей Стратегии пространственного развития России: 1. Среднегодовые темпы роста валового регионального продукта субъектов Российской Федерации, в которых располагаются перспективные крупные центры экономического роста

Российской Федерации, процентов; 2. Отношение среднедушевого валового регионального продукта субъектов Российской Федерации, относящихся к приоритетным геостратегическим территориям (кроме Арктической зоны), к среднероссийскому значению; 3. Межрегиональная дифференциация индекса человеческого развития по отношению к уровню 2017 года, процентов; 4. Рост транспортной подвижности населения по отношению к уровню 2017 года, процентов; 5. Рост экспорта услуг от транзитных перевозок по отношению к уровню 2017 года, процентов. [2]

Верификация целей на данном этапе достаточно условна, т.к. «Стратегия социально-экономического развития РФ» на данный момент заменена «Перечнем инициатив социально-экономического развития Российской Федерации до 2030 года».

Как справедливо отмечает Ведерина Е. в [5]: «указ/послание Президента не может заменить полноформатную стратегию долгосрочного развития страны, как и «Перечень инициатив» (прим. авт.). Заявленные в указах/посланиях/перечне цели важны, но вряд ли достаточны, чтобы обеспечить динамичный рост экономики в будущем. Указы затрагивают главным образом бюджетные сферы деятельности, за которые несут ответственность органы государственной власти, а это не более 40% ВВП страны. Что касается национальных проектов, то они практически не касаются задач развития производственного потенциала национальной экономики, которые создают основу экономической динамики и глобальной конкурентоспособности страны». [5] Кроме того, отсутствуют верхние уровни целеполагания – видение и миссия. Вопросы о видении – национальной идеи дискутируются давно и вопрос их формализованного представления является в современных условиях одним из важнейших.

Перейдем к ограничениям, которые задают рамки возможностей стройиндустрии как экономической подсистемы по реализации тех или иных стратегических целей.

1. Макроэкономическим критерием эффективности стратегических программ развития экономики страны должен стать признак интенсивности воспроизводственных процессов. Если мы говорим о главной проблеме экономики – ограниченности ресурсов и, как следствие, о главной задаче экономики – максимизации отдачи ограниченных ресурсов, то с позиций макроэкономики важным становится не только сам прирост объемов производства, но и его достижение за счет более рационального использования ресурсов, а не за счет привлечения новых дополнительных ресурсов. В работе [4] с помощью оптимизационных кривых доказывалось, что в абсолютном виде интенсивное и экстенсивное приращение эффекта встречается крайне редко и является, скорее, исключением из правила. Принято говорить про интенсивное развитие, если прирост эффекта в большей степени (а не полностью) достигается за счет более рационального использования ресурсов; и, наоборот, экстенсивное развитие – это прирост эффекта в большей степени за счет привлечения дополнительных ресурсов, а не за счет более рационального использования имеющихся. На рисунке 1, мы видим пример экстенсивного развития производственной системы.



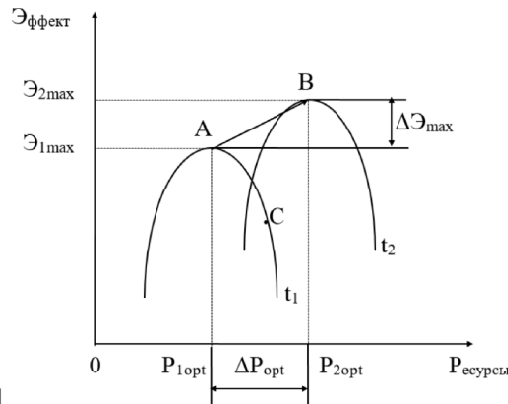


Рисунок 1. Пример экстенсивного развития производственной системы (прирост ресурсов  $\Delta P_{opt}$  больше прироста эффекта  $\Delta \mathcal{E}_{max}$ )

Напомним, что производственная кривая смещается при изменении количества постоянного капитала (в приведенном рисунке на это указывает временной ряд  $t_1 - t_2$ ). При неизменности постоянного капитала смещение в состоянии производственной системы происходит по существующей оптимизационной кривой (например, переход из точки A в точку C).

Отметим, что все ресурсы, используемые в процессе производства, в стоимостном выражении суммируются в единый показатель – Ресурсы (P).

Тогда, используя в качестве эффекта показатель объема производства, мы можем задать макроэкономический критерий эффективности стратегических программ развития сфер экономики и их совокупности, как отношение результата к затратам:

$$\frac{\Delta Q_t}{\Delta P_t} \geq 1 \tag{1}$$

или

$$\frac{\Delta Q_{t+1}}{\Delta P_{t+1}} \geq \frac{\Delta Q_t}{\Delta P_t} \tag{2}$$

Основываясь на постулате о том, что развитие технологических укладов как социально-экономических систем происходит за счет экстенсивных и интенсивных факторов, следует отметить, что именно данный критерий позволяет учитывать и инновационность процессов воспроизводства экономики страны, т.к. ключевой задачей инновационного развития является рост производительности труда. [8]

2. Следующее ограничение связано с тем, что необходимо осуществлять не просто разрозненные инновации, а инновации кардинально новые, стимулирующие и поддерживающие переход экономики страны к новому технологическому укладу.

Определение такого критерия возможно произвести с помощью модели логистической динамики кумулятивных величин, где:  $v$  – отражает совокупные затраты общества на развитие технологии (технологического уклада, в целом);  $y(v)$  – технологически/экономически значимый результат, достигаемый в рамках технологического уклада (обычно рост производительности труда и/или экономической добавленной стоимости)

В целях нашего исследования совокупные затраты общества на развитие технологии можно интерпретировать как разницу затрат на простое и расширенное воспроизводство в период  $t$ :

$$v_t = Q_t^{\text{расш}} - Q_t^{\text{прост}} \quad (3)$$

экономически значимый результат, достигаемый в рамках технологического уклада  $y(v)$

$$y(v) = \frac{Q_t^{\text{расш}} - Q_t^{\text{прост}}}{\Delta P_t} \quad (4)$$

Тогда, на отрезке с момента начала промышленной революции и до начала нового технологического уклада стремиться к нулю приращение функции  $y_1(v)$  при приращении ее аргумента – ее производная на этом отрезке близка к нулю:

$$\lim_{v \rightarrow v_0} \frac{y_1(v) - y_1(v_0)}{v - v_0} \approx 0 \quad (5)$$

Ограничения, регулирующие принцип осуществления в рамках стратегического планирования не просто разрозненных инноваций, а инноваций кардинально новых, стимулирующих и поддерживающих переход экономики страны к новому технологическому укладу:

$$\lim_{v \rightarrow v_0} \frac{y_1(v) - y_1(v_0)}{v - v_0} \approx 0 \quad (6)$$

$$y_2(v_2) \geq y_2(v_1) \quad (7)$$

В рамках Блока 1 «Определение стратегических целей развития всей экономики РФ, как социально-экономической системы, элементами которой являются отдельные сферы экономики, для реализации новой промышленной политики (Индустрии 4.0)», были выделены 2 подсистемы стратегических целей развития всей экономики РФ. Поэтому блок ограничений может быть привязан к предыдущим двум, т.к. напрямую или косвенно, введенные в этих пунктах ограничения, по смыслу учитывают 2 подсистемы стратегических целей развития всей экономики РФ таблица 2.

Таблица 2

Оценка степени учета системы стратегических целей развития всей экономики РФ ограничениями (формулы 2,6,7)\*

Индикаторы системы стратегических целей	$\frac{\Delta Q_{t+1}}{\Delta P_{t+1}} \geq \frac{\Delta Q_t}{\Delta P_t}$	$\lim_{v \rightarrow v_0} \frac{y_1(v) - y_1(v_0)}{v - v_0} \approx 0;$ $y_2(v_2) \geq y_2(v_1)$	Пояснения
Подсистема роста экономики			
Рост ВВП, %,	(П)	(Н)	Через совокупный рост объемов производства по сферам экономики
Объем импорта на 1 рубль ВВП, %	(Н)	(Н)	Не отражает
Доля инновационной активности по отраслям, %	(Ч)	(Ч)	Через рост интенсивности
Рост производительности труда, %	(П)	(Ч)	Через рост интенсивности. В модель введен коэффициент 0,071 – рост производительности труда при увеличении объема инвестиций в основной капитал на 1%
Подсистема пространственной дифференциации ключевых показателей			
Среднегодовые темпы роста валового регио-	(Ч)	(Ч)	М.б. определен через пространственную/ региональ-

нального продукта субъектов Российской Федерации, в которых располагаются перспективные крупные центры экономического роста РФ, процентов, %			ную дифференциацию объемов производства по сферам экономики
Отношение среднедушевого валового регионального продукта субъектов РФ, относящихся к приоритетным геостратегическим территориям (кроме Арктической зоны), к среднероссийскому значению, тыс. руб	(Ч)	(Ч)	Может быть рассчитан (см. выше)
Межрегиональная дифференциация индекса человеческого развития по отношению к уровню 2017 года, %	(Н)	(Н)	Не определяет
Рост транспортной подвижности населения по отношению к уровню 2017 года, %	(Н)	(Н)	Не определяет
Рост экспорта услуг от транзитных перевозок по отношению к уровню 2017 года, %	(Н)	(Н)	Не определяет
<b>Средняя оценка:</b>	<b>(Ч)</b>	<b>(Ч)</b>	<b>Итог: (Ч)</b>

\* Варианты оценки: (П) – полностью учитывает (существует зависимость, которую можно выразить математически); (Ч) – частично учитывают – стратегическая цель включает в себя как один из элементов, показатели критериев (формулы 2,6,7); (Н) – не учитывает.

Как видно их таблицы 2, для устойчивого частичного учета необходима территориальная/региональная дифференциация показателей.

Блок 2 «Определение стратегических целей развития стройиндустрии, как сферы экономики, обеспечивающей развитие основных фондов всех остальных сфер экономики в целях реализации новой промышленной политики» и Блок 3 «Определение круга стратегических задач для достижения стратегических целей развития стройиндустрии».

Для Российской Федерации на стадии прогнозирования стратегических целей и задач трансформации материально-технической базы стройиндустрии на принципах инновационности в рамках новой промышленной политики предлагается использовать комплексный метод «Целей – Задач».

Данный метод представляет собой совокупность приемов составления перечня стратегических целей и выбора задач с вероятностной оценкой реализации каждой задачи по каждой глобальной цели в отдельности.

Под основной целью развития материально-технической базы стройиндустрии на принципах инновационности в рамках новой промышленной политики подразумевается достижение некоторого уровня развития социально-экономических механизмов,

институтов и отдельных предприятий в направлении включенности в развитие требования инновационности и соответствия направления задачам новой промышленной политики при воспроизводстве материально-технической базы.

Система стратегических целей определяет требования к будущему состоянию материально-технической базы стройиндустрии или направлению ее изменения. Если рассматривать в качестве объекта исследования материально-техническую базу стройиндустрии, то перечень стратегических целей (*goal of the strategy*) может иметь вид:

G<sub>1</sub> – Развитие импортозамещения в сфере производства строительных материалов (ПСМ), производства машин и оборудования для стройиндустрии. Автаркия – реиндустриализация (процесс возвращения старых производств и создания новых, на принципах высокотехнологичности и наукоемкости) на фоне регионализации (анти-теза глобализации).

G<sub>2</sub> - Превалирование государственного регулирования инновационного развития, основной источник инвестиций – государственный бюджет. Переход от государственной политики стимулирования предложения инноваций к политике стимулирования спроса. Усиление государственного регулирования стройиндустрии, в том числе, развитие механизмов ГЧП (государственно-частного партнерства), создание государственных естественных монополий в сфере стройиндустрии.

G<sub>3</sub>– Трансфер передовых технологий, использование самой современной техники и оборудования для стройиндустрии мировых лидеров данных отраслей на фоне участие России в международном разделении труда. Россия должна занять лидирующие позиции в глобальных инновационных цепочках создания стоимости: в среднем 30% выручки должно образовываться за счет интеллектуальной собственности (ИС).

G<sub>4</sub>– Создание условия для новой промышленной политики как предварительный этап для последующего перехода к четвертой промышленной революции: рост экономики, рост благосостояния граждан, рост индекса сложности экономики (*Index Complexity Economic*). Стройиндустрия должна увеличить объем производства за счет интенсивных и экстенсивных факторов, акцент на инфраструктуре (сети, дороги, городская среда обитания), внедрение новых инновационных материалов, конструкций.

G<sub>5</sub>– Пространственная диффузия четвертой промышленной революции в России. Устранение территориальных диспропорций в стройиндустрии (в т.ч. в ПСМ). Рост производительности труда в стройиндустрии. Усиление роли инноваций в промышленном и гражданском, в т.ч. дорожном строительстве. Объемы производства в стройиндустрии должны значительно вырасти за счет интенсивных факторов. Главным фактором роста производительности и/или экономической добавленной стоимости становится искусственный интеллект, принимающий решения быстрее и точнее человека. Доминирующий комплекс инноваций, основан на киберфизических системах принятия автономных решений; машинном обучении; анализе больших данных; Интернете вещей и облачных технологиях.

G<sub>6</sub>– Трансформация стройиндустрии для максимально быстрого создания в России основных фондов отраслей четвертой промышленной революции и последующего за ней шестого технологического уклада. Стройиндустрия будет характеризоваться нулевым приращением производительности труда и/или экономической добавленной стоимости при росте производительности труда и/или экономической до-

бавленной стоимости в сферах экономики, связанным с новой фундаментальной инновацией. Объемы производства в стройиндустрии должны значительно вырасти за счет экстенсивных факторов. Низкая материалоемкость и энергоемкость производства в рамках новой промышленной политики позволяет полностью отказаться от принципа территориального размещения производств вблизи сырья, источников энергии, трудовых ресурсов.

Проведя статистическое исследование с привлечением экспертов по стратегии развития стройиндустрии, идей новой промышленной политики, практиков в сфере основных фондов стройиндустрии, на основе метода экспертных оценок получаем значение удельного веса для каждой стратегической цели развития материально-технической базы стройиндустрии на принципах инновационности в рамках новой промышленной политики. Здесь под удельным весом следует понимать значимость объективной необходимости достижения данной цели. [3]

Тогда систему целей можно представить как некую функцию  $f(G)$ - формула 8.

Оптимальное развитие материально-технической базы стройиндустрии на принципах инновационности в рамках новой промышленной политики достигается при наивысшем приближении системы стратегических целей  $f(G)$  к виду (8) при известных удельных весах. Мы говорим о максимальном приближении, т.к. полного соответствия быть не может.

$$f(G) = \left\{ \begin{array}{l} k_1 G_1 \\ k_2 G_2 \\ \dots \\ k_i G_i \\ \dots \\ k_n G_n \end{array} \right. \quad (8)$$

где  $k_i$  – относительный вес  $i$ -й стратегической цели;  $i$  – порядковой номер цели;  $n$  – количества целей развития материально-технической базы стройиндустрии на принципах инновационности в рамках новой промышленной политики.

Комплекс задач определяет средства, способы и методы достижения стратегических целей. Для материально-технической базы стройиндустрии перечень задач (*objectives of the strategy*) может быть следующим (на основании изложенного ранее):

$O_1$  – ускоренное обновление материально-технической базы стройиндустрии, в т.ч. стимулируемое и частично финансируемое государством на принципах инновационности (роста производительности труда и/или экономической добавленной стоимости (*EVA – Economic Value Added*) товара (услуги), обусловленного ростом его потребительских свойств;

$O_2$  – пространственная трансформация материально-технической базы стройиндустрии, создание условий для минимального трансфера предметов труда, средств труда и рабочей силы стройиндустрии между регионами. Стимулирование развития материально-технической базы стройиндустрии на региональном уровне;

$O_3$  – стимулирование государством и частичное финансирование развитие материально-технической базы стройиндустрии на принципах импортозамещения, покрытие дополнительных затрат на осознанные убытки от ликвидации ОФ до наступления приемлемых уровней морального и физического износа, позволяющее ускорять темп обновления ОФ, приспособления их под потребности новой промышленной политики;

$O_4$  – усиление государственного влияния в сфере стройиндустрии, формирование единого государственного поля нормативной документации, создание государственных корпораций в сфере стройиндустрии. Снижение степени конкуренции в сфере строительства за счет большей специализации готовой строительной продукции (процессов ее производства), процессов вертикальной и горизонтальной интеграции предприятий стройиндустрии, ростов объемов спроса;

$O_5$  – переход на индустриальное домостроение как политика государства, создание условий для этого, в т.ч. в сфере промышленного и гражданского строительства через формирование соответствующей материально-технической базы;

$O_6$  – переход к массовому строительству цементобетонных дорог, как механизм развития инженерной, транспортной инфраструктуры экономики, логистической доступности в рамках глобальных цепочек добавленной стоимости, повышения эффективности строительства и эксплуатации дорожной сети России, устранению диспропорций в сфере ПСМ (использование максимально мощностей заводов по производству цемента – сейчас мощности загружены на 50%), создание синергетического эффекта для ускоренного внедрения индустриального домостроения;

$O_7$  – стимулирование спроса на инновации в сфере стройиндустрии как государственная политика. Создание экономических стимулов к потреблению инновационной продукции;

$O_8$  – вторая трансформация идей саморегулирования в строительстве, проектировании, ПСМ (первая – это введение регионального принципа участия в СРО) – формирование нормативной базы пропорциональности участия в СРО крупных, средних и малых предприятий, блокировка возможности картельных и иных монопольных сговоров в рамках СРО, нивелирования зависимости размера компании и степени включенности в принятие решений;

$O_9$  – развитие «Зеленой» экономики – стимулирование развития компаний, специализирующихся на строительстве в энергетические отрасли мощностей энергогенерации на солнечной и ветровой энергии;

$O_{10}$  – стимулирование жилищного строительства на принципах создания комфортной среды обитания. Для нормального воспроизводства жилого фонда необходимо строить 1 кв. м. жилья на человека в год – сейчас в 2 раза меньше;

$O_{11}$  – поддержание и рост национальной безопасности РФ.

Для достижения каждой из перечисленных ранее стратегических целей вероятность  $\delta_{ij}$  реализации задачи будет различной. Наиболее простым методом определения может служить метод экспертных оценок.

Рассмотрим прогнозирование с использованием метода «Целей – Задач». Суть метода заключается в выявлении и обосновании достаточно общего критерия, синтезирующего совокупность стратегических целей и соответствующих им задач. Таким критерием является предикторская (прогностическая, предсказательная) сила стратегической цели, которая в общем случае равна:

$$L_i = \sum_{j=1}^m k_i \delta_{ij} x_{ij}, \quad (9)$$

где  $L_i$  – предикторская сила  $i$ -й стратегической цели;  $k_i$  – относительный вес цели;  $\delta_{ij}$  – вероятность реализации  $j$ -й задачи для  $i$ -й цели;  $x_{ij}$  – экономический показатель, позволяющий коррелировать в линейную зависимость  $i$ -ю цель и  $j$ -ю задачу.

При этом  $\sum_{i=1}^n k_i = 1$ .

В качестве эффекта мы рассматриваем рост объема производства. Тогда,  $x_{ij}$  – экономический показатель, позволяющий коррелировать в линейную зависимость  $i$ -ю цель и  $j$ -ю задачу, объем воспроизводства ОФ.

Метод «Целей – Задач» позволяет ставить и решать оптимизационные задачи в случае системного подхода к объекту прогнозирования и возможности учета экономических, структурных ограничений и ограничений по уровню инновационной активности.

Каждая из  $L_i$  – максимальная. Выбрав наибольшую из  $L_i$ , получаем ответ на вопрос еще и о том, каким может быть рост эффекта от вложения средств в данные цели для каждой из задач развития материально-технической базы стройиндустрии в рамках заданных ограничений.

Проранжировав  $L_i$  в порядке убывания можно получить перечень целей в порядке, вероятном для их дальнейшей реализации, а также значения величины роста эффекта для каждой задачи.

Данный шаг методики прогнозирования с использованием метода «Целей – Задач» является исходным для осуществления стратегического планирования на основе итеративной процедуры.

Рассмотрим некоторые результаты прогнозирования развития материально-технической базы стройиндустрии на принципах инновационности в рамках новой промышленной политики с использованием приведенной выше методики.

Опрос экспертов проведен в 2021 году по инициативе автора данной работы. Основное внимание при прогнозировании уделялось уточнению перечня стратегических целей, соответствующих им задач, расчету удельных весов и вероятностей реализации. В качестве экспертов были привлечены ведущие специалисты, имеющие практический опыт в области проектирования, планирования, прогнозирования развития основных фондов стройиндустрии, а также ученые занимающиеся проблемами формирования стратегии развития стройиндустрии.

Система стратегических целей развития материально-технической базы стройиндустрии на принципах инновационности в рамках «Индустрии 4.0» может быть представлена как функция  $f(G)$ :

$$f(G) = \begin{cases} 0,15G_1 \\ 0,12G_2 \\ 0,21G_3, \\ 0,06G_4 \\ 0,35G_5 \\ 0,11G_6 \end{cases} \quad (10)$$

Оптимальное развитие материально-технической базы стройиндустрии на принципах инновационности в рамках новой промышленной политики достигается при наивысшем приближении системы стратегических целей  $f(G)$  к виду (10).

Матрицу удельных весов целей можно получить из формулы 10. Она будет матрицей коэффициентов этой формулы. Матрица набора вероятностей реализации задач получается как матрица средних значений вероятностей, полученных в ходе опроса экспертов:

$$\begin{matrix} 0,69 & 0,88 & 0,86 & 0,31 & 0,74 & 0,44 & 0,57 & 0,23 & 0,66 & 0,11 & 0,09 \\ 0,72 & 0,17 & 0,69 & 0,13 & 0,51 & 0,78 & 0,23 & 0,39 & 0,35 & 0,08 & 0,04 \\ 0,14 & 0,79 & 0,72 & 0,01 & 0,55 & 0,26 & 0,43 & 0,59 & 0,89 & 0,31 & 0,61 \end{matrix} \quad (11)$$

0,49 0,51 0,59 0,24 0,33 0,37 0,67 0,43 0,77 0,15 0,07  
 0,13 0,70 0,32 0,77 0,29 0,20 0,68 0,42 0,11 0,49 0,57  
 0,36 0,21 0,59 0,15 0,27 0,73 0,69 0,71 0,31 0,02 0,01

Тогда матрица набора локальных критериев  $\alpha_{ij}$  принимает следующий вид (результат получен перемножением двух матриц):

0,10 0,13 0,13 0,05 0,11 0,07 0,09 0,04 0,09 0,02 0,01  
 0,09 0,02 0,08 0,02 0,06 0,09 0,03 0,05 0,04 0,01 0,00  
 0,03 0,17 0,15 0,00 0,12 0,05 0,09 0,12 0,19 0,07 0,13  
 0,03 0,03 0,04 0,01 0,02 0,02 0,04 0,03 0,05 0,01 0,00  
 0,05 0,25 0,11 0,27 0,10 0,07 0,24 0,15 0,04 0,17 0,19  
 0,04 0,02 0,06 0,02 0,03 0,08 0,08 0,08 0,03 0,00 0,00

(12)

Ограничения по структурным критериям и критериям инновационности задаются по каждой группе задач. Ограничение по экономическому критерию общее для всех задач: рост объема производства должен быть выше или равен единице.

Теперь мы можем уточнить конкретный вид целевой функции. Она будет своя для каждой стратегической цели:

$L_1 = 0,10x_1 + 0,13x_2 + 0,13x_3 + 0,05x_4 + 0,11x_5 + 0,07x_6 + 0,09x_7 + 0,04x_8 + 0,09x_9 + 0,02x_{10} + 0,01x_{11} \rightarrow \max;$

$L_2 = 0,09x_1 + 0,02x_2 + 0,08x_3 + 0,02x_4 + 0,06x_5 + 0,09x_6 + 0,03x_7 + 0,05x_8 + 0,04x_9 + 0,01x_{10} \rightarrow \max;$

$L_3 = 0,03x_1 + 0,17x_2 + 0,15x_3 + 0,12x_5 + 0,05x_6 + 0,09x_7 + 0,12x_8 + 0,19x_9 + 0,07x_{10} + 0,13x_{11} \rightarrow \max;$

$L_4 = 0,03x_1 + 0,03x_2 + 0,04x_3 + 0,01x_4 + 0,02x_5 + 0,02x_6 + 0,04x_7 + 0,03x_8 + 0,05x_9 + 0,01x_{10} \rightarrow \max;$

$L_5 = 0,05x_1 + 0,25x_2 + 0,11x_3 + 0,27x_4 + 0,1x_5 + 0,07x_6 + 0,24x_7 + 0,15x_8 + 0,04x_9 + 0,17x_{10} + 0,19x_{11} \rightarrow \max;$

$L_6 = 0,04x_1 + 0,02x_2 + 0,06x_3 + 0,02x_4 + 0,03x_5 + 0,08x_6 + 0,08x_7 + 0,08x_8 + 0,03x_9 \rightarrow \max.$

Как уже отмечалось, выше решена задача оптимизации роста эффекта при достижении заданного набора целей развития материально-технической базы строительной индустрии. Задача решается путем определения оптимальных (а не максимальных) величин роста эффекта при реализации тех или иных задач для достижения той или иной стратегической цели развития материально-технической базы строительной индустрии.

Расчет оптимальных величин роста эффекта позволяет в дальнейшем перейти к формированию групп задач с определенным темпом роста. В такие группы включаются задачи с темпом роста выше заданного оптимального и темпом роста меньшим, чем заданный. Данный принцип лежит в основе методики итеративного планирования и учитывает возможные синергетические эффекты от реализации менее эффективных по экономическому критерию задач.

Итерацией возможных комбинаций плановых объемов, находится комбинация плановых объемов производства для реализации основных задач, при которой достигается максимизация функции:

$f(L) = 0,15L_1 + 0,12L_2 + 0,21L_3 + 0,06L_4 + 0,35L_5 + 0,11L_6 \rightarrow \max$

Основные нормативно-законодательные документы не создают институционального поля, как для новой промышленной политики, так и для строительной индустрии.

Очевидно, необходимы кардинальные изменения институционального плана, стимулирования развития основных фондов экономики, выявления «точек роста», их государственная поддержка и стимулирование перетока частного капитала в них, в том числе и на принципах государственно-частного партнерства.



## Литература

1. Послание Президента РФ Федеральному Собранию от 21.04.2021 г. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_382666/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_382666/)
2. Стратегия пространственного развития РФ на период до 2025 (утверждена распоряжением Правительства РФ №207-р от 13.02.2019)
3. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. – М: Статистика, 1980.
4. Бузырев В.В., Федосеев И.В. Менеджмент в строительстве. – СПб: СПбГИЭУ, 2011.
5. Ведерина Е. Экономисты раскритиковали новую стратегию социально-экономического развития. Теперь вместо стратегии правительство готовит «широкий перечень новых инициатив»//«Ведомости» от 13 мая 2021 г. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.vedomosti.ru/economics/articles/2021/05/13/869660-ekonomisti-raskritikovali>
6. Магомедова Я.З. Строительная индустрия на современном этапе развития экономики// Региональные проблемы преобразования экономики. – 2019. – № 8(106). – С. 102-111
7. Наука. Технологии. Инновации: 2021: краткий статистический сборник/ Л.М. Гоцберг, К.А. Дитковский, Е.И. Евневич и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М: НИУ ВШЭ, 2021.
8. Пирожков В., Трушин А. Индустрия 4.0// Прямые инвестиции. – 2014. – № 4 (144). – С. 26-28
9. Структурные изменения в российской экономике и структурная политика. Аналитический доклад/ Симачев Ю., Акиндинова Н., Яковлев А., и др.; под научным руководством Ясина Е.Г. – М: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2018.
10. Шваб К. Технологии четвертой промышленной революции. – М: Эксмо, 2020.

### **State strategic goal-setting in the construction industry within the framework of the new industrial policy** **Vasiliev A.N.**

Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPА)

The new industrial policy in the world is associated with a number of economic and political factors: from reindustrialization (transfer of industrial production back to the country) to autarky (against the background of the transition to a multipolar world). But a key factor in the widespread transition to a new industrial policy in the world is the evolutionary process of changing technological patterns. The new technological structure absolutely changes the requirements for the structure of the economy and, of course, for the spatial and sectoral structure of the fixed assets of industry. The fixed assets of the industry are reproduced in a certain proportion by the construction industry. She is the first to rebuild herself and create new fixed assets of all other industries. The article considers the limitations of the possibilities of such a transformation of the construction industry, the direction of transformation and determines the role of the state in such processes. An attempt is being made to develop economic and mathematical tools for the formation of a strategy for transforming the construction industry within the framework of a new industrial policy.

Keywords: state planning, state socio-economic development strategy, construction industry strategy, new industrial policy.

#### **References**

1. Message of the President of the Russian Federation to the Federal Assembly of 21.04.2021. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_382666/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_382666/)
2. The strategy of spatial development of the Russian Federation for the period up to 2025 (approved by order of the Government of the Russian Federation No. 207-r dated 13.02.2019)
3. Beshelev S.D., Gurvich F.G. Mathematical and statistical methods of expert assessments. - M: Statistics, 1980.
4. Buzayrev V.V., Fedoseev I.V. Management in construction. - SPb: St. Petersburg State University of Engineering and Economics, 2011.
5. Vederina E. Economists criticized the new strategy of socio-economic development. Now, instead of a strategy, the government is preparing a "wide list of new initiatives"//Vedomosti dated May 13, 2021. URL: <https://www.vedomosti.ru/economics/articles/2021/05/13/869660-ekonomisti-raskritikovali>
6. Magomedova Y.Z. Construction industry at the current stage of economic development//Regional problems of economic transformation. – 2019. – № 8(106). - P. 102-111

7. Science. Technologies. Innovations: 2021: short statistical collection/L.M. Gokhberg, K.A. Ditkovsky, E.I. Evnevich, etc.; National Research University "Higher School of Economics". - M: HSE, 2021.
8. Pirozhkov V., Trushin A. Industry 4.0//Direct investments. – 2014. – № 4 (144). - P. 26-28
9. Structural changes in the Russian economy and structural policy. Analytical report/Simachev Yu., Akudinova N., Yakovlev A., etc.; under the scientific supervision of Yasin E.G. - M: National Research University "Higher School of Economics," 2018.
10. Schwab K. Technologies of the Fourth Industrial Revolution. - M: Eksmo, 2020.

# Оценка перспектив использования технологий информационного моделирования в жилищном строительстве в России на период до 2030 года

---

**Ларионов Аркадий Николаевич**

доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой «Экономика и управление в строительстве», ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», prof@lariionov@mail.ru

**Приходько Антон Викторович**

аспирант кафедры «Экономика и управление в строительстве», ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», prihodkoanvik@gmail.com;

Рассмотрена проблема обеспеченности жильем граждан как один из основных факторов социально-экономического развития страны. Проанализированы вопросы ввода правил внедрения в реализацию жилищных инвестиционно-строительных проектов (ИСП) технологий информационного моделирования в интересах ускорения процедур проектирования и ввода жилищного объекта в эксплуатацию государством, которые способствуют уменьшению времени реализации проекта и трудозатрат, а также увеличивают экономическую эффективность ИСП. Проанализированы аспекты минимизации рисков ИСП за счет использования технологии информационного моделирования (BIM). С учетом ретроспективного, текущего и прогнозного анализа процессов развития жилищного строительства в Российской Федерации дана оценка перспектив использования технологии информационного моделирования (BIM) в жилищном строительстве в России на период до 2030 года.

**Ключевые слова:** оценка перспектив, использование технологий, информационное моделирование, жилищное строительство, Российская Федерация, период до 2030 года.

## Введение

Обеспеченность жильем граждан является одним из основных факторов социально-экономического развития страны. Этот показатель влияет не только на уровень жизни людей, но также от него зависят такие показатели как демография. Также он отражает экономическую культуру населения, ведь покупка жилья требует существенных денежных вложений.

В Российской Федерации до настоящего времени значительная часть населения проживает в коммунальных квартирах, общежитиях и бараках. Из-за нехватки жилья переселение людей из аварийного, некомфортного жилья, которое находится в неблагоприятных по климатическим и экономическим признакам районам, осуществляется крайне медленно.

Для ускорения процедур проектирования и ввода жилищного объекта в эксплуатацию государством вводятся правила внедрения в реализацию жилищных инвестиционно-строительных проектов (ИСП) технологий информационного моделирования, которые способствуют уменьшению времени реализации проекта и трудозатрат, а также увеличивают экономическую эффективность ИСП.

В этой связи представляет интерес исследование перспектив использования технологии информационного моделирования (BIM) в жилищном строительстве в России в обозримой перспективе.

## Цель исследования

Таким образом, целью представленных исследований является оценка перспектив использования технологии информационного моделирования (BIM) в инвестиционно-строительных проектах жилищного строительства в России на период до 2030 года.

### **Методическая база исследований**

Методическую базу исследований составили известные научные работы, посвященные обеспечению эффективной реализации инвестиционно-строительного проекта жилищного профиля, в том числе за счет использования технологий информационного моделирования таких авторов как Карачева А.А., Ларионов А.Н. [7], Кожевников К.И., Нуждин А.Д. [8], Лукьянова В. [11], Лушников А.С. [12], Малахов В.И. [13], Сахарова Е. [19] и др., а также руководящие и аналитические документы по информационному моделированию в строительстве [15,16,18,20,21].

### **Основные результаты исследований**

Сфера строительства занимает особое место в мировой и государственной инвестиционной политике. Подавляющее большинство современных инвестиционных программ развития промышленных производств и социальных проектов включает тесное взаимодействие со строительным комплексом.

Успешность реализации инвестиционно-строительного проекта является важным критерием развития смежных областей, что делает принятие технико-экономических решений в области реализации проекта особо важными.

Принятие технико-экономических решений влияет на затраты инвесторов, поэтому их обоснованность необходимо учитывать с помощью анализа показателей, представленных на рис.1.

Каждый из представленных на рис.1 показателей оценивается следующим образом:

1. Объемно-планировочные решения оцениваются путем сравнения объемов площадей к единицам мощностей.
2. Стоимость строительства - отношение сметной стоимости к мощности объекта
3. Эксплуатационные затраты- путем оценивания стоимости, затраченной за определенный период (год) на мероприятия, связанные с эксплуатацией объекта.
4. Показатель уровня трудозатрат - суммарные затраты труда на единицу мощности
5. Потребность в основных материалах - путем оценки количественных показателей необходимых материалов.
6. Капитальные вложения в развитие производственной базы - путем оценки затрат на приобретение строительной техники и строительных материалов.
7. Показатели социального эффекта могут носить разнообразный характер, например, повышение комфорта обслуживания, рациональное использование свободного времени населения.

При этом сами технико - экономические решения по уровню новизны можно разделить на следующие категории [22]: принципиально новые, модернизационные (улучшающие), базовые, морально устаревшие.

Минимальными рисками характеризуется базовая категория технико - экономических решений, которые были успешно реализованы в большом количестве проектов. Таким образом, соответствие базовых решений современным технологическим тре-

бованиям и требованиям безопасности, с одной стороны, в сочетании с большим положительным опытом их использования, с другой стороны, и обеспечивает распространенность их использования.



Рис. 1. Состав показателей технико-экономических решений, учитываемых при реализации ИСП.

Устаревшие технико - экономические решения, зачастую, могут оказаться дешевле на коротком периоде времени, однако из-за своего несоответствия технологическим требованиям и требованиям безопасности, на длинном эксплуатационном этапе ИСП могут создать прецеденты, требующих больших дополнительных затрат на устранения их последствий.

Модернизированные технико - экономические решения по сути являются базовыми решениями с небольшими улучшающими изменениями. Эти изменения могут создаваться как отдельно под конкретный проект, так и под группу объектов. В связи они также характеризуются относительно низкими рисками.

Новые технико-экономические решения - это решения, опыта принятия и реализации которых либо нет, либо он минимален. Риск внедрения таких решений велик, по сравнению с базовыми решениями, однако при соответствующем анализе такие решения могут сэкономить значительную часть средств, материалов. Минусом применения данных решений является сложность обоснования их принятия, так как в большинстве случаев нет опыта, на который можно было бы опираться и привести в пример успешной реализации. Именно для минимизации таких рисков и используются

технологии информационного моделирования (BIM) [1], являющиеся по сути прикладной вариацией модели инновационного процесса на базе информационных технологий 6G [22], позволяющей за счет замещения части дорогостоящих физических процессов математическими моделям как минимум вдвое сократить сроки проекта и его стоимость (рис.2) [23].

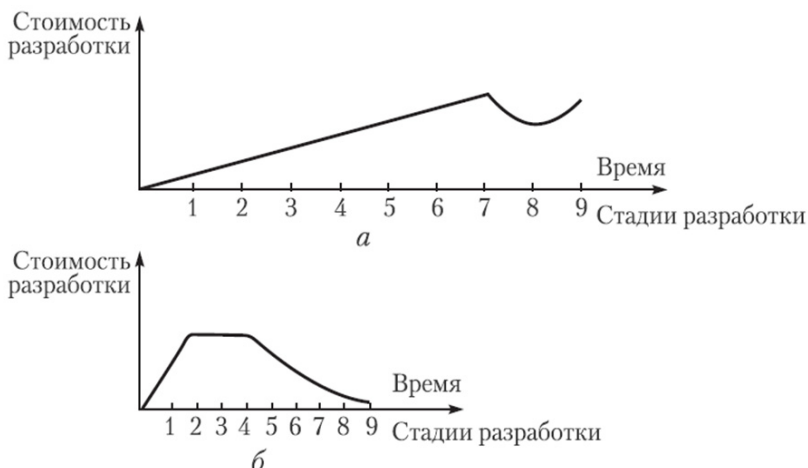


Рис.2. Изменение стоимости и времени разработки по проекту при использовании модели инновационного процесса на базе информационных технологий 6G (б) по сравнению с традиционным подходом к реализации проекта (а) [23].

Следует отметить, что при всей очевидности преимуществ замещения дорогостоящих физических процессов математическими моделям [22], их масштабная реализация, в том числе в виде технологий BIM стала возможна после масштабной цифровизации всех социально-экономических процессов в мире [28] и в стране [26].

Жилищное строительство является одной из самых важных отраслей строительства любой страны, ведь именно этот сектор отрасли дает людям недвижимость, в которой они могут жить.

История развития жилищного строительства в новейшей истории России стоит рассматривать с начала 1990-ых годов, когда и образовалась Российская Федерация.

Эти времена были омрачены острым экономическим кризисом, который в том числе сильно ударил по строительной отрасли. Жилищное строительство столкнулось сразу с несколькими проблемами: из-за снижения доходов граждан предложение по жилым площадям сильно превышало спрос [4], была слабая правовая база (например не было такого понятия, как ипотека). Это привело к очень распространенной практике продажи жилищной площади “на стадии котлована”, что позволяло застройщикам фактически строить за счет покупателей, чьи права были почти не защищены государством, что часто приводило к обману гражданских лиц. Пиком финансового кризиса и, следовательно, кризиса в строительной отрасли стал дефолт 1998 года, что привело к тому, что в 2000 году был зафиксирован минимальный ввод жилья за весь постсоветский период -30.3 млн кв.м. (рис.3) [2].



Рис.3. Динамика жилищного строительства в России на рубеже XX и XXI веков [2].

Однако после начала XXI века страна начала выходить из финансового кризиса и рынок жилищного строительства также начал бурный рост. Также, благодаря развитию законодательства в сфере жилищного строительства [25] получили распространение ипотечные кредиты, что помогло росту строительной отрасли. Этот рост привел к тому, что уже в 2007 году объем введенного в эксплуатацию жилья вырос в 2 раза по сравнению с 2000-ым годом - 61.2 млн кв.м. Стали появляться первые “киты” среди застройщиков (в 2007 году ГК ПИК, группа ЛСР и AFI Development провели IPO на Лондонской бирже. Инвесторы оценили эти компании в \$12,3 млрд, \$6,8 млрд и \$7,3 млрд соответственно).

В 2004 году был принят законопроект, который регулировал обязанности застройщиков и права дольщиков на рынке жилья. Благодаря нему была решена проблема двойных продаж, когда одна и та же жилплощадь продавалась нескольким покупателям.

Рост объемов жилищного строительства продолжался в России до всемирного кризиса 2008 года, который сильно ударил по отечественным застройщикам. Многие компании обанкротились, большая часть крупных игроков рынка сменила собственников, а количество обманутых дольщиков оценивалось примерно в 200 000 человек.

В 2012 году были приняты изменения закона о долевом строительстве, согласно которому застройщики были обязаны перечислять 1 % от договоров долевого участия страховщикам, однако на деле страховые компании зачастую были не в состоянии выплатить страховку ввиду отсутствия средств.

После кризиса 2008 года был зафиксирован небольшой рост отрасли, однако он также был прерван кризисом 2014 года. Девальвация рубля и нестабильная политическая обстановка подвигла людей покупать квартиры с целью сохранения сбережений. Это привело к росту цен на жилье. Подорожание иностранных валют к рублю также ударило по людям, которые брали валютные ипотечные кредиты (просрочка по ним составляла около 12.5 % [6] (рис.4).

В 2015-ом году в России было сдано рекордное количество жилой площади - 85,3 млн кв.м. В основном это были объекты, которые начинали свой жизненный цикл между двумя кризисами 2008 и 2014 годов. В это же время был установлен рекорд по ипотечному кредитованию граждан.

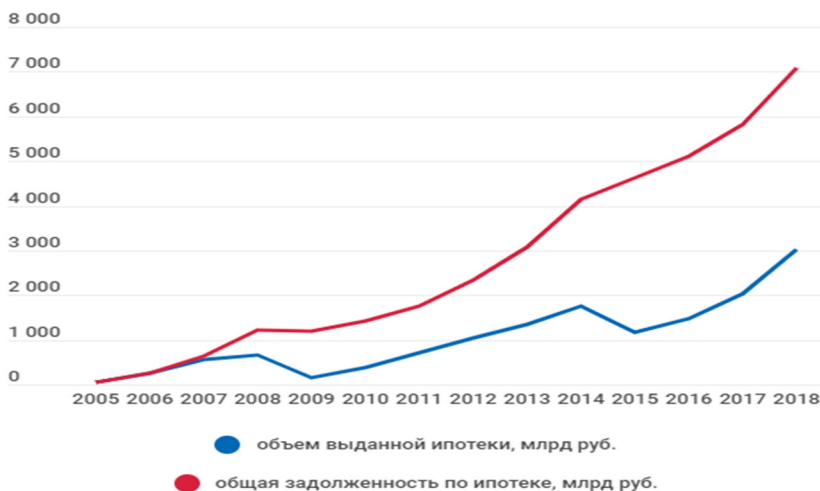


Рис.4. Сравнение объемов выданной ипотеки и задолженности по ипотечным кредитам.

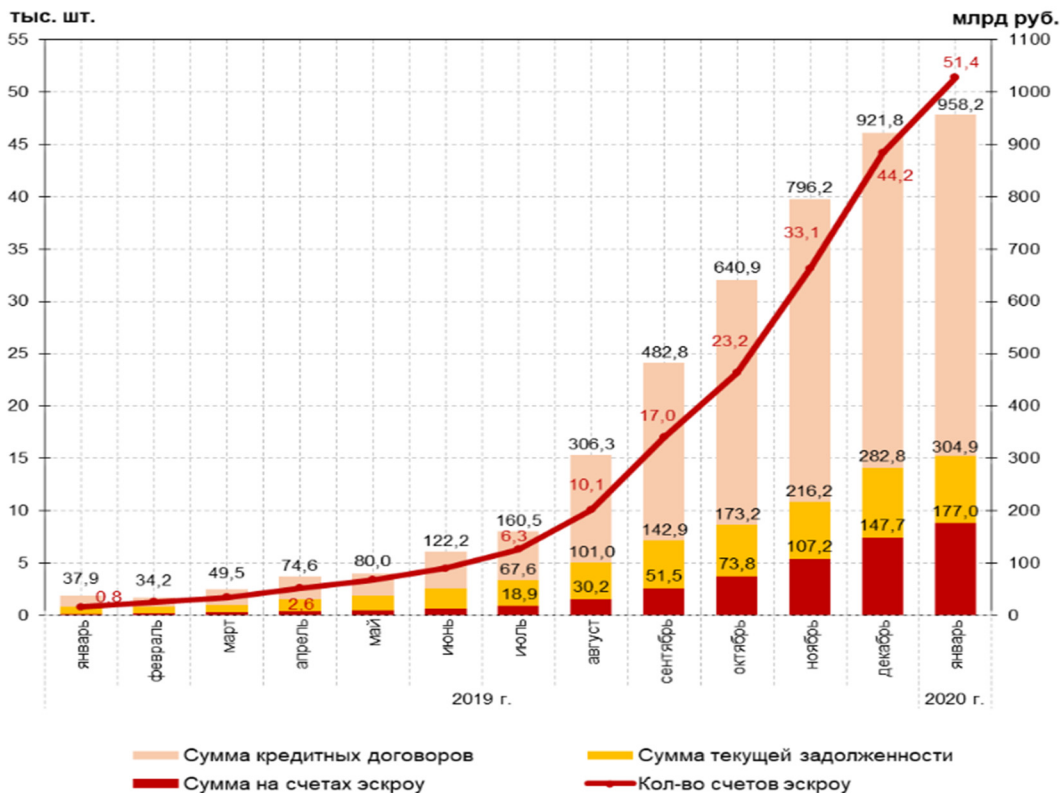


Рис.5. Динамика открытия эскроу счетов и кредитования объектов, реализуемых с использованием эскроу счетов [9]



В 2017 году был создан Фонд защиты прав граждан - участников долевого строительства, который был призван помочь завершению строительства, если же завершения строительства не представлялось возможным, фонд возмещал дольщикам вложенные средства [27].

В 2018 году застройщиков обязали работать с банковским сопровождением, а в 2019 - работать через счета эскроу (рис.5) [9]. Застройщикам стало сложнее работать, так как увеличился контроль со стороны банков, из-за чего произошел исход мелких компаний с рынка, также это привело к росту цен на недвижимость.

На 2022 год доля проектов, реализуемых через эскроу счета достигает 60 процентов в сегменте многоквартирного жилья [3]. На текущий момент банки финансируют жилищное строительство на максимально выгодных для девелоперов условиях: по ставке 2—4% в зависимости от субъекта РФ — таких низких ставок кредитования нет ни в одной другой отрасли.

К значимым событиям в отрасли жилищного строительства также следует отнести запущенный в 2018 году национальный проект Жилье и городская среда, главной целью которого является обеспечение доступным жильем семей со средним достатком, в том числе создание возможностей для приобретения (строительства) ими жилья с использованием ипотечного кредита, увеличение объема жилищного строительства, повышение комфортности городской среды, создание механизма прямого участия граждан в формировании комфортной городской среды, обеспечение устойчивого сокращения непригодного для проживания жилищного фонда [14], реализация которого, согласно проекту, будет происходить с 2018 по 2024 год.

Реализация данного нацпроекта в том числе стимулировала и помогала отрасли в кризис 2020 года, вызванного коронавирусной инфекцией. Результатом этой поддержки стало рекордная площадь введенного жилья в 2021 году - 92,6 кв. метров [5].

Однако, вследствие сложившейся международной обстановки, ввода санкций, увеличения ключевой ставки, отрасль столкнулась с трудностями, связанными с нарушением логистики доставки материалов, повышению ипотечных ставок (и как следствие - падение спроса со стороны покупателей) и тому подобное.

Государство, с целью облегчить давление на отрасль, с 1 марта 2022 года приняло ряд мер для сокращения инвестиционно-строительного цикла, в частности начал действовать единый исчерпывающий перечень документов, сведений, материалов и согласований, необходимых для реализации проектов по созданию объектов капитального строительства [17]. План антикризисных мер на данный момент находится на стадии разработки и активно обсуждается правительством с представителями отрасли.

Согласно прогнозам [10], в ближайший год - два, ждать снижения объемов ввода жилых зданий не стоит, так как застройщики будут завершать уже начатые проекты. Однако совершенно иная ситуация будет на более длинной временной дистанции, так как на текущий момент никто не сможет предсказать спрос потребителя жилищного жилья, следствием чего будет являться выжидательная позиция застройщиков, которые гораздо менее охотно будут запускать новые жилищные инвестиционно-строительные проекты.

Конечно, точный прогноз по развитию строительной отрасли, как и прогноз по любой отрасли в обозримой перспективе сделать достаточно сложно. Развитие жилищного строительства в России будет зависеть от эффективности антикризисных мер, которые будет принимать государство и от действий самих участников рынка.

Но если исходить из долгосрочной динамики циклического развития экономики (табл.1) [24], то в рамках строительных циклов С. Кузнецца прогнозируется спад в строительной отрасли до 2030 года, что повышает актуальность использования при реализации инвестиционно-строительных проектов технологий информационного моделирования (BIM), обеспечивающих экономию затрат всех видов ресурсов, включая ресурс времени (рис.2).

Таблица 1

Динамика больших, средних и малых циклов экономической активности в период с 1991 по 2030 годы [24]

Годы	Динамика больших (технологических) циклов экономической активности Н. Кондратьева	Динамика средних (строительных) циклов экономической активности СЦЭА С. Кузнецца	Динамика малых (банковских) циклов экономической активности К. Жугляра
1991	Подъем	Спад	Подъем
1992	Подъем	<b>Кризис</b>	Подъем
1993	Подъем	Подъем	<b>Пик</b>
1994	Подъем	Подъем	Спад
1995	<b>Пик</b>	Подъем	Спад
1996	Спад	Подъем	Спад
1997	Спад	Подъем	Спад
1998	Спад	Подъем	<b>Кризис</b>
1999	Спад	Подъем	Подъем
2000	Спад	Подъем	Подъем
2001	Спад	Подъем	Подъем
2002	Спад	<b>Пик</b>	Подъем
2003	Спад	Спад	Подъем
2004	Спад	Спад	<b>Пик</b>
2005	Спад	Спад	Спад
2006	Спад	Спад	Спад
2007	Спад	Спад	Спад
2008	Спад	Спад	Спад
2009	Спад	Спад	<b>Кризис</b>
2010	Спад	Спад	Подъем
2011	Спад	Спад	Подъем
2012	Спад	<b>Кризис</b>	Подъем
2013	Спад	Подъем	Подъем
2014	Спад	Подъем	Подъем
2015	Спад	Подъем	<b>Пик</b>
2016	Спад	Подъем	Спад
2017	Спад	Подъем	Спад
2018	Спад	Подъем	Спад
2019	Спад	Подъем	Спад
2020	<b>Кризис</b>	Подъем	<b>Кризис</b>
2021	Подъем	Подъем	Подъем
2022	Подъем	<b>Пик</b>	Подъем
2023	Подъем	Спад	Подъем
2024	Подъем	Спад	Подъем
2025	Подъем	Спад	Подъем
2026	Подъем	Спад	<b>Пик</b>
2027	Подъем	Спад	Спад
2028	Подъем	Спад	Спад
2029	Подъем	Спад	Спад
2030	Подъем	Спад	Спад

### Обсуждение результатов и выводы

Таким образом, проведенные исследования показывают, что перспективы использования технологий информационного моделирования в жилищном строительстве в России будут определяться (рис.6):

- с одной стороны, интенсификацией цифровизации социально-экономических процессов в обществе, обеспечиваемых лавинообразным развитием информационных технологий;
- с другой стороны, вхождением строительной отрасли в период спада, согласно динамике строительных циклов С. Кузнеца, требующим усиления тенденции экономии всех видов ресурсов.

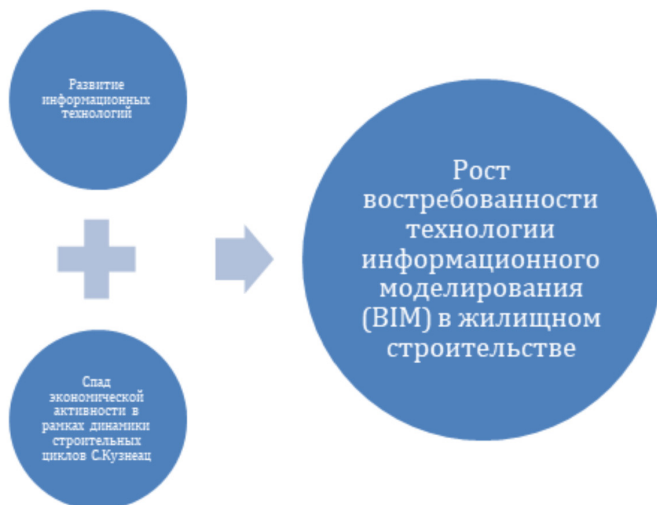


Рис.6. Оценка перспектив использования технологии информационного моделирования (BIM) в жилищном строительстве в России на период до 2030 года.

Кроме того, авторы считают, что использование единой цифровой платформы на всех стадиях жизненного цикла объекта жилищного строительства будет способствовать повышению экономической эффективности и точности стоимостных оценок реализуемых ИСП, а также сокращению коллизий, запросов информации и изменений в них.

### Литература

1. Frequently Asked Questions About the National BIM Standard-United States. <https://web.archive.org/web/20141016190503/http://www.nationalbimstandard.org/faq.php#fa>
2. Ввод в действие жилых домов в Российской Федерации. <https://rosstat.gov.ru/folder/14458>
3. ДОМ.РФ: к концу 2022 года жилищное строительство в России полностью перейдет на эскроу. <https://erzrf.ru/news/domrf-k-kontsu-2022-goda-zhilishchnoye-stroitelstvo-v-rossii-polnostyu-pereydet-na-eskrou?noCache=truearta-zastroyshchiki-obsudili-v-efire-stroyka-glavnoye>
4. Жариков И.С. К вопросу о необходимости совершенствования методики оценки объектов недвижимости с учетом технического состояния зданий (сооружений) / Стратегия устойчивого развития регионов России. 2014. № 21. С. 26–30.

5. Жилищное строительство: продолжится ли развитие в условиях экономических санкций? <https://www.garant.ru/news/1530705/>

6. Как за 20 лет жилищное строительство прошло путь от хаоса до тотального контроля. Российская экономика 1999–2019 гг. Спецпроект «Ведомостей» и «Эксперт РА». <https://www.vedomosti.ru/realty/articles/2019/11/04/815399-zhilischnoe-stroitelstvo>

7. Карачева А.А., Ларионов А.Н., Цифровизация как инновационный фактор снижения сроков и повышения качества жилищного строительства в Московской области. // Журнал исследований по управлению. 2020. Т. 6. № 6. С. 30-57.

8. Кожевников К.И., Нуждин А.Д. Разработка системы управления инвестиционными проектами в строительстве с помощью внедрения технологий информационного моделирования. // Научные труды Вольного экономического общества России. // Том 222, №2, 2020, с. 219-225.

9. Количество открытых счетов эскроу в долевым строительстве в январе превысило 51 тысячу. <https://www.cbr.ru/Press/event/?id=6394>

10. Комраков А. Строительство из локомотива экономики превращается в тормоз. Отрасли с блестящими перспективами грозят спад. [https://www.ng.ru/economics/2022-03-29/1\\_8403\\_construction.html](https://www.ng.ru/economics/2022-03-29/1_8403_construction.html)

11. Лукьянова В. Что такое BIM и зачем новые технологии нужны девелоперам и госструктурам. <https://realty.rbc.ru/news/5ca1ceff9a794758d0568b37>

12. Лушников А.С. Оценка эффективности использования технологий информационного моделирования при реализации инвестиционно-строительных проектов. // Вестник гражданских инженеров. 2016, №5, с.186-194.

13. Малахов В.И. Контрактное моделирование инвестиционно-строительных проектов. // Корпоративный менеджмент. [https://www.cfin.ru/itm/bpr/project\\_lifecycle\\_process.shtml](https://www.cfin.ru/itm/bpr/project_lifecycle_process.shtml)

14. Национальный проект «Жильё и городская среда». <https://minstroyrf.gov.ru/trades/natsionalnye-proekty/natsionalnyy-proekt-zhilye-i-gorodskaya-sreda/>

15. Отчет: Оценка применения BIM-технологий в строительстве. Результаты исследования эффективности применения BIM-технологий в инвестиционно-строительных проектах российских компаний. – Москва, 2016. НИУ МГСУ совместно с ООО «Конкуратор». – 47 с.

16. Письмо Минстроя России №14710-КМ/16 от 07.04.2022 «О типовых вопросах, в части применения положений Постановления Правительства РФ от 05.03.2021 №331».

17. Постановление Правительства РФ от 25 декабря 2021 г. N 2490 "Об утверждении исчерпывающего перечня документов, сведений, материалов, согласований, предусмотренных нормативными правовыми актами Российской Федерации и необходимых для выполнения предусмотренных частями 3 - 7 статьи 5.2 Градостроительного кодекса Российской Федерации мероприятий при реализации проекта по строительству объекта капитального строительства, и признании утратившими силу некоторых актов и отдельных положений некоторых актов Правительства Российской Федерации". <https://base.garant.ru/403332935/>

18. Руководство по информационному моделированию (BIM) для заказчиков на примере промышленных объектов Рекомендации по применению технологии информационного моделирования службами заказчика при организации, планировании и управлении инвестиционно-строительными проектами. Методические материалы по

разработке технического задания на проектирование. Версия 1.0. – Москва, 2019. ООО «Конкуратор». - 100 с.

19. Сахарова Е. Цифровизация по-русски: какие системы сумеют заменить зарубежные IT-разработки. <https://stroimprosto-msk.ru/publications/cifrovizaciya-po-russki-kakie-sistemy-sumeyut-zamenit-zarubezhnye-it-razrabotki/>

20. СП 333.1325800.2017. Свод правил. Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла. Утвержден Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 18 сентября 2017 г. N 1227/пр и введен в действие с 19 марта 2018 г.

21. СП 404.1325800.2018. Свод правил. Информационное моделирование в строительстве. Правила разработки планов проектов, реализуемых с применением технологии информационного моделирования. Утвержден Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 17 декабря 2018 г. № 814/пр и введен в действие с 18 июня 2019 г.

22. Тебекин А.В. Инновационный менеджмент. Учебник для бакалавров / Москва, 2020. Сер. 58 Бакалавр. Академический курс (2-е изд., пер. и доп.).

23. Тебекин А.В. Основы управления качеством продукции (менеджмент качества). Москва, ИД "Руда и Металлы", 1999.

24. Тебекин А.В. Стратегический менеджмент. Учебник / Москва, 2020. Сер. 68 Профессиональное образование (2-е изд., пер. и доп.).

25. Федеральный закон "Об ипотеке (залоге недвижимости)" от 16.07.1998 N 102-ФЗ (последняя редакция). [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_19396/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19396/)

26. Федеральный закон "Об экспериментальных правовых режимах в сфере цифровых инноваций в Российской Федерации" от 31.07.2020 N 258-ФЗ (последняя редакция). [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_358738/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_358738/)

27. Федеральный закон от 29.07.2017 N 218-ФЗ "О публично-правовой компании по защите прав граждан - участников долевого строительства при несостоятельности (банкротстве) застройщиков и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" <http://www.consultant.ru/law/hotdocs/50461.html/>

28. Шваб, Клаус. Четвертая промышленная революция: [перевод с английского] / Клаус Шваб. — Москва: Эксмо, 2018. — 288 с.

**Assessment of the prospects for the use of information modeling technologies in housing construction in Russia for the period up to 2030**

**Larionov A.N., Prikhodko A.V.**

National Research Moscow State University of Civil Engineering

The problem of providing citizens with housing as one of the main factors of the socio-economic development of the country is considered. The issues of introducing rules for introducing information modeling technologies into the implementation of housing investment and construction projects (ICP) in the interests of accelerating the procedures for designing and commissioning a housing facility by the state, which help to reduce the project implementation time and labor costs, as well as increase the economic efficiency of the ISP, are analyzed. The aspects of minimizing the risks of ICP through the use of information modeling technology (BIM) are analyzed. Taking into account the retrospective, current and predictive analysis of the processes of development of housing construction in the Russian Federation, an assessment of the prospects for the use of information modeling technology (BIM) in housing construction in Russia for the period up to 2030 is given.

Keywords: assessment of prospects, use of technologies, information modeling, housing construction, Russian Federation, period up to 2030.

**References**

1. Frequently Asked Questions About the National BIM Standard-United States. <https://web.archive.org/web/20141016190503/http://www.nationalbimstandard.org/faq.php#faq1>
2. Commissioning of residential buildings in the Russian Federation. <https://rosstat.gov.ru/folder/14458>
3. DOM.RF: by the end of 2022, housing construction in Russia will completely switch to escrow. <https://erzrf.ru/news/domrf-k-kontsu-2022-goda-zhilishchnoye-stroitelstvo-v-rossii-polnostyu-pereydet-na-eskrou?noCache=true&arta-zastroyschiki-obsudili-v-efire-stroyka-mainnoye>

4. Zharikov I.S. On the issue of the need to improve the methodology for assessing real estate objects, taking into account the technical condition of buildings (structures) / Strategy for Sustainable Development of Russian Regions. 2014. No. 21. P. 26–30.
5. Housing construction: will development continue in the face of economic sanctions? <https://www.garant.ru/news/1530705/>
6. How housing construction went from chaos to total control in 20 years. Russian economy 1999–2019 Special project of Vedomosti and Expert RA. <https://www.vedomosti.ru/realty/articles/2019/11/04/815399-zhilischnoe-stroitelstvo>
7. Karacheva A.A., Larionov A.N., Digitalization as an innovative factor in reducing the time and improving the quality of housing construction in the Moscow region. // Journal of Management Research. 2020. V. 6. No. 6. S. 30-57.
8. Kozhevnikov K.I., Nuzhdin A.D. Development of a management system for investment projects in construction through the introduction of information modeling technologies. // Scientific works of the Free Economic Society of Russia. // Volume 222, No. 2, 2020, p. 219-225.
9. The number of open escrow accounts in shared construction exceeded 51,000 in January. <https://www.cbr.ru/Press/event/?id=6394>
10. Komrakov A. Construction from the locomotive of the economy turns into a brake. Industries with brilliant prospects face a recession. [https://www.ng.ru/economics/2022-03-29/1\\_8403\\_construction.html](https://www.ng.ru/economics/2022-03-29/1_8403_construction.html)
11. Lukyanova V. What is BIM and why developers and government agencies need new technologies. <https://realty.rbc.ru/news/5ca1ceff9a794758d0568b37>
12. Lushnikov A.S. Evaluation of the effectiveness of the use of information modeling technologies in the implementation of investment and construction projects. // Bulletin of civil engineers. 2016, No. 5, pp. 186-194.
13. Malakhov V.I. Contract modeling of investment and construction projects. // Corporate management. [https://www.cfin.ru/itm/bpr/project\\_lifecycle\\_process.shtml](https://www.cfin.ru/itm/bpr/project_lifecycle_process.shtml)
14. National project "Housing and urban environment". <https://minstroyf.gov.ru/trades/natsionalnye-proekty/natsionalnyy-proekt-zhilye-i-gorodskaya-sreda/>
15. Report: Assessment of the use of BIM technologies in construction. Results of a study of the effectiveness of the use of BIM technologies in investment and construction projects of Russian companies. - Moscow, 2016. NRU MGSU together with OOO Konkurator. – 47 p.
16. Letter of the Ministry of Construction of Russia No. 14710-KM / 16 of 04/07/2022 "On typical issues, regarding the application of the provisions of Decree of the Government of the Russian Federation of 03/05/2021 No. 331".
17. Decree of the Government of the Russian Federation of December 25, 2021 N 2490 "On approval of an exhaustive list of documents, information, materials, approvals provided for by the regulatory legal acts of the Russian Federation and necessary for the implementation of the measures provided for in parts 3 - 7 of Article 5.2 of the Town Planning Code of the Russian Federation during the implementation project for the construction of a capital construction facility, and the invalidation of certain acts and certain provisions of certain acts of the Government of the Russian Federation. <https://base.garant.ru/403332935/>
18. Guide to information modeling (BIM) for customers on the example of industrial facilities. Recommendations for the use of information modeling technology by customer services in the organization, planning and management of investment and construction projects. Methodological materials for the development of technical specifications for design. Version 1.0. - Moscow, 2019. Competitor LLC. - 100 s.
19. Sakharova E. Digitalization in Russian: what systems will be able to replace foreign IT-developments. <https://stroimprostomsk.ru/publications/cifrovizaciya-po-russki-kakie-sistemy-sumeyut-zamenit-zarubezhnye-it-razrabotki/>
20. SP 333.1325800.2017. Set of rules. Information modeling in construction. Rules for the formation of an information model of objects at various stages of the life cycle. Approved by the Order of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Russian Federation dated September 18, 2017 N 1227 / pr and entered into force on March 19, 2018
21. SP 404.1325800.2018. Set of rules. Information modeling in construction. Rules for the development of project plans implemented using information modeling technology. Approved by the Order of the Ministry of Construction, Housing and Communal Services of the Russian Federation dated December 17, 2018 No. 814/pr and entered into force on June 18, 2019.
22. Tebekin A.V. Innovation management. Textbook for bachelors / Moscow, 2020. Ser. 58 Bachelor. Academic course (2nd ed., trans. and add.).
23. Tebekin A.V. Fundamentals of product quality management (quality management). Moscow, ID "Ore and Metals", 1999.
24. Tebekin A.V. Strategic management. Textbook / Moscow, 2020. Ser. 68 Vocational education (2nd ed., transl. and additional).
25. Federal Law "On Mortgage (Pledge of Real Estate)" dated July 16, 1998 N 102-FZ (last edition). [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_19396/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19396/)
26. Federal Law "On experimental legal regimes in the field of digital innovations in the Russian Federation" dated July 31, 2020 N 258-FZ (last edition). [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_358738/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_358738/)
27. Federal Law of July 29, 2017 N 218-FZ "On a public law company for the protection of the rights of citizens - participants in shared construction in the event of insolvency (bankruptcy) of developers and on amendments to certain legislative acts of the Russian Federation" <http://www.consultant.ru/law/hotdocs/50461.html/>
28. Schwab, Klaus. The fourth industrial revolution: [translated from English] / Klaus Schwab. - Moscow: Eksmo, 2018. - 288 p.

# Экологические перспективы использования сжиженного природного газа в арктических регионах

---

**Нефёдова Марина Александровна**

кандидат технических наук, доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, nefedova.spb@bk.ru

Актуальным вопросом энергетического развития Арктики до 2035 года является улучшение характеристик энергетических показателей, повышение оптимальной работы энергооборудования и, как следствие, повышение энерго–экологической эффективности в регионе. Для этого в основах политики государственного регулирования Российской Федерации предусматривается увеличить долю производства и использования природного газа в сжиженном виде на территории Арктической зоны. Использование сжиженного природного газа позволит существенно улучшить экологические показатели окружающей среды, повысить энергосбережение на локальных и промышленных предприятиях, решить вопрос с трудозатратными транспортировками других видов топлива, которые используются на территории Арктической зоны в настоящее время. Кроме того, сжиженный природный газ может быть изготовлен в различных регионах крайнего севера, что гарантирует потребителям широкий выбор поставщиков газа, а также обеспечит бесперебойное и надежное снабжение газообразным топливом. В настоящее время вопросам развития арктической зоны уделяется большое внимание. Климат районов крайнего севера и Арктики суровый и характеризуется резкими пространственно–временными изменениями параметров атмосферы. Развитие инфраструктуры данных районов требует большого внимания к техническим требованиям устройств и механизмов, а также к отдельным их показателям и свойствам. Разработанное устройство поста очистки транспортных средств от строительных сыпучих материалов будет исправно работать в арктическом регионе. В ходе исследования работы механизма были разработаны мероприятия по электробезопасности, которые являются актуальными и для районов крайнего севера.

**Ключевые слова:** Природный газ, сжиженный природный газ, СПГ, экологический показатель, энергетический показатель, экологически чистое топливо, уменьшение вредных выбросов, энергоэффективность, энерго–экологическая эффективность, энергооборудование, Арктическая зона, регион Крайнего Севера.

## Введение

Производство сжиженного природного газа (СПГ) – это один из наиболее эффективных способов газификации населенных пунктов в регионах, где отсутствует возможность прокладки магистральных газопроводов, и в тех районах нашей страны, в которых стоимость альтернативных источников энергии слишком высока или, в данный момент времени, спрос на определенное количество топливно–энергетических ресурсов превышает его предложение. К перспективным регионам развития СПГ относятся районы крайнего севера.

Возведение новых комплексов по производству СПГ позволяет получать постоянный объем и совершать запас сжиженного газа, а также организовать стабильно работающую систему газоснабжения отдельного региона в целом. Кроме того, необходимость строительства заводов СПГ обусловлена тем, что крупнейшие газовые месторождения Российской Федерации расположены в неблагоприятных районах строительства магистральных газопроводов. Поэтому использование транспортировки природного газа в жидком состоянии, в этих регионах, является наиболее целесообразным [Cherapovitsyn, A.].

В арктическом регионе располагается большое количество месторождений природного газа, которые находятся на арктическом шельфе: Баренцево море, Печерское море, Карское море, и, по средней оценке, величина этих запасов варьируется около 120 миллиардов тонн условного топлива углеводородного сырья [Litvinenko, V.].

В настоящее время много научных трудов посвящены данной проблематике, которые отражены в работах [E. Bondarev et al (2017), I. Rozhin et al (2017), K. Argunova et al (2017), I. Brokarev et al (2021), M. Farkhadov et al (2021), S.Vaskovskii et al (2021), A. Cherepovitsyn et al (2021), P. Tsvetkov et al (2021), O. Evseeva et al (2021), O. Didmanidze et al (2021), A. Afanasev et al (2021), R. Hakimov et al (2021), R. Kanyukov et al (2021), D. Zapevalov et al (2021), R. Vagapov et al (2021), V. Litvinenko et al (2020), P.Tsvetkov et al (2020), M. Dvoynikov et al (2020), G. Buslaev et al (2020), T. Matveeva et al (2017), A. Semenova et al (2017), N. Shchur et al (2017), E. Logvina et al (2017), O. Nazarova et al (2017), S. Zhiznin et al (2017), V. Timokhov et al (2017)].

### 1. Теоретические исследования

СПГ – природный газ в виде криогенной жидкости, который представляет собой многокомпонентную углеводородистую смесь, ключевым компонентом которой является метан (СН<sub>4</sub>). По своему химическому составу СПГ ничем не отличается от природного газа – он не имеет ни цвета, ни запаха, прозрачный. Поэтому природный газ, который будет получен путем регазификации из СПГ, будет соответствовать всем допустимым требованиям нормативных документов по использованию горючих газообразных топлив [Nefedova, M.A.].

В сравнении с другими альтернативными энергетическими видами топлива (мазут, дизельное топливо, смесь пропан–бутана, уголь и другие) СПГ имеет ряд существенных преимуществ по следующим свойствам [Volikov, A.]:

- высокая калорийность;
- экологическая чистота, как паров СПГ, так и продуктов сгорания;
- повышение коэффициента полезного действия (КПД) котельных;
- не вызывает коррозий.

Кроме указанных выше преимуществ СПГ обладает еще одним, которого не имеет ни один из перечисленных видов энергоносителей. Так как температура его хранения находится в пределах –160 °С, а для его регазификации применяются атмосферные испарители, то в результате процесса превращения СПГ из жидкого в газообразное состояние, выделяется значительное количество холода. Это свойство СПГ может быть использовано для работы холодильных камер с рабочими температурами до –60 °С без каких–либо дополнительных энергетических затрат. Таким образом, возникает возможность использования СПГ для выработки трех видов энергии: электрической, тепловой и криогенной (холодообразующей), то есть возникает возможность осуществления процесса тригенерации.

К экологическим перспективам использования СПГ можно отнести следующие отрасли, при применении в которых повысятся энерго–экологические показатели региона: получение тепловой и электрической энергии; строительство газораспределительных систем к промышленным объектам и населенным пунктам; использование в качестве топлива на транспортной и судовой технике; применение СПГ в качестве сырьевой базы в химической промышленности [Zakaria, M.].



Применение, в качестве основного источника энергии СПГ в регионах крайнего севера будет оказывать большое экологическое значение для всей Арктики. По проведенным анализам природоохранных показателей, использование СПГ, в сравнении с традиционными видами топлива для данного региона (продуктами переработки нефти), позволит уменьшить количество выбросов парниковых газов в атмосферу до 20%, сажистых и твердых частиц до 98%, оксидов азота ( $\text{NO}_x$ ) до 90% и выше, а также исключить выбросы оксидов серы ( $\text{SO}_x$ ), то есть свести их к нулевой отметке. Помимо решения проблемы уменьшения количества вредных выбросов, использование СПГ позволит решить проблемы завоза топливных ресурсов в арктические регионы. Так для хранения жидких видов топлива должно быть организовано качественное топливохранилище. В настоящее время вся инфраструктура хранения жидкого горючего в Арктике морально устарела и является изношенной. Использование подобных технологий хранения может привести к необратимым экологическим последствиям – авария на топливохранилище теплоэлектростанции (ТЭЦ) в Норильске 2020 года привела к разливу 20 тыс. т. дизельного топлива. В случае аварийного разлива СПГ последствия для уязвимой природы Арктики будут меньше, так как жидкий природный газ менее опасен по сравнению с продуктами переработки нефти. Чистый СПГ сам по себе не горит и не воспламеняется, не токсичен, не агрессивен и не взрывоопасен.

## 2. Расчетная часть

Исследуемый район размещения и использования систем, работающих на СПГ, относится к полярному климату, который отличается отрицательными температурами воздуха в течение всего года. При этом, количество осадков незначительное.

Территория Российской Арктики обширна. Температуры в разных районах могут варьироваться в среднегодовых значениях от  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Так средняя температура в феврале на Северном полюсе принимает значение  $-43\text{ }^{\circ}\text{C}$ . В летние месяцы средняя температура стремится к нулевой отметке. Кроме того, большая территория покрыта крупными ледниками, которые не тают в летние месяцы. Регион имеет неравномерное присутствие солнечного света, поскольку для этих территорий характерны астрономические явления – полярный день и полярная ночь.

Для исследования влияния загрязнения атмосферы арктической зоны было принято решение произвести не только сравнительный анализ работы котельного оборудования блок–модульной котельной, работающей на разных видах топлива, но и проанализировать вредные выбросы в атмосферу от транспортной и строительной техники, которая участвует в строительных работах по возведению блок–модульной котельной [Sergeev, A.V.]. Во внимание были приняты не только строительные работы во возведении самой котельной, но и работы, связанные со строительством и испытанием наружных сетей, а также вредные выбросы, попадающие в атмосферу, при сварных работах (табл. 1, табл. 2).

Следует отметить, что при фактическом производстве работ марки и типы дорожной техники могут отличаться от приведенных в рамках исследования.

Из приведенных выше результатов расчета видно, что строительная техника, работающая на привычном жидком топливе – бензине или дизеле загрязняет атмосферу окисью углерода, углеводородами, оксидами и диоксидами азота, сажей и сернистым газом. Загрязнение атмосферного воздуха в рассматриваемом случае будет носить временный характер, который будет ограничен временем строительства. Но и этих вредных выбросов можно избежать понизив их, или вообще исключив, за счет перевода работу технического оборудования на сжиженное топливо – СПГ.

Таблица 1

Перечень техники, используемой при строительстве наружных сетей к блок-модульной котельной

Наименование строительных машин	Кол-во	Характеристика используемой техники			Сумма по всему маш*час	Суммарный расход топлива, т
		Тип, марка	Вид топлива диз/бенз	Уд. расход топлива кг/маш*час		
Автобус пассажирский		ПАЗ-4230-01 (Аврора)	бенз.	12,3	117,48	1,445
Бульдозер		ДТ-75	диз	11,1	382,88	4,250
Экскаватор одноковш. емкостью 0,50м <sup>3</sup> (обратная лопата)		ЭО-3322	диз	6,4	664,06	4,250
Кран автомобильный		КС-35715	бенз	11,6	234,48	2,720
Компрессор		КС-100	бенз	11,2	485,71	5,440
Сварочный аппарат		«САГ»	диз	15,63	108,77	1,700
Сварочный аппарат		«Ондин»	диз	15,63	108,77	1,700
Электростанция передвижная		«SDMO SD 6000»	диз	8	637,50	5,100
Трубовоз		Урал-43204-41	диз	10,3	222,82	2,295
Автоцистерна		УРАЛ-АЦТП-10	диз	14,2	113,73	1,615
Асфальтокаток				16,4	155,49	2,550
Автосамосвал		МАЗ-5511	диз	16,6	286,75	4,760
Автомобиль бортовой		МАЗ-530	диз	14,6	163,01	2,380
<b>ВСЕГО:</b>						<b>40,205</b>
в том числе: бензин (т)						9,605
дизельное топливо (т)						30,600

Таблица 2

Валовые выбросы загрязняющих веществ от строительной техники

Наименование загрязняющего вещества	Наименование загрязняющего вещества тонн		
	дорожная техника	строительная техника	всего
Оксид углерода	0,556675	0,083399	0,640074
Углеводороды	0,152952	0,010585	0,163537
Диоксид азота	0,640788	0,004918	0,645706
Оксид азота	0,104128	0,000799	0,104927
Сажа	0,087859	0,000213	0,088072
Сернистый газ	0,064966	0,000862	0,065828

При переводе строительной техники на сжиженный природный газ удастся исключить вредные выбросы окиси углерода, углеводородной группы, сажа и сернистого газа, а также, значительно снизить выбросы оксидов азота.

В ходе проведения расчетов вредных выбросов от оборудования блок-модульной котельной к сравнению были выбраны три вида топлива: дизельное, сжиженные углеводороды, сжиженный природный газ, который прошел регазификацию и перешел из жидкой фазы в газообразную (табл. 3 – табл. 5)

Таблица 3

Валовые выбросы загрязняющих веществ от дизельного топлива

Наименование загрязняющего вещества	Наименование загрязняющего вещества	
	Максимально–разовый, г/с	Валовой, т/год
Оксид углерода	0,3021169	0,336730
Оксид азота	0,0022906	0,014573
Диоксид азота	0,0140058	0,089680
Сернистый ангидрит	0,0142100	0,095295
3, 4-Бензпирен	0,0000003	0,000003

Таблица 4

Валовые выбросы загрязняющих веществ от сжиженного углеводородного газа (СУГ)

Наименование загрязняющего вещества	Наименование загрязняющего вещества	
	Максимально–разовый, г/с	Валовой, т/год
Оксид углерода	0,4096250	2,747030
Оксид азота	0,0151538	0,087855
Диоксид азота	0,0932544	0,540643
Сернистый ангидрит	–	–
3, 4-Бензпирен	0,00000007000	0,00000046908

Таблица 5

Валовые выбросы загрязняющих веществ от СПГ

Наименование загрязняющего вещества	Наименование загрязняющего вещества	
	Максимально–разовый, г/с	Валовой, т/год
Оксид углерода	0,3026875	2,029885
Оксид азота	0,0106864	0,062918
Диоксид азота	0,0657623	0,387189
Сернистый ангидрит	–	–
3, 4-Бензпирен	0,00000003768	0,00000025248

При сравнении полученных параметров валовых выбросов от трех видов топлива, два из которых активно применяются в настоящее время на территории арктического региона, можно сделать вывод, что выбросов загрязняющих веществ от исследуемой блок–модульной котельной при ее работе на СПГ будет существенно меньше, чем при работе данной котельной на дизельном топливе или СУГ. Именно поэтому, применение современных технологий в области топливоснабжения в северных районах улучшит экологическую обстановку Арктического региона.

#### 4. Выводы

В настоящее время правительством Российской Федерации разработана программа работ по решению актуальных вопросов строительства комплексов переработки природного газа и производству СПГ. По оценкам специалистов газовой промышленности, около 50% населенных пунктов, которые нуждаются в газификации, экономически целесообразно обеспечивать экологическим газовым топливом в виде СПГ.

#### Литература

1. Alabyev, V., Ashihmin, V., Plaksienko, O., Tishin, R. (2020). Prospects for industrial methane production in the mine n.a. V.M.Bazhanov using vertical surface wells. Journal of Mining Institute, 241. 622.817.47. DOI: 10.31897/PMI.2020.1.3.

2. Andreev, A., Baranov, A., Sokolova, E., Malysheva, T., Ivanov, L. (2021). Research of the energy efficiency of an LNG filling pipeline from the choice of a thermal insulation structure. Omsk scientific bulletin. Series aviation-rocket and power engineering, 5 (2). DOI: 10.25206/2588-0373-2021-5-2-25-36

3. Anisimov O., Lobanov V., Reneva S. Analysis of air temperature changes in Russia and an empirical forecast for the first quarter of the 21st century // Meteorology and Hydrology. 2007. №. 10. P. 20-30.

4. Bondarev, E., Rozhin, I., Argunova, K. (2017). Features of mathematical modelling of natural gas production and systems in the Russia's Arctic zone. Journal of Mining Institute, 228. 622.279.72:519.633:622.691.4. DOI: 10.25515/PMI.2017.6.705.

5. Bondarev, E., Rozhin, I., Argunova, K. (2018). Moisture Content of Natural Gas in Bottom Hole Zone. Journal of Mining Institute, 233. 62-621.2:622.279.3. DOI: 10.31897/PMI.2018.5.492 492.

6. Brokarev, I., Farkhadov, M., Vaskovskii, S. (2021). Recurrent neural networks to analyze the quality of natural gas. Bulletin of Tomsk state university, 55. 519.6 DOI: 10.17223/19988605/55/2.

7. Cherepovitsyn, A., Tsvetkov, P., Evseeva, O. (2021). Critical analysis of methodological approaches to assessing sustainability of arctic oil and gas projects. Journal of Mining Institute. 249. 338.45. DOI: 10.31897/PMI.2021.3.15 463.

8. Didmanidze, O., Afanasev, A., Hakimov, R. (2021). Natural gas methane number and its influence on the gas engine working process efficiency. Journal of Mining institute, 251. 62-623.1.7. DOI: 10.31897/PMI.2021.5.12.

9. Didmanidze, O., Afanasev, A., Khakimov, R. (2020). Mathematical model of the liquefied methane phase transition in the cryogenic tank of a vehicle. Journal of Mining institute, 243. 621.436.001.57.1. DOI: 10.31897/PMI.2020.3.337.

10. Gurevich, D. F. Pipeline fittings : a reference manual / D. F. Gurevich. – M. : Book house "LIBROCOM", 2016. – 368 p.

11. Kantyukov, R., Zapevalov, D., Vagapov, R. (2021). Analysis of the application and impact of carbon dioxide media on the corrosion state of oil and gas facilities. Journal of Mining Institute, 250. 620.197.3. DOI: 10.31897/PMI.2021.4.11 578.

12. Koz'menko, S., Masloboev, V., Matviishin, D. (2018). Justification of economic benefits of Arctic LNG transportation by sea. Journal of Mining Institute, 233. 332.1+338.47+330.15. DOI: 10.31897/PMI.2018.5.554 554.

13. Kuznetsov, E. P. Energy saving management. Part 3. Analysis and evaluation of energy saving reserves / E. P. Kuznetsov. – St. Petersburg : PEIPK, 2009. – 139 p.

14. Litvinenko, V., Tsvetkov, P., Dvoynikov, M., Buslaev, G. (2020). Barriers to implementation of hydrogen initiatives in the context of global energy sustainable development. Journal of Mining Institute, 244. 620.92. DOI: 10.31897/PMI.2020.4.5 428.

15. Matveeva, T., Semenova, A., Shchur, N., Logvina, E., Nazarova, O. (2017). Prospects of Gas Hydrate Presence in the Chukchi Sea. Journal of Mining Institute, 226. 553.98+548.562(268.56). DOI: 10.25515/PMI.2017.4.387

16. Markin, V. V. What is modernization in power engineering / V. V. Markin // GAZinform Quarterly Journal No. 1/32. – 2011. pp. 20-21.

17. Nedlin, M. S. Issues of improving the regulatory framework of gas distribution and gas consumption / M. S. Nedlin // GAZinform Quarterly Journal No. 1/36. – 2012. pp. 57-61.

18. Nefedova, M.A. Energy and economic advantage of converting boilers to gaseous fuel / M.A. Nefedova // III International Congress of Young Scientists "Actual problems of

modern construction" with the participation of students, postgraduates, young scientists and doctoral students, as well as young specialists of construction and design organizations. – St. Petersburg : SPbGASU. – 2014. Access mode: [www.spbgasu.ru](http://www.spbgasu.ru)

19. Nefedova, M. A. Optimization of boiler equipment operation through the use of a new layout scheme / M. A. Nefedova // In the world of scientific discoveries № 8 (68). – 2015. – Pp. 134-145.

20. Nefedova, M.A. The program of instrumental measurements during commissioning on the equipment of the gas economy of the boiler house / M. A. Nefedova // Collection of reports of the 69th International Scientific and Practical conference of students, postgraduates and young scientists: Actual problems of modern construction. – St. Petersburg : SPbGASU. 2016. Access mode: [www.spbgasu.ru](http://www.spbgasu.ru)

21. Prokopiv, M. (2018). Development of gas transportation companies' economic security level evaluation method by taxonomic method. Technological audit and production reserves, 1/4(39). 338.12.015. DOI: 10.15587/2312-8372.2018.124455.

22. Research and development of energy-efficient systems of production, transportation, distribution and consumption of thermal energy : research report / Vasiliev V.F., Biryuzova E.A., Nefedova M.A., etc. – St. Petersburg : SPbGASU, 2014. - 110 p.

23. Schipachev, A., Dmitrieva, A. (2021) Application of the resonant energy separation effect at natural gas reduction points in order to improve the energy efficiency of the gas distribution system. Journal of Mining Institute, 248. 621.6. DOI: 10.31897/PMI.2021.2.9 253.

24. Sergeev, A.V. Reference manual for boiler room personnel : Thermal mechanical equipment of boiler rooms / A.V. Sergeev. – St. Petersburg : DEAN Publishing House, 2012. – 256 p.

25. Sidelkovsky, L. N. Boiler installations of industrial enterprises / L. N. Sidelkovsky, V. N. Yurenev. –M. : Bastet, 2009. – 528 p.

26. Tsvetkov, P., Fedoseev, S. (2020). Analysis of project organization specifics in small-scale LNG production. Journal of Mining Institute, 246. 533.2:665.632.078. DOI: 10.31897/PMI.2020.6.10 678.

27. Vaskovskii, S., Brokarev, I. (2020) Comparative analysis of statistical models for the task of natural gas composition analysis. Journal of Information Technologies and Computing Systems, 1. DOI: 10.14357/20718632200104.

28. Vasilenok, A., Baranov, A., Malysheva, T. (2020) The cost of liquid nitrogen for WBC sessions. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 826 (1). DOI: 10.1088/1757-899X/826/1/012014.

29. Volikov, A. N. Energy-ecological efficiency of environmental technologies and devices during fuel combustion (Part 1) / A. N. Volikov, V. I. Shavrin, S. G. Prokhorov. – St. Petersburg : SPbGASU, 2012. – 168 p.

30. Volikov A. N. Improvement of energy-saving and environmental technologies and designs of heating and utility boilers of low power : dis. ... Candidate of Technical Sciences. ..Doctor of Technical Sciences : 05.23.03 / Volikov Anatoly Nikolaevich. – St. Petersburg, 2001. - 393 p.

31. Zakaria, M., Osman, K., Musa, M., (2012) Boil-Off Gas Formation inside Large Scale Liquefied Natural Gas (LNG) Tank Based on Specific Parameters. Applied Mechanics and Materials, 229–231. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMM.229-231.690.

32. Zhiltsova E., Anisimov O. On the accuracy of reproduction of temperature and precipitation on the territory of Russia by global climate archives // Meteorology and Hydrology. 2009, № 10. P. 79-90.

33. Zhiznin, S., Timokhov, V. (2019) Economic and geopolitical aspects of the Nord Stream 2 gas pipeline, Baltic Region, 11 (3). DOI: 10.5922/2079-8555-2019-3-2.

### Environmental prospects for the use of liquefied natural gas in the Arctic regions

Nefedova M.A.

St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

An urgent issue of the energy development of the Arctic until 2035 is to improve the performance of energy indicators, increase the optimal operation of energy equipment and, as a result, increase energy and environmental efficiency in the region. To this end, the basic policy of state regulation of the Russian Federation provides for an increase in the share of production and use of natural gas in liquefied form in the Arctic zone. The use of liquefied natural gas will significantly improve the environmental performance of the environment, increase energy saving at local and industrial enterprises, and solve the issue of labor-intensive transportation of other types of fuel that are currently used in the Arctic zone. In addition, liquefied natural gas can be produced in various regions of the far north, which guarantees consumers a wide choice of gas suppliers, as well as an uninterrupted and reliable supply of gaseous fuel. Currently, much attention is paid to the development of the Arctic zone. The climate of the regions of the Far North and the Arctic is severe and is characterized by sharp spatial and temporal changes in atmospheric parameters. The development of the infrastructure of these areas requires great attention to the technical requirements of devices and mechanisms, as well as to their individual indicators and properties. The developed device for cleaning vehicles from building bulk materials will work properly in the Arctic region. During the study of the operation of the mechanism, electrical safety measures were developed, which are also relevant for the regions of the Far North.

Key words: Natural gas, liquefied natural gas, LNG, environmental indicator, energy indicator, environmentally friendly fuel, reduction of harmful emissions, energy efficiency, energy and environmental efficiency, energy equipment, Arctic zone, Far North region.

### References

- Alabiev, V., Ashihmin, V., Plaksienko, O., Tishin, R. (2020). Prospects for industrial methane production in the mine n.a. V.M.Bazhanov using vertical surface wells. *Journal of Mining Institute*, 241. 622.817.47. DOI: 10.31897/PMI.2020.1.3.
- Andreev, A., Baranov, A., Sokolova, E., Malysheva, T., Ivanov, L. (2021). Research of the energy efficiency of an LNG filling pipeline from the choice of a thermal insulation structure. *Omsk scientific bulletin. Series aviation-rocket and power engineering*, 5 (2). DOI: 10.25206/2588-0373-2021-5-2-25-36
- Anisimov O., Lobanov V., Reneva S. Analysis of air temperature changes in Russia and an empirical forecast for the first quarter of the 21st century // *Meteorology and Hydrology*. 2007. No. 10. P. 20-30.
- Bondarev, E., Rozhin, I., Argunova, K. (2017). Features of mathematical modelling of natural gas production and systems in the Russia's Arctic zone. *Journal of Mining Institute*, 228. 622.279.72:519.633:622.691.4. DOI: 10.25515/PMI.2017.6.705.
- Bondarev, E., Rozhin, I., Argunova, K. (2018). Moisture Content of Natural Gas in Bottom Hole Zone. *Journal of Mining Institute*, 233. 62-621.2:622.279.3. DOI: 10.31897/PMI.2018.5.492 492.
- Brokarev, I., Farkhadov, M., Vaskovskii, S. (2021). Recurrent neural networks to analyze the quality of natural gas. *Bulletin of Tomsk state university*, 55. 519.6 DOI: 10.17223/19988605/55/2.
- Cherepovitsyn, A., Tsvetkov, P., Evseeva, O. (2021). Critical analysis of methodological approaches to assessing sustainability of arctic oil and gas projects. *Journal of Mining Institute*. 249. 338.45. DOI: 10.31897/PMI.2021.3.15 463.
- Didmanidze, O., Afanasev, A., Hakimov, R. (2021). Natural gas methane number and its influence on the gas engine working process efficiency. *Journal of Mining institute*, 251. 62-623.1.7. DOI: 10.31897/PMI.2021.5.12.
- Didmanidze, O., Afanasev, A., Khakimov, R. (2020). Mathematical model of the liquefied methane phase transition in the cryogenic tank of a vehicle. *Journal of Mining institute*, 243. 621.436.001.57.1. DOI: 10.31897/PMI.2020.3.337.
- Gurevich, D. F. Pipeline fittings : a reference manual / D. F. Gurevich. – M. : Book house "LIBROCOM", 2016. – 368 p.
- Kantyukov, R., Zapevalov, D., Vagapov, R. (2021). Analysis of the application and impact of carbon dioxide media on the corrosion state of oil and gas facilities. *Journal of Mining Institute*, 250. 620.197.3. DOI: 10.31897/PMI.2021.4.11 578.
- Koz'menko, S., Masloboev, V., Matviishin, D. (2018). Justification of economic benefits of Arctic LNG transportation by sea. *Journal of Mining Institute*, 233. 332.1+ 338.47+330.15. DOI: 10.31897/PMI.2018.5.554 554.
- Kuznetsov, E. P. Energy saving management. Part 3. Analysis and evaluation of energy saving reserves / E. P. Kuznetsov. – St. Petersburg : PEIPK, 2009. – 139 p.
- Litvinenko, V., Tsvetkov, P., Dvoynikov, M., Buslaev, G. (2020). Barriers to implementation of hydrogen initiatives in the context of global energy sustainable development. *Journal of Mining Institute*, 244. 620.92. DOI: 10.31897/PMI.2020.4.5 428.
- Matveeva, T., Semenova, A., Shchur, N., Logvina, E., Nazarova, O. (2017). Prospects of Gas Hydrate Presence in the Chukchi Sea. *Journal of Mining Institute*, 226. 553.98+548.562(268.56). DOI: 10.25515/PMI.2017.4.387
- Markin, V. V. What is modernization in power engineering /V. V. Markin // *GAZinform Quarterly Journal* No. 1/32. – 2011. pp. 20-21.
- Nedlin, M. S. Issues of improving the regulatory framework of gas distribution and gas consumption / M. S. Nedlin // *GAZinform Quarterly Journal* No. 1/36. – 2012. pp. 57-61.
- Nefedova, M.A. Energy and economic advantage of converting boilers to gaseous fuel / M.A. Nefedova // III International Congress of Young Scientists "Actual problems of modern construction" with the participation of students, postgraduates, young scientists and doctoral students, as well as young specialists of construction and design organizations. – St. Petersburg : SPbGASU. – 2014. Access mode: www.spbgasu.ru
- Nefedova, M. A. Optimization of boiler equipment operation through the use of a new layout scheme / M. A. Nefedova // In the world of scientific discoveries № 8 (68). – 2015. – Pp. 134-145.
- Nefedova, M.A. The program of instrumental measurements during commissioning on the equipment of the gas economy of the boiler house / M. A. Nefedova // Collection of reports of the 69th International Scientific and Practical conference of students, postgraduates and young scientists: Actual problems of modern construction. – St. Petersburg : SPbGASU. 2016. Access mode: www.spbgasu.ru

21. Prokopiv, M. (2018). Development of gas transportation companies' economic security level evaluation method by taxonomic method. *Technological audit and production reserves*, 1/4(39). 338.12.015. DOI: 10.15587/2312-8372.2018.124455.
22. Research and development of energy-efficient systems of production, transportation, distribution and consumption of thermal energy : research report / Vasiliev V.F., Biryuzova E.A., Nefedova M.A., etc. – St. Petersburg : SPbGASU, 2014. - 110 p.
23. Schipachev, A., Dmitrieva, A. (2021) Application of the resonant energy separation effect at natural gas reduction points in order to improve the energy efficiency of the gas distribution system. *Journal of Mining Institute*, 248. 621.6. DOI: 10.31897/PMI.2021.2.9 253.
24. Sergeev, A.V. Reference manual for boiler room personnel : Thermal mechanical equipment of boiler rooms / A.V. Sergeev. – St. Petersburg : DEAN Publishing House, 2012. – 256 p.
25. Sidelkovsky, L. N. Boiler installations of industrial enterprises / L. N. Sidelkovsky, V. N. Yurenev. –M. : Bastet, 2009. – 528 p.
26. Tsvetkov, P., Fedoseev, S. (2020). Analysis of project organization specifics in small-scale LNG production. *Journal of Mining Institute*, 246. 533.2:665.632.078. DOI: 10.31897/PMI.2020.6.10 678.
27. Vaskovskii, S., Brokarev, I. (2020) Comparative analysis of statistical models for the task of natural gas composition analysis. *Journal of Information Technologies and Computing Systems*, 1. DOI: 10.14357/20718632200104.
28. Vasilenok, A., Baranov, A., Malysheva, T. (2020) The cost of liquid nitrogen for WBC sessions. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 826 (1). DOI: 10.1088/1757-899X/826/1/012014.
29. Volikov, A. N. Energy-ecological efficiency of environmental technologies and devices during fuel combustion (Part 1) / A. N. Volikov, V. I. Shavrin, S. G. Prokhorov. – St. Petersburg : SPbGASU, 2012. – 168 p.
30. Volikov A. N. Improvement of energy-saving and environmental technologies and designs of heating and utility boilers of low power : dis. ... Candidate of Technical Sciences. ..Doctor of Technical Sciences : 05.23.03 / Volikov Anatoly Nikolaevich. – St. Petersburg, 2001. - 393 p.
31. Zakaria, M., Osman, K., Musa, M., (2012) Boil-Off Gas Formation inside Large Scale Liquefied Natural Gas (LNG) Tank Based on Specific Parameters. *Applied Mechanics and Materials*, 229–231. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMM.229-231.690.
32. Zhiltsova E., Anisimov O. On the accuracy of reproduction of temperature and precipitation on the territory of Russia by global climate archives // *Meteorology and Hydrology*. 2009, № 10. P. 79-90.
33. Zhiznin, S., Timokhov, V. (2019) Economic and geopolitical aspects of the Nord Stream 2 gas pipeline, *Baltic Region*, 11 (3). DOI: 10.5922/2079-8555-2019-3-2.

# Прогнозирование осадки фундамента на щебеночных сваях в слабых глинистых грунтах

**Знаменский Владимир Валерианович**

доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Механика грунтов и геотехника», ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Geosts@yandex.ru

**Сайед Диааелдин Ахмед**

аспирант кафедры «Механика грунтов и геотехника», «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», engdiaa2010@yahoo.com.

В настоящей статье приведены результаты анализа влияния на осадку фундамента на щебеночных сваях геометрических параметров свайного куста, к которым относятся диаметр и длина щебеночных свай и относительное расстояние между ними), механических характеристик щебеночных свай и слабого глинистого грунта и интенсивности действующей на ростверк нагрузки. Анализ проводился численным методом с помощью ПК FLAC3D. Представлена новая модель мультилинейной регрессии, позволяющая прогнозировать осадку фундамента на щебеночных сваях с учетом их взаимного влияния и с большей точностью, чем это возможно при использовании концепции элементарной ячейки. Приведен пример использования разработанной модели для расчета осадки фундамента на щебеночных сваях в слабом глинистом грунте, изложен порядок расчета.

**Ключевые слова:** численное моделирование, слабый глинистый грунт, свайный куст, ростверк, щебеночные сваи, осадка, фундамент, механические характеристики грунта и свай, мультилинейная регрессия.

## Введение

Щебеночные сваи впервые были использованы в строительстве французскими военными инженерами в 1830 году при возведении военного арсенала на слабом глинистом грунте. Диаметр щебеночных свай составлял 0,2 м, длина 2 м. Затем, по прошествии большого периода времени, когда в результате развития строительных технологий появилась возможность увеличить длину и диаметр щебеночных свай, они были использованы повторно. Считается, что началом широкого использования щебеночных свай являются шестидесятые годы прошлого столетия, когда они стали широко применяться для улучшения строительных свойств слабых грунтов, образуя совместно с уплотненным ими окружающим грунтом геокомпозит, обладающий малой сжимаемостью и повышенной прочностью. Изучению различных аспектов устройства и работы щебеночных свай, используемых для улучшения строительных свойств слабых грунтов и развитию методов их расчета посвящены многие работы отечественных и зарубежных ученых и специалистов [1-12]. Однако в последнее время щебеночные сваи все чаще стали применять для устройства фундаментов на сваях, как экономически эффективных и менее трудозатратных в изготовлении, позволяющих осуществлять массовую малоэтажную застройку с использованием относительно простой техники.

Изучению работ щебеночных свай как элементов, передающих на грунт вертикальную нагрузку (свайных фундаментов на щебеночных сваях), посвящено значительно меньше исследований [9-12], а аналитические методы их расчета построены, в основ-



ном, на использовании концепции элементарной ячейки, не учитывающей взаимодействие щебеночных свай в фундаменте ограниченных размеров, что не соответствует их реальной работе. В результате многие вопросы взаимодействия щебеночных свай с грунтовым основанием до настоящего времени изучены недостаточно, что снижает возможность их более широкого внедрения в практику свайного фундаментостроения и является причиной продолжения исследований по этой тематике.

### Материалы и методы

Анализ зависимости осадки свайных групп на щебеночных сваях от различных факторов, к которым относились длина и диаметр щебеночных свай, осевое расстояние между ними, свойства слабого глинистого грунта и щебеночных свай, а также вертикальная нагрузка на ростверк, проводился с использованием трехмерной конечно-разностной численной модели FLAC3D.

Трехмерная четверть осесимметричной масштабной модели состояла из грунта, щебеночной сваи и ростверка (рис. 1) [13-16]. Слабый грунт и щебеночные сваи моделировались по упругопластической модели, основанной на критерии разрушения Мора-Кулона, а ростверк - по упругой модели.

Грунтовые воды располагались на поверхности глинистого слоя. Фундамент состоял из 4-х щебеночных свай с осевым расстоянием между их центрами ( $a$ ), диаметром ( $d$ ) и длиной ( $L$ ). Ростверк шириной  $B = 4$  м и высотой  $0,7$  м моделировался как жесткий.

Равномерно-распределенная нагрузка на ростверк ( $P$ ), принималась равной  $50$ ,  $100$  и  $150$  кПа.

Ширина и длина модели принимались равными  $\geq 10 B$ , где  $B$  = ширина ростверка. Граница в модели предполагалась свободной по вертикали и ограниченной по горизонтали ( $u_x = 0$ ;  $u_y = 0$  и  $u_z$  = свободной), в то время как нижняя горизонтальная граница полностью фиксирована ( $u_x = u_y = u_z = 0$ ). За исходное напряженно-деформированное состояние (НДС) грунтового массива принималось окончание бурения полости под сваю. Начальные напряжения определялись с использованием коэффициента бокового давления грунта  $k_0$ . Для слабого глинистого грунта  $k_0 = 0,7$ , для щебеночной сваи  $k_0 = 1 - \sin(\varphi)$ .

Интерфейсный элемент был прикреплен к подошве ростверка, чтобы отразить реальное условие контакта между ростверком, грунтом и сваями.

Физико-механические характеристики модельных материалов приведены в Таблице 1.

Таблица 1  
Физико-механические свойства материалов

Параметр	Глинистый грунт	Щеб. свая	Ростверк
$\gamma$ (кН/м <sup>3</sup> )	18	18	25
Коеф. Пуассона $\nu$	0,3	0,3	0,3
Модуль деформации $E$ (кПа)	3000	30000	$2,5 \times 10^7$
Угол внутр. трения $\varphi$	$25^\circ$	$40^\circ$	---
Коеф. сцепления $c$ (кПа)	0,1	0,1	---

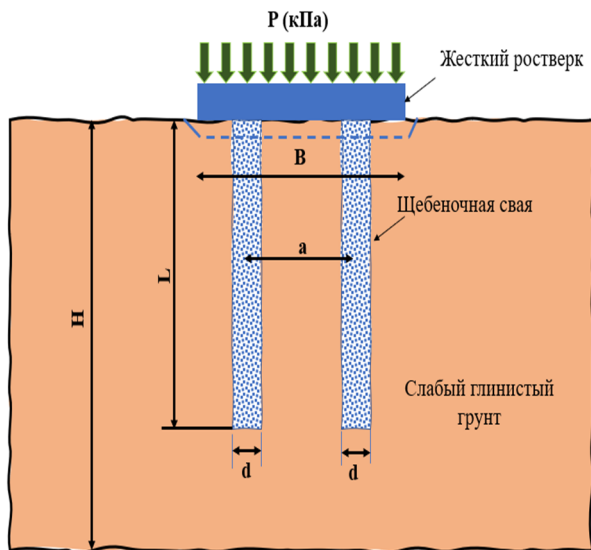


Рис 1 - Расчетная схема

В проведенных исследованиях длина щебеночных свай ( $d$ ) составлял 0,60, 0,80, 1,00 и 1,20 м, откуда коэффициент замещения площади ( $A_r$ ), равный отношению суммы площадей поперечного сечения свай к площади подошвы ростверка, составлял 7,0, 12,5, 19,6 и 28,3 % соответственно, при этом осевое расстояние между щебеночными сваями ( $a$ ) изменилось от 1,5 до 2,5 м, длина щебеночных свай ( $L$ ) изменилось от 4,0 до 10,0 м, модуль деформации щебеночных свай ( $E_s$ ) от 30 до 50 МПа, угол трения материала щебеночных свай ( $\phi's$ ) от  $35^\circ$  до  $45^\circ$ , модуль деформации слабого глинистого грунта ( $E_c$ ) от 1000 до 5000 кПа, угол внутреннего трения слабого глинистого грунта ( $\phi's$ ) от  $20^\circ$  до  $30^\circ$ , коэффициент сцепления слабого глинистого грунта ( $c's$ ) от 0,1 до 5 кПа.

### Результаты и обсуждение

Установленные в результате проведенных исследований закономерности развития осадки фундамента на щебеночных сваях подробно изложены в статьях Знаменского В.В. и др. [15 и 16]. Созданная по ним база данных, необходимых для отражения развития осадки фундамента ( $s$ ) в зависимости от исследованных факторов, содержит 178 записей, основными учитываемыми факторами являются:

- диаметр щебеночных свай ( $d$ );
- осевое расстояние между сваями ( $a$ );
- коэффициент замещения площади ( $A_r$ );
- длина щебеночных свай ( $L$ );
- модуль деформации слабого глинистого грунта ( $E_c$ );
- угол внутреннего трения слабого глинистого грунта ( $\phi's$ );
- коэффициент сцепления слабого глинистого грунта ( $c's$ );
- угол трения материала щебеночных свай ( $\phi's$ );
- модуль деформации щебеночных свай ( $E_s$ );
- равномерно-распределенная нагрузка на ростверк ( $P$ ).

Описательная статистика собранной базы данных приведена в Таблице 2.

Таблица 2  
Описательная статистика собранной базы данных

Параметр	Среднее значение	Минимум	Максимум	Стандартное отклонение
d (м)	0,90	0,6	1,2	0,218
Ar (%)	16,9	7	28,3	7,774
a (м)	2	1,5	2,5	0,184
L (м)	9,2	4	10	1,772
P (кПа)	99,4	50	150	40,821
E <sub>s</sub> (кПа)	3000	1000	5000	736,46
c' (кПа)	0,60	0,1	5	1,332
φ' <sub>s</sub>	25	20	30	1,762
φ <sub>c</sub>	40	35	45	1,841
E <sub>c</sub> (кПа)	31011	30000	50000	3990
s (м)	-0,11	-0,700	-0,034	0,093

Точность имеющихся и разработанных корреляций была проверена путем вычисления средней абсолютной ошибки (AAE), среднего значения (M), стандартного отклонения отношения, прогнозируемого к измеренному значению (CoV). Эти статистические показатели эффективности были рассчитаны с использованием коэффициентов (1–3):

$$AAE = \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{s_{\text{прог } i} - s_{\text{ожд } i}}{s_{\text{ожд } i}} \right|}{n} \quad (1)$$

$$M = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{s_{\text{прог } i}}{s_{\text{ожд } i}}}{n} \quad (2)$$

$$CoV = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{s_{\text{прог } i}}{s_{\text{ожд } i}} - M \right)^2}{n-1}} \quad (3)$$

Где  $s_{\text{прог}}$  - прогнозируемое значение осадки;  $s_{\text{ожд}}$  - ожидаемое значение осадка, полученное в результате численного анализа; n - количество расчетов.

Существует несколько способов использования приведенных в Таблице 2 данных, для прогнозирования осадки фундаментов на щебеночных сваях. Одним из таких методов является использование статистического моделирования, регрессионного анализа. Регрессионный анализ, являющийся набором статистических процессов, необходим для оценки взаимосвязи между зависимыми и независимыми переменными, что необходимо для определения силы взаимосвязи между этими переменными и моделирования будущей взаимосвязи между ними.

Уравнение для мультилинейной регрессии имеет вид:

$$Y = a_0 + \sum_{i=1}^k a_i X_i + e \quad (4)$$

Где  $a_0$  - постоянная величина, равная прогнозируемому значению Y, когда все зависимые переменные равны 0;  $a_1 \dots a_n$  –коэффициенты частичной регрессии, связывающие зависимые переменные с независимыми переменными; e - значение случайной ошибки.

Регрессионная модель получена с помощью программы SPSS.

В текущем исследовании в анализе используется 10 параметров, которые представляют собой деформацию  $\epsilon = s/H$ , приложенное напряжение P (кН/м<sup>2</sup>), сцепление

грунта  $c'$  (кН/м<sup>2</sup>), модуль деформации глинистого грунта  $E_s$  (кН/м<sup>2</sup>),  $\mu = (1 - \sin(\phi_s)) / (1 + \sin(\phi_s))$ ,  $Ar$  = коэффициент замещения площади,  $d$  = диаметр сваи (м),  $a$  = осевое расстояние между сваями (м),  $L$  = длина сваи (м) и  $B$  = ширина ростверка (м).

Функция сформировалась как:

$$\varepsilon = f\left(ar, \frac{a}{d}, \frac{L}{B}, \frac{c'}{E_s}, \mu, \frac{P}{E_s}\right) \quad (5)$$

Результаты регрессионного анализа показали, что существует существенная взаимосвязь между  $\varepsilon$  и зависимыми переменными.

На рис. 2 показано сравнение результатов мультилинейного регрессионного анализа с ожидаемыми. Скорректированные  $R^2$ ,  $M$ ,  $AAE$  и  $COV$  для модели мультилинейной регрессии составили 0,825, 1,02, 0,22 и 0,287 соответственно, что указывает на хорошее соответствие базе данных.

Уравнение (5) принимает вид:

$$\frac{s}{H} = 0,00324 - 0,00877 Ar + 0,00134 \frac{a}{d} - 0,00041 \frac{L}{B} - 3,1772 \frac{c'_s}{E_s} + 0,00235 \frac{1 - \sin(\phi'_s)}{1 - \sin(\phi'_c)} + 0,2934 \frac{P}{E_s} \quad (6)$$

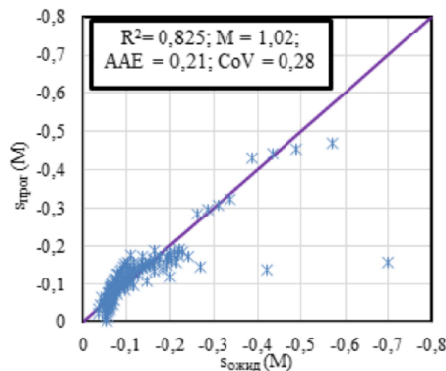


Рис. - 2. Сравнение прогнозируемых результатов модели MLR с ожидаемыми результатами

Разработанную модель можно рассматривать как инженерное решение задачи определения осадки фундамента на щебеночных сваях с учетом взаимного влияния свай. Модель может быть использована как для расчета осадки куста свай, так и для его проектирования. Расчет и проектирование ведутся в следующей последовательности.

1. Определяется нагрузка  $N$  (кН), передающаяся от колонны на фундамент.
2. По результатам полевых и лабораторных испытаний назначаются расчетные характеристики грунта ( $E'_s$ ,  $\phi'_s$ ,  $c'_s$ ) и его мощность  $H$ .
3. Назначается число свай ( $n_{св}$ ), размеры ростверка ( $A$ ,  $B$ ) и вычисляется интенсивность действующей на ростверк равномерно-распределенной нагрузки:

$$P = \frac{N}{A \times B}$$

4. Принимаются размеры щебеночных свай ( $L, a, d, n_{св}$ ), задаются свойствами их материала ( $E's, \phiс$ ) и вычисляются безразмерные параметры  $Ar = \frac{n_{св} \times \frac{\pi \times d^2}{4}}{A \times B}$  и  $\mu = \frac{1 - \sin(\phiс)}{1 - \sin(\phiс)}$

5. По уравнению (6) рассчитывают осадку фундамента  $s$ . Если результаты не соответствуют желаемым, можно вернуться к шагу 4 и изменить диаметр или число щебеночных свай или изменить тип материала щебеночных свай. Кроме того, если результаты все еще не соответствуют желаемым, можно вернуться к шагу 3 и изменить размеры ростверка.

Блок-схема изложенного порядка расчета показана на рис. 3.

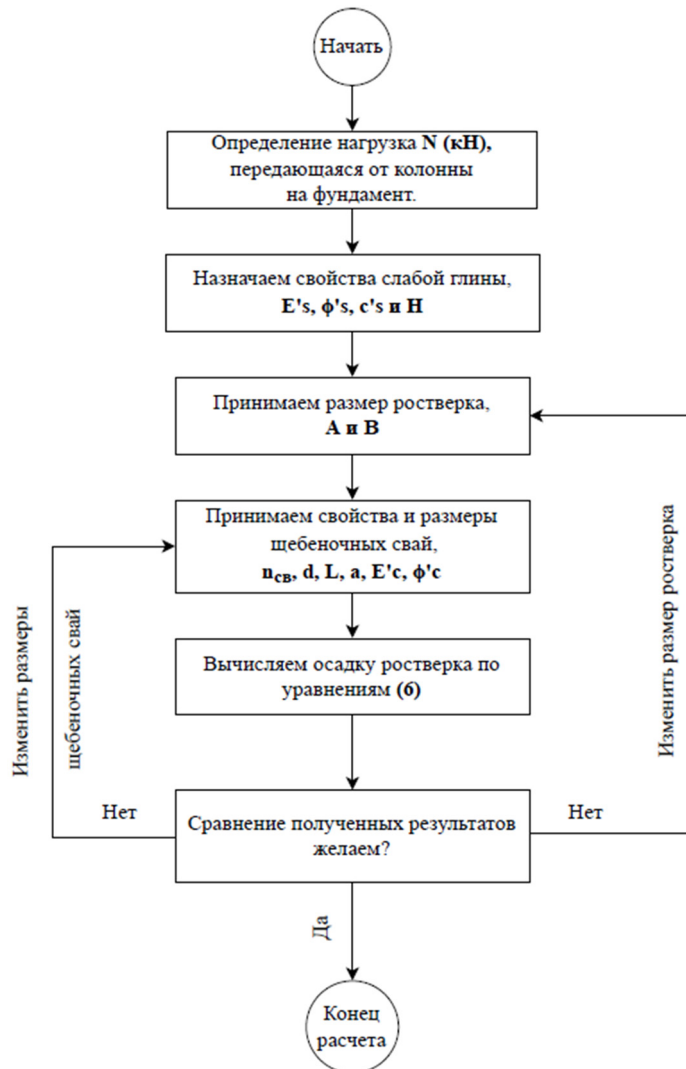


Рис 3. Блок-схема расчета осадки фундамента на щебеночных сваях

### Заключение

Представленная в настоящей статье новая модель мультилинейной регрессии позволяет прогнозировать осадку фундамента на щебеночных сваях с учетом их взаимного влияния и с большей точностью, чем это возможно при использовании концепции элементарной ячейки.

Изложенный в статье порядок расчета в сочетании с иллюстрирующей его блок-схемой облегчает процесс определения осадки кустового фундамента на щебеночных сваях, позволяя по его результатам вносить, при необходимости, коррективы в проектное решение фундамента.

### Литература

1. Hughes J. M. O., Withers N. J. Reinforcing of soft cohesive soils with stone columns //Ground engineering. – 1974. – Т. 7. – №. 3
2. Greenwood D. A. Mechanical improvement of soils below ground surface //Inst Civil Engineers Proc, London/UK/. – 1970.
3. Watts K. S., Johnson, D., Wood, L. A., & Saadi, A. An instrumented trial of vibro ground treatment supporting strip foundations in a variable fill //Géotechnique. – 2000. – Т. 50. – №. 6. – С. 699-708.
4. Muir Wood D., Hu W., Nash D. F. T. Group effects in stone column foundations: model tests //Geotechnique. – 2000. – Т. 50. – №. 6. – С. 689-698.
5. White D. J., Pham H. T. V., Hoevelkamp K. K. Support mechanisms of rammed aggregate piers. I: Experimental results //Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering. – 2007. – Т. 133. – №. 12. – С. 1503-1511.
6. Znamenskii V., Sayed D. Influence of Stone Column Length on the Settlement of Soft Clayey Layer //IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2019. – Т. 661. – №. 1. – С. 012102.
7. Бай В. Ф. и др. Лабораторные исследования НДС слабого водонасыщенного глинистого основания с учетом внедрения песчаной армированной сваи //Вестник гражданских инженеров. – 2009. – №. 2. – С. 74-76.
8. Ставницер Л. Р., Шишкин В. Я., Аникьев А. А. Строительство сооружений на слабых грунтах с применением грунтовых щебеночных свай //Вестник НИЦ Строительство. – 2014. – №. 10. – С. 22-29.
9. Castro J., Sagaseta C. Consolidation around stone columns. Influence of column deformation //International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics. – 2009. – Т. 33. – №. 7. – С. 851-877.
10. Balaam N. P., Booker J. R. Analysis of rigid rafts supported by granular piles //International journal for numerical and analytical methods in geomechanics. – 1981. – Т. 5. – №. 4. – С. 379-403.
11. Priebe H. J. The design of vibro replacement //Ground engineering. – 1995. – Т. 28. – №. 10. – С. 31.
12. Castro J. An analytical solution for the settlement of stone columns beneath rigid footings //Acta Geotechnica. – 2016. – Т. 11. – №. 2. – С. 309–324.
13. Das A. K., Deb K. Experimental and 3D numerical study on time-dependent behavior of stone column-supported embankments //International Journal of Geomechanics. – 2018. – Т. 18. – №. 4. – С. 04018011.
14. Sexton B. G., McCabe B. A., Castro J. Appraising stone column settlement prediction methods using finite element analyses //Acta Geotechnica. – 2014. – Т. 9. – №. 6. С. 993-1011.

15. Znamenskii V. V., Hegazy O. M., Sayed D. A. The 3D numerical model of the stone column in soft clay soils // *Journal of Physics: Conference Series*. – IOP Publishing, 2021. – Т. 1928. – №. 1. – С. 012011.

16. Знаменский В.В., Сайд Д.А. Результаты исследования работы фундаментов на щебеночных сваях в слабом глинистом грунте // *Инновации и инвестиции*. 2022. №8.

17. Butterfield R. Dimensional analysis for geotechnical engineers // *Geotechnique*. – 1999. – Т. 49. – №. 3. – С. 357-366.

18. Wood D. M. *Geotechnical modelling*. – CRC press, 2017.

19. Tranmer M., Elliot M. Multiple linear regression // *The Cathie Marsh Centre for Census and Survey Research (CCSR)*. – 2008.

#### **Prediction of settlement foundation on stone columns in soft clay soils**

**Znamenskii V.V., Sayed D.A.**

Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU)

This paper presents the results of the analysis of the influence of geometric parameters of the stone column (including the diameter and length of the stone columns and the spacing between them), the mechanical characteristics of the stone columns and soft clay soil, and the level of the load acting on the foundation. The analysis was carried out numerically using the FLAC3D PC. A new model of multilinear regression is presented which allows one to predict foundation settlement on the macadam piles considering their mutual influence and with a higher accuracy than it is possible with the concept of an elementary cell. The example of using the developed model to calculate the foundation settlement on the stone columns in a soft clay soil is presented, and the calculation procedure is outlined.

Keywords: Numerical model, soft clay soil, Pile group, Footing, Stone column, Settlement, Foundation, mechanical characteristics of the soil and stone columns multi-linear regression.

#### **References**

- Hughes J. M. O., Withers N. J. Reinforcing of soft cohesive soils with stone columns // *Ground engineering*. - 1974. - Т. 7. - No. 3
- Greenwood D. A. Mechanical improvement of soils below ground surface // *Inst Civil Engineers Proc, London/UK/*. – 1970.
- Watts K. S., Johnson, D., Wood, L. A., & Saadi, A. An instrumented trial of vibro ground treatment supporting strip foundations in a variable fill // *Géotechnique*. - 2000. - Т. 50. - No. 6. - S. 699-708.
- Muir Wood D., Hu W., Nash D. F. T. Group effects in stone column foundations: model tests // *Geotechnique*. - 2000. - Т. 50. - No. 6. - S. 689-698.
- White D. J., Pham H. T. V., Hoevelkamp K. K. Support mechanisms of rammed aggregate piers. I: Experimental results // *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*. - 2007. - Т. 133. - No. 12. - S. 1503-1511.
- Znamenskii V., Sayed D. Influence of Stone Column Length on the Settlement of Soft Clayey Layer // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. - IOP Publishing, 2019. - Т. 661. - no. 1. - S. 012102.
- Bay VF et al. Laboratory studies of the stress-strain state of a weak water-saturated clay base, taking into account the introduction of a sandy reinforced pile. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*. - 2009. - no. 2. - S. 74-76.
- Stavnitser L. R., Shishkin V. Ya., Anikiev A. A. Construction of structures on weak soils using soil crushed stone piles // *Bulletin of the Research Center for Construction*. – 2014. – no. 10. - S. 22-29.
- Castro J., Sagaseta C. Consolidation around stone columns. Influence of column deformation // *International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics*. - 2009. - Т. 33. - No. 7. - S. 851-877.
- Balaam N. P., Booker J. R. Analysis of rigid rafts supported by granular piles // *International journal for numerical and analytical methods in geomechanics*. - 1981. - Т. 5. - No. 4. - S. 379-403.
- Priebe H. J. The design of vibro replacement // *Ground engineering*. - 1995. - Т. 28. - No. 10. - P. 31.
- Castro J. An analytical solution for the settlement of stone columns beneath rigid footings // *Acta Geotechnica*. - 2016. - Т. 11. - No. 2. - S. 309-324.
- Das A. K., Deb K. Experimental and 3D numerical study on time-dependent behavior of stone column–supported embankments // *International Journal of Geomechanics*. - 2018. - Т. 18. - No. 4. - S. 04018011.
- Sexton B. G., McCabe B. A., Castro J. Appraising stone column settlement prediction methods using finite element analyses // *Acta Geotechnica*. - 2014. - Т. 9. - No. 6. - S. 993-1011.
- Znamenskii V. V., Hegazy O. M., Sayed D. A. The 3D numerical model of the stone column in soft clay soils // *Journal of Physics: Conference Series*. - IOP Publishing, 2021. - Т. 1928. - no. 1. - S. 012011.
- Znamensky V.V., Sayed D.A. The results of the study of the work of foundations on crushed stone piles in weak clay soil // *Innovations and investments*. 2022. No. 8.
- Butterfield R. Dimensional analysis for geotechnical engineers // *Geotechnique*. - 1999. - Т. 49. - No. 3. - S. 357-366.
- Wood D. M. *Geotechnical modeling*. – CRC press, 2017.
- Tranmer M., Elliot M. Multiple linear regression // *The Cathie Marsh Center for Census and Survey Research (CCSR)*. – 2008.

# Влияние технологических факторов на свойства композиционных шпал инновационной конструкции

---

**Кондращенко Валерий Иванович,**

доктор технических наук, старший научный сотрудник, кафедра «Строительные материалы и технологии», Российский университет транспорта, kondrashchenko@mail.ru;

**Ван Чжуан,**

аспирант, кафедра «Строительные материалы и технологии», Российский университет транспорта, chuangw@mail.ru;

**Адилходжаев Анвар Ишанович,**

доктор технических наук, профессор, кафедра «Строительные материалы», Ташкентский государственный транспортный университет, anvar\_1950@mail.ru;

**Исмагилова Луиза Ильгизовна,**

кафедра «Строительные материалы и технологии», Российский университет транспорта, nirest96@mail.ru

Для композиционной шпалы инновационной конструкции, состоящей из наполненной полимерной матрицы, армированной стержнями из бамбука, выполнен анализ влияния технологических факторов на ее свойства, представленных в виде комплексного показателя – изгибной жесткости шпалы  $G_{изг}$ . Методом планирования экспериментов получены математические модели  $G_{изг}$ , с использованием которых установлена степень влияния на нее технологических факторов, располагающихся по степени влияния на  $G_{изг}$  в следующей последовательности: модуль упругости матрицы шпалы - наружный радиус стержней бамбука - модуль их упругости - расстояние от нижней (растянутой) грани шпалы до центра верхнего бамбукового стержня. Показано, что при этом изгибная жесткость композиционной шпалы изменяется в диапазоне  $(0,77-1,85) \cdot 10^6$  Па·м<sup>4</sup>, что открывает возможность рационального управления свойствами шпалы на практике.

**Ключевые слова:** планирование эксперимента; композиционная шпала; армирование бамбуком, изгибная жесткость шпалы; технологические факторы.

*Исследование было профинансировано РФФИ (№19-38-90179) и Китайским стипендиальным советом (премия г-ну Ван Чжуану за 48-месячное обучение за рубежом в Российском университете транспорта).*

## Введение

Шпалы являются ключевыми элементами верхнего строения железнодорожного (ж.д.) пути, обеспечивающих стабильность ж.д. колеи для безопасного движения поездов и равномерную передачу нагрузки от подвижного состава на балластную призму [1]. Технологии изготовления композиционных шпал разнообразны и во многом определяются региональными сырьевыми ресурсами, в том числе побочными продуктами промышленности и отходами [2]. Конструкции композиционных шпал также отличаются большим разнообразием, определяющим перспективность их применения на ж.д. транспорте с учетом возможности их вторичной переработки [3, 4]. В частности, предложенная в работе [5] инновационная конструкция композиционной шпалы, армированной бамбуком, перспективна для обширных регионов мира, богатых ресурсами



бамбука и отходами пластика, особенно в Восточной, Юго-восточной и Южной Азии. В тоже время для успешного применения такой конструкции целесообразно выполнить анализ влияния технологических факторов на свойства композиционной шпалы.

В качестве комплексного показателя свойств композиционной шпалы принята изгибная жесткость шпал  $G_{изг}$ , определяющая во многом работу верхнего строения ж.д. пути и состояние эксплуатируемого подвижного состава. Изгибная жесткость зависит от свойств материала шпал и ее геометрических параметров, включая расположение в них армирующих стержней из бамбука. Выполнение оценки степени влияния свойств материала и геометрических параметров на величину  $G_{изг}$  позволяет установить рациональные технологические параметры изготовления композиционных шпал.

## 2. Методы и материалы

### 2.1. Изгибная жесткость композиционной шпалы

Работа шпалы в ж.д. пути на изгиб является важнейшей характеристикой, влияющей на жесткость пути, стабильность ширины рельсовой колеи, равномерность распределения напряжений в балластной призме и ряд других важнейших показателей [6]. Комплексным показателем ее работоспособности может служить такой параметр, как изгибная жесткость, которая зависит от модулей упругости составляющих шпалу полимерной наполненной матрицы и бамбуковых стержней (функция материала) и их момента инерции (функция геометрии). Модуль упругости материала и изгибная жесткость некоторых шпал приведены в табл. 1.

Таблица 1  
Модуль упругости материала и изгибная жесткость шпал

Показатели	Материал шпал					
	Древесина	Бетон	FFU	Carbonloc	Axion	Integrigo
Модуль упругости $E \cdot 10^{-9}$ , Па	7,1-16,0	40,0	8,1	5,0	1,7	1,7
Изгибная жесткость $G_{изг} \cdot 10^{-3}$ , Па·м <sup>4</sup>	863-1944	4860	984	608	207	207

Примечания. 1. Изгибная жесткость рассчитана по формуле  $E \cdot ab^3/12$  для шпалы однородного прямоугольного сечения шириной  $a = 0,25$  м и высотой  $b = 0,18$  м. 2. Шпала: деревянная [6]; бетонная [7]; FFU – синтетическая [8]; Carbonloc – композиционная [9]; Axion – полимерная [10]; Integrigo – композиционная [11].

В разработанной инновационной конструкции композиционной шпалы [5] в качестве армирующих элементов используются бамбуковые стержни, расположенные симметрично относительно ее продольной оси (см. рис. 1, на котором обозначены  $R_1$  – наружный радиус верхнего стержня;  $r_1$  – то же, внутренний радиус;  $R_2$  – наружный радиус нижнего стержня;  $r_2$  – то же, внутренний радиус;  $a$ ,  $b$  – ширина и высота композиционной шпалы;  $z_0$  – расстояние от нижней (растянутой) грани шпалы до нейтральной оси;  $\rho$  – радиуса кривизны нейтральной оси (н.о.); ц.о. – центральная ось, а остальные обозначения поясняет рисунок).

Бамбуковые стержни предназначены в основном для обеспечения стабильности формы композиционной шпалы в процессе эксплуатации, которая может искажаться при накоплении во времени остаточных деформаций полимерной матрицей от нагрузки от подвижного состава, и стабилизации ширины рельсовой колеи за счет снижения коэффициента температурного расширения композиционной шпалы. Для по-

вышения несущей способности шпалы полости стержней в местах наибольших изгибающих моментов от поездной нагрузки – в средней части шпалы и в подрельсовых основаниях, заполнены безусадочным цементным раствором.

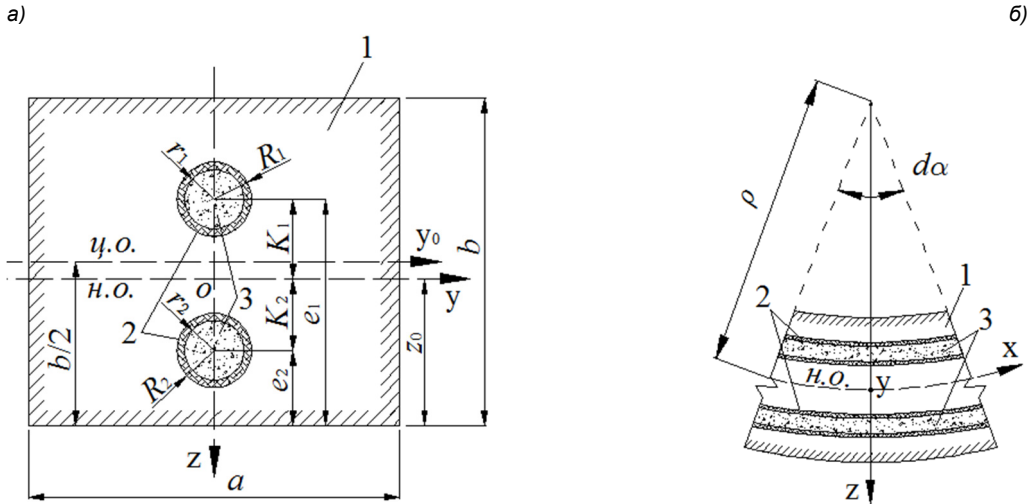


Рис. 1. Схемы поперечного сечения композиционной шпалы (а) и ее изгиба (б)  
 1 – полимерная матрица; 2 – бамбуковые стержни;  
 3 – цементно-песчаный камень (см. пояснения в тексте)

Методами теории упругости из условия равновесия фрагмента композиционной шпалы (рис. 1б) получена формула для расчета изгибной жесткости композиционной шпалы  $G_{изг}$  [12], которая при одинаковых бамбуковых стержнях (при  $R_1 = R_2 = R$ ,  $r_1 = r_2 = r$ ) и их симметричном расположении в сечении шпалы (при  $e_2 = b - e_1$ ) имеет вид:

$$G_{изг} = E_m \frac{ab^3}{12} + (E_\sigma - E_m) \cdot S_\sigma \left[ \frac{R^2 + r^2}{2} + 0,5b^2 + e_1^2 + e_2^2 - b(e_1 + e_2) \right] + (E_\psi - E_m) \cdot S_\psi \left[ r^2 + 0,5b^2 + b(e_1 + e_2) \right] + (E_\psi - E_m) \cdot S_\psi \left[ r^2 + 0,5b^2 + e_1^2 + e_2^2 - b(e_1 + e_2) \right], \quad (1)$$

где  $E_m$  – модуль упругости полимерной матрицы;  $E_\sigma$  – то же, бамбуковых стержней;  $E_\psi$  – то же, цементного камня в бамбуковых стержнях;  $S_\sigma = \pi(R^2 - r^2)$ ,  $S_\psi = \pi r^2$ .

## 2.2. Планирование эксперимента

Влияние технологических факторов на свойства композиционной шпалы изучали с использованием методов планирования активных экспериментов для получения полиномиальной модели (ПМ) изгибной жесткости шпалы  $G_{изг}$  как функции от физико-механических свойств и основных геометрических параметров, входящих в формулу (1) для ее определения. Варьируемыми факторами являлись:  $E_\sigma$  (обозначается в ПМ  $X_1$ ) – модуль упругости бамбуковых стержней, ГПа;  $E_m$  ( $X_2$ ) – то же, матрицы шпалы,

ГПа;  $R (X_3)$  – наружный радиус бамбукового стержня, мм;  $e_1 (X_4)$  – расстояние от нижней (растянутой) грани шпалы до центра сечения верхнего бамбукового стержня, мм.

Анализ выполняли в кодированном масштабе варьируемых переменных  $x$ , переход к которым от их натуральных значений  $X$  выполняется по уравнению:

$$x_i = \frac{X_i - X_0}{\Delta X}, \quad (2)$$

где  $X_i$  – текущее значение варьируемого фактора в натуральных единицах, изменяющегося от его наибольшего (верхний уровень)  $X_{max}$  до наименьшего (нижний уровень)  $X_{min}$  значений;  $X_0$  – основной уровень варьируемого фактора, равный

$$X_0 = \frac{X_{max} - X_{min}}{2}; \Delta X – интервал варьирования, равный  $\Delta X = X_{max} - X_0$ .$$

Варьируемые факторы в кодированном масштабе  $x$  и натуральном значении  $X$  приведены в табл. 2.

Таблица 2  
Натуральные  $X$  [13, 14] и кодированные  $x$  значения варьируемых факторов

Варьируемый фактор	Значение $X$ на уровнях			Интервал варьирования $\Delta X$
	нижнем ( $x = -1$ )	основном ( $x = 0$ )	верхнем ( $x = +1$ )	
$X_1 \cdot 10^{-9}$ Па	8	15	22	7
$X_2 \cdot 10^{-9}$ Па	7	11	15	4
$X_3$ , м	0,01	0,02	0,03	0,01
$X_4$ , м	0,13	0,14	0,15	0,01

По плану эксперимента Бокса типа  $B_4$  [15] была получена  $PM$  в виде полинома второй степени, адекватно (погрешность не превышает 1%) описывающая значения функции отклика – изгибной жесткости композиционной шпалы  $G_{изг}$  во всем диапазоне варьируемых факторов  $X$ , приведенных в табл. 2 (в уравнении исключены уравнения с незначимыми коэффициентами при переменных  $x_1x_2$ ,  $x_1^2$  и  $x_2^2$ ):

$$G_{изг} = 1305983 + 23683x_1 + 452713x_2 - 33820x_3 - 14723x_4 + 21462x_1x_3 + +18996x_1x_4 - 29520x_2x_3 - 19719x_2x_4 - 12248x_3x_4 - 9678x_3^2 - 1371x_4^2. (3)$$

### 3. Влияние технологических факторов на изгибную жесткость шпалы

Влияние технологических факторов на свойства композиционной шпалы инновационной конструкции устанавливали с использовали  $PM$  ее изгибной жесткости  $G_{изг}$  (1) при фиксированных значения ряда геометрических параметров: равенстве радиусов бамбуковых стержней  $R_1 = R_2 = R$ ,  $r_1 = r_2 = r$ ,  $r = 0,7R$  [16] и поперечном сечении шпалы (размеры соответствуют деревянным шпалам I типа) шириной  $a = 250$  мм и высотой  $b = 180$  мм.

При этом анализ выполняли по построенным с использованием уравнения (3) на квадрате базового поля  $F_1(x_i, x_j)$  изолиний значений  $G_{изг}$ . По осям такого квадрата две переменные в кодированном масштабе  $x_i$  и  $x_j$  изменяли в диапазоне значений от -1 до +1 при фиксированных значениях двух других переменных  $x_k$  и  $x_l$ . В точках базового поля  $F_1(x_i, x_j)$  с координатами  $x_i$  и  $x_j$ , равными сочетанию значений 0; -1 или +1, строили локальные поля  $F_2(x_k, x_l)$ , в которых варьируемыми переменными являются уже  $x_k$  и  $x_l$ .

Изолинии – уровни равных значений функций отклика  $G_{изз}$ , строили на базовом поле  $F_1(x_i, x_j)$  и в его точках на локальных полях  $F_2(x_k, x_l)$ : а) в локальных полях  $F_2(x_3, x_4)$ , построенных в точках  $(-1, -1)$ ,  $(-1, 1)$ ,  $(1, -1)$ ,  $(1, 1)$ ,  $(0, 0)$ ,  $(-1, 0)$ ,  $(+1, 0)$ ,  $(0, -1)$  и  $(0; +1)$  базового поля  $F_1(x_1, x_2)$  (рис. 2); б) в локальных полях  $F_2(x_2, x_4)$  в тех же точках базового поля  $F_1(x_1, x_3)$  (рис. 3); г) в локальных полях  $F_2(x_1, x_4)$  в тех же точках базового поля  $F_1(x_2, x_3)$  (рис. 4); д) в локальных полях  $F_2(x_1, x_3)$  в тех же точках базового поля  $F_1(x_2, x_4)$  (рис. 5).

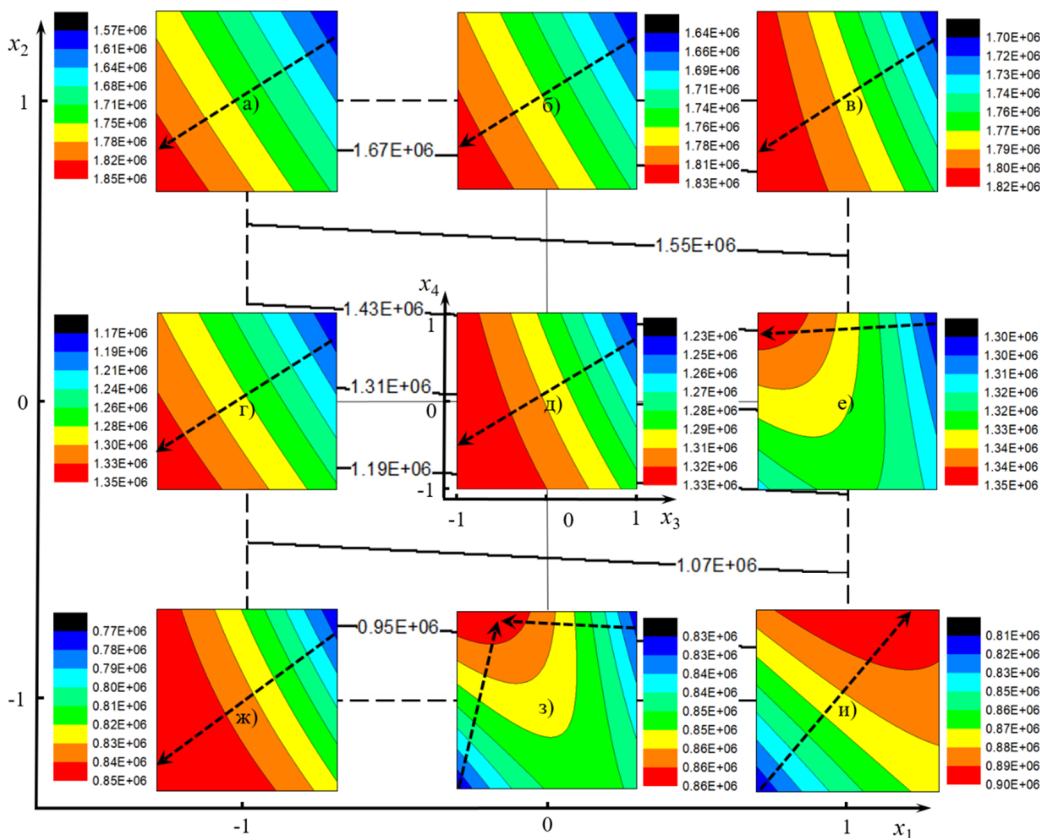


Рис. 2. Изолинии изгибной жесткости композиционной шпалы  $G_{изз}$ , Па·м<sup>4</sup>, в области варьируемых факторов  $x$ , отн. ед.

— базовое поле  $F_1(x_1, x_2)$  при  $x_3 = x_4 = 0$ ; — локальные поля  $F_2(x_3, x_4)$  в точках базового поля  $F_1(x_1, x_2)$ : а –  $x_1 = -1$  и  $x_2 = 1$ ; б –  $x_1 = 0$  и  $x_2 = 1$ ; в –  $x_1 = 1$  и  $x_2 = 1$ ; г –  $x_1 = -1$  и  $x_2 = 0$ ; д –  $x_1 = 0$  и  $x_2 = 0$ ; е –  $x_1 = 1$  и  $x_2 = 0$ ; ж –  $x_1 = -1$  и  $x_2 = -1$ ; з –  $x_1 = 0$  и  $x_2 = -1$ ; и –  $x_1 = 1$  и  $x_2 = -1$

← — направление наибольшего градиента  $\Delta G_{изз}$

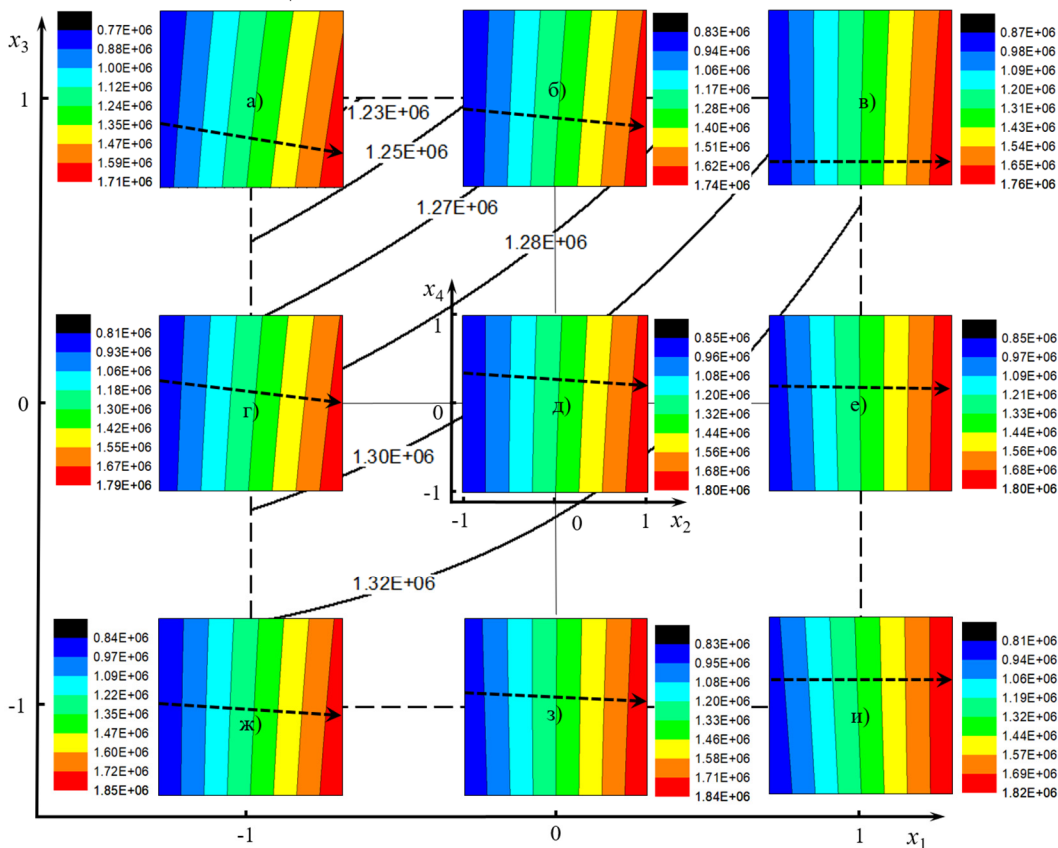


Рис. 3. Изолинии изгибной жесткости композиционной шпалы

$G_{изг}$ , Па·м<sup>4</sup>, в области варьируемых факторов  $x$ , отн. ед.

— — — — — базовое поле  $F_1(x_1, x_3)$  при  $x_2 = x_4 = 0$ ; — — — — — локальные поля

$F_2(x_2, x_4)$  в точках базового поля  $F_1(x_1, x_3)$ : а —  $x_1 = -1$  и  $x_3 = 1$ ; б —  $x_1 = 0$  и  $x_3 = 1$ ; в —  $x_1 = 1$  и  $x_3 = 1$ ; г —  $x_1 = -1$  и  $x_3 = 0$ ; д —  $x_1 = 0$  и  $x_3 = 0$ ; е —  $x_1 = 1$  и  $x_3 = 0$ ; ж —  $x_1 = -1$  и  $x_3 = -1$ ; з —  $x_1 = 0$  и  $x_3 = -1$ ; и —  $x_1 = 1$  и  $x_3 = -1$

← — — — — — направление наибольшего градиента  $\Delta G_{изг}$

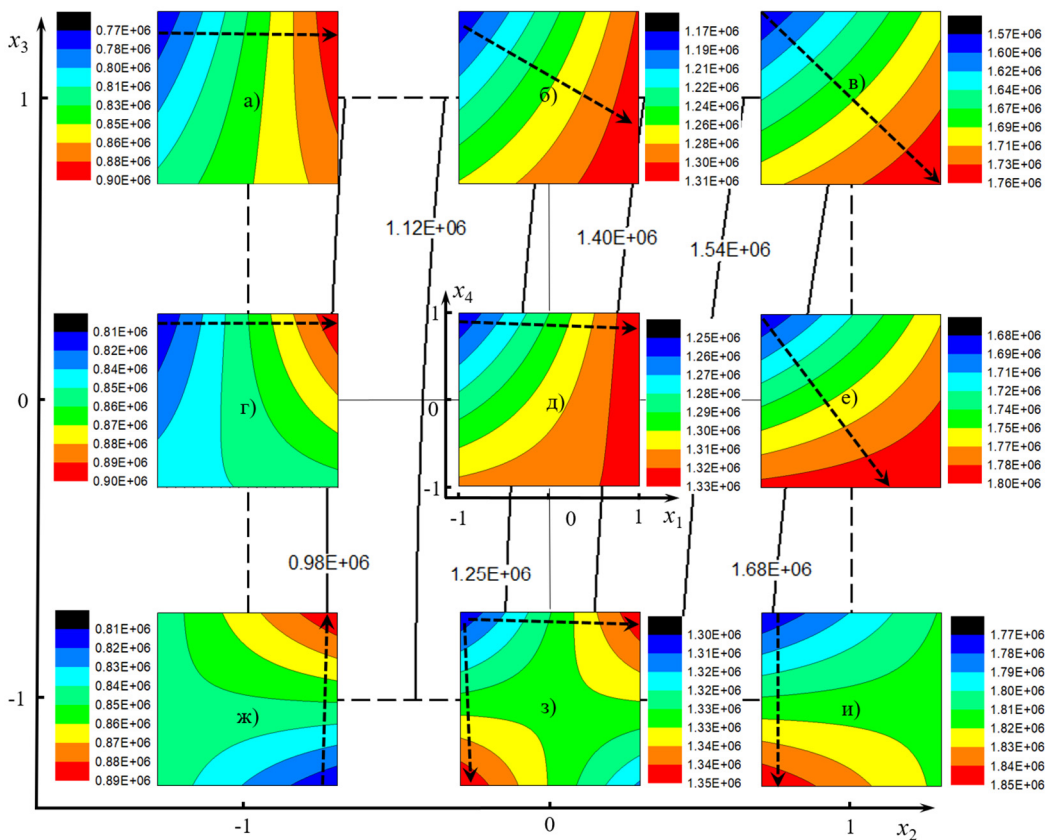


Рис. 4. Изолинии изгибной жесткости композиционной шпалы  $G_{изг}$ , Па·м<sup>4</sup>, в области варьируемых факторов  $x$ , отн. ед.  
 — базовое поле  $F_1(x_2, x_3)$  при  $x_1 = x_4 = 0$ ; — локальные поля  $F_2(x_1, x_4)$  в точках базового поля  $F_1(x_2, x_3)$ : а –  $x_2 = -1$  и  $x_3 = 1$ ; б –  $x_2 = 0$  и  $x_3 = 1$ ; в –  $x_2 = 1$  и  $x_3 = 1$ ; е –  $x_2 = -1$  и  $x_3 = 0$ ; д –  $x_2 = 0$  и  $x_3 = 0$ ; е –  $x_2 = 1$  и  $x_3 = 0$ ; ж –  $x_2 = -1$  и  $x_3 = -1$ ; з –  $x_2 = 0$  и  $x_3 = -1$ ; и –  $x_2 = 1$  и  $x_3 = -1$   
 ← — направление наибольшего градиента увеличения  $\Delta G_{изг}$

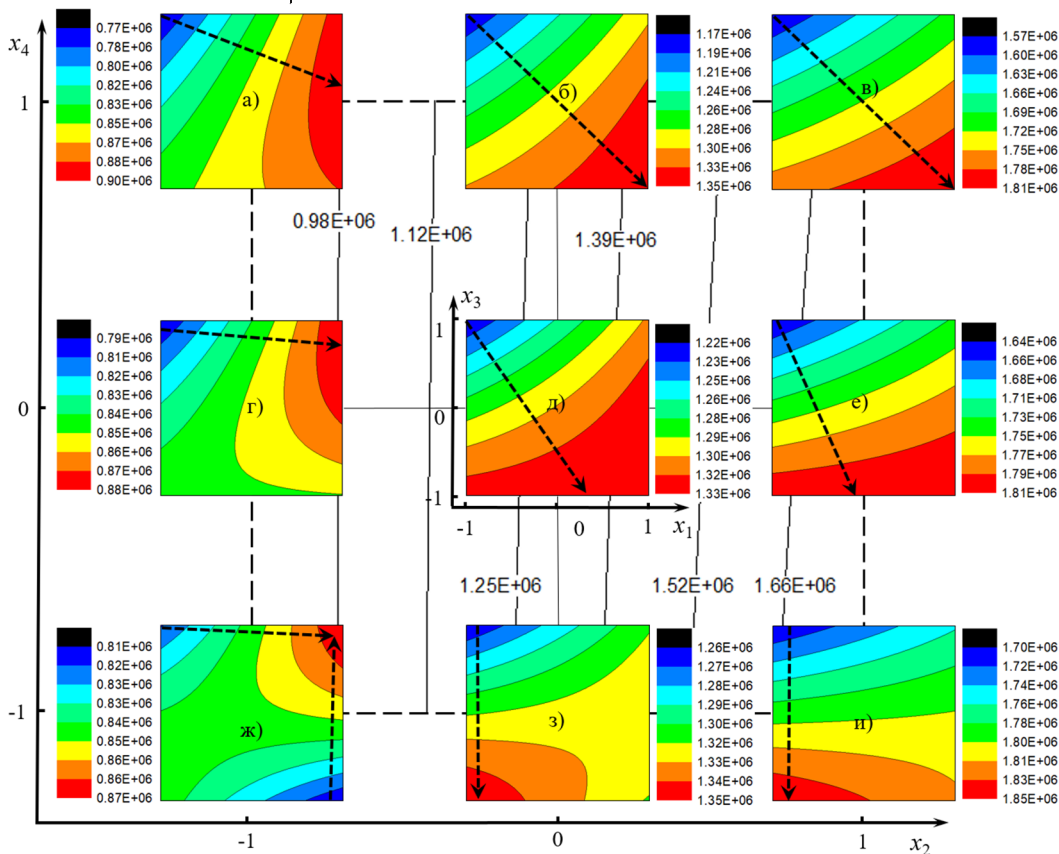


Рис. 5. Изолинии изгибной жесткости композиционной шпалы  $G_{изг}$ , Па·м<sup>4</sup>, в области варьируемых факторов  $x$ , отн. ед.

— базовое поле  $F_1(x_2, x_4)$  при  $x_1 = x_3 = 0$ ; — локаль-ные поля  $F_2(x_1, x_3)$  в точках базового поля  $F_1(x_2, x_4)$ : а —  $x_2 = -1$  и  $x_4 = 1$ ; б —  $x_2 = 0$  и  $x_4 = 1$ ; в —  $x_2 = 1$  и  $x_4 = 1$ ; г —  $x_2 = -1$  и  $x_4 = 0$ ; д —  $x_2 = 0$  и  $x_4 = 0$ ; е —  $x_2 = 1$  и  $x_4 = 0$ ; ж —  $x_2 = -1$  и  $x_4 = -1$ ; з —  $x_2 = 0$  и  $x_4 = -1$ ; и —  $x_2 = 1$  и  $x_4 = -1$   
 ← — направление наибольшего градиента увеличения  $\Delta G_{изг}$

#### 4. Обсуждение

Из рис. 2 (см. базовое поле  $F_1(x_1, x_2)$ ) следует, что при фиксированных значениях геометрических параметров – радиуса бамбуковых стержней  $R(x_3)$  и расстояния их верхнего ряда от растянутой грани шпалы  $e(x_4)$ , равных их основным уровням ( $R = 0,02$  м и  $e = 0,14$  м, см. табл. 2) наибольшее влияние на величину  $G_{изг}$  оказывает изменение модуля упругости матрицы шпалы  $E_m(x_2)$ , во всем диапазоне изменения которой влияние модуля упругости бамбуковых стержней  $E_b(x_1)$  на  $G_{изг}$  незначительно и изменяется по линейному закону.

В точках базового поля  $F_1(x_1, x_2)$  при фиксированных значениях  $E_b(x_1)$  и  $E_m(x_2)$  влияние геометрических параметров  $R(x_3)$  и  $e(x_4)$  (локальные поля  $F_2(x_3, x_4)$ ) на величину  $G_{изг}$  неоднозначно: если в базовом поле  $F_1(x_1, x_2)$  (локальные поля  $F_2(x_3, x_4)$ ) а, б, в, г, д и ж) наибольший градиент изменения изгибной жесткости  $\Delta G_{изг}$  для достижения ею

максимального значения  $\Delta G_{uzz}^{max}$  соответствует одновременному уменьшению геометрических параметров  $R$  и  $e$ , то в локальном поле  $F_2(x_3, x_4)$  и направление градиента  $\Delta G_{max}$  зависит от радиуса бамбуковых стержней  $R$  ( $x_3$ ), в локальном поле  $F_2(x_3, x_4)$  и – от увеличения радиуса стержней  $R$  ( $x_3$ ) и расстояния между ними  $e$  ( $x_4$ ), в локальном поле  $F_2(x_3, x_4)$   $z$  – одно направление градиента  $\Delta G_{uzz}$  зависит в основном от радиуса стержней  $R$  ( $x_3$ ) (при наибольших значениях  $R$  и  $e$ ), а другое – в основном от расстояния между ними  $e$  ( $x_4$ ) (при наименьших значениях  $R$  и  $e$ ).

Из рис. 3 (см. базовое поле  $F_1(x_1, x_3)$ ) следует, что при фиксированных значениях модуля упругости матрицы шпалы  $E_M$  ( $x_2$ ) и расстояния их верхнего ряда от растянутой грани шпалы  $e$  ( $x_4$ ), равных их основным уровням ( $E_M = 11 \cdot 10^9$  Па и  $e = 0,14$  м, см. табл. 2) на величину  $G_{uzz}$  оказывают практически равнозначное влияние изменения модуля упругости  $E_6$  ( $x_1$ ) и радиуса  $R$  ( $x_3$ ) бамбуковых стержней, увеличивая жесткость композиционной шпалы с ростом как одного, так и другого фактора.

В точках базового поля  $F_1(x_1, x_3)$  при фиксированных значениях  $E_6$  ( $x_1$ ) и  $R$  ( $x_3$ ) влияние модуля упругости матрицы шпалы  $E_M$  ( $x_2$ ) и геометрического параметра  $e$  ( $x_4$ ) (локальные поля  $F_2(x_2, x_4)$ ) на величину  $G_{uzz}$  вполне однозначно во всех точках факторного пространства базового поля  $F_1(x_1, x_3)$  – наибольшее влияние на градиент изменения изгибной жесткости  $\Delta G_{uzz}$  оказывает изменение модуля упругости матрицы шпалы  $E_M$  ( $x_2$ ).

Из рис. 4 (см. базовое поле  $F_1(x_2, x_3)$ ) следует, что при фиксированных значениях модуля упругости бамбуковых брусков  $E_6$  ( $x_1$ ) и геометрического параметра  $e$  ( $x_4$ ), равных их основным уровням ( $E_6 = 15 \cdot 10^9$  Па и  $e = 0,14$  м, см. табл. 2) определяющее влияние на  $G_{uzz}$  во всем диапазоне изменений радиуса бамбукового стержня  $R$  ( $x_3$ ) оказывает изменение модуля упругости матрицы шпалы  $E_M$  ( $x_2$ ).

В точках базового поля  $F_1(x_2, x_3)$  при фиксированных значениях  $E_M$  ( $x_2$ ) и  $R$  ( $x_3$ ) наблюдаются существенное изменение характера влияния варьируемых факторов  $E_6$  ( $x_1$ ) и  $e$  ( $x_4$ ) на величину изгибной жесткости композиционной шпалы  $G_{uzz}$  и градиента  $\Delta G_{uzz}$ . Если при больших радиусах бамбуковых стержней  $R$  ( $x_3$ ) (локальные поля  $F_2(x_1, x_4)$  а, б, в) первоначально (поле  $F_2(x_1, x_4)$  а)  $\Delta G_{uzz}$  зависел от изменения модуля упругости бамбуковых стержней  $E_6$  ( $x_1$ ), то с увеличением модуля упругости матрицы  $E_M$  ( $x_2$ ) на его величину в равной степени влияют как  $E_6$  ( $x_1$ ), так и  $e$  ( $x_4$ ) (локальные поля  $F_2(x_1, x_4)$  б, в). При средних значениях  $R$  ( $x_3$ ) (локальные поля  $F_2(x_1, x_4)$  г, д, е) упругости такой переход наблюдается только при максимальных величинах модуля матрицы композита  $E_M$  ( $x_2$ ) – в локальной поле  $F_2(x_1, x_4)$  е. При малых  $R$  ( $x_3$ ) (локальные поля  $F_2(x_1, x_4)$  ж, з, и) наблюдается совершенно другая картина: при низких значениях  $E_M$  ( $x_2$ ) на величину  $\Delta G_{uzz}$  оказывает влияние параметр  $e$  ( $x_4$ ), характеризующий расстояние между бамбуковыми брусками (локальное поле  $F_2(x_1, x_4)$  ж), при средних (локальное поле  $F_2(x_1, x_4)$  з) это уже зависит от соотношения  $E_6$  ( $x_1$ ) и  $e$  ( $x_4$ ), а при высоких (локальное поле  $F_2(x_1, x_4)$  и) снова полностью определяется геометрическим параметром  $e$  ( $x_4$ ), но с «обратным знаком» по отношению к локальному полю  $F_2(x_1, x_4)$  ж.

Из рис. 5 (см. базовое поле  $F_1(x_2, x_4)$ ) следует, что при фиксированных значениях модуля упругости бамбуковых стержней  $E_6$  ( $x_1$ ) и их диаметра  $R$  ( $x_3$ ), равных их основным уровням ( $E_6 = 15 \cdot 10^9$  Па и  $R = 0,02$  м, см. табл. 2) во всем диапазоне изменений  $e$  ( $x_4$ ) определяющее влияние на  $G_{uzz}$  оказывает изменение модуля упругости матрицы шпалы  $E_M$  ( $x_2$ ).

В точках базового поля  $F_1(x_2, x_4)$  при фиксированных значениях  $E_M$  ( $x_2$ ) и  $e$  ( $x_4$ ) при высоких и средних значениях параметра  $e$  ( $x_4$ ) (см. локальные поля  $F_2(x_1, x_3)$  а, б, в, г,



д, е на рис. 5) со снижением расстояния между брусками  $e(x_4)$  возрастает влияние модуля упругости матрицы шпалы  $E_m(x_2)$  на градиент  $\Delta G_{изз}$  и при больших расстояниях между ними ( $x_4$ ) влияние варьируемых факторов  $E_b(x_1)$  и  $R(x_3)$  равнозначно (см. локальное поле  $F_2(x_1, x_3)$  в), а с уменьшением параметра  $e(x_4)$  влияние радиуса бамбуковых стержней  $R(x_3)$  становится преобладающим (см. локальное поле  $F_2(x_1, x_3)$  е). При низких значениях  $E_m(x_2)$  и  $e(x_4)$  (см. локальное поле  $F_2(x_1, x_3)$  ж) влияние  $E_b(x_1)$  и  $R(x_3)$  неоднозначно: при высоких значениях модуля упругости бамбуковых стержней их геометрические характеристики  $R(x_3)$  являются определяющими, а при их больших радиусах – модуля упругости бамбука  $E_b(x_1)$ . В тоже время с ростом модуля упругости матрицы  $E_m(x_2)$  влияние снижения радиуса брусков на  $\Delta G_{изз}$  является основным (см. локальные поля  $F_2(x_1, x_3)$  з, и).

Из рисунков 2-5 следует, что изгибной жесткостью композиционной шпалы  $G_{изз}$  можно управлять в достаточно широком диапазоне  $(0,77-1,85) \cdot 10^6$  Па·м<sup>4</sup>, т.е. примерно между значениями деревянных шпал из мягкой и твердой пород (см. табл. 1). Также имеется возможность управления в широком диапазоне ее параметрами используя материалы с более высоким или низким модулем упругости.

Таким образом, выявленные закономерности по влиянию технологических факторов на свойства композиционной шпалы позволило оптимизировать инновационную конструкцию композиционной шпалы с учетом установленной связи между изгибной жесткостью и эксплуатационными особенностями ж.д. пути.

## 5. Выводы

1. Для композиционной шпалы инновационной конструкции была получена *ПМ* для расчета ее изгибной жесткости  $G_{изз}$  и методами планирования экспериментов получена полиномиальная модель, адекватно (с погрешностью до 1%) описывающая значения  $G_{изз}$  в широком диапазоне варьирования такими технологическими факторами, как модули упругости бамбуковых стержней  $E_b$  и полимерной матрицы  $E_m$ , наружный радиус бамбукового стержня  $R$  и параметра, определяющего расстояние между бамбуковыми стержнями  $e_1$ .

2. С использованием *ПМ* изгибной жесткости композиционной шпалы  $G_{изз}$  «на квадрате» построены графические зависимости влияния на ее величину таких технологических факторов, как модули упругости полимерной матрицы шпалы и бамбуковых стержней, радиус стержней из бамбука и параметра, характеризующего расстояние между армирующими бамбуковыми стержнями, позволившими выполнить анализ влияния варьируемых факторов на целевую функцию  $G_{изз}$ .

3. Выполнением графо-аналитического анализа влияния технологических факторов на изгибную жесткость композиционных шпал инновационной конструкции установлено, что наибольшее влияние на величину  $G_{изз}$  оказывает модуль упругости полимерной матрицы композиционной шпалы  $E_m$ , а другие факторы по значимости располагаются в следующей последовательности: модуль упругости матрицы шпалы из пластика - радиус стержней из бамбука - модуль упругости бамбуковых стержней - расстояние от нижней (растянутой) грани шпалы до центра сечения верхнего стержня бамбука.

4. Изгибную жесткость композиционной шпалы инновационной конструкции можно изменять в диапазоне  $0,77-1,85 \cdot 10^6$  Па·м<sup>4</sup>, соответствующем ее значениям для деревянных шпал из мягкой и твердой пород древесины. Полученные результаты открывают возможность гибкого управления изгибной жесткостью композиционной шпалы предложенной конструкции на практике.

## Литература

1. Esveld C. Modern Railway Track (2nd Editon). Delft: MRT Proctions. 2001.
2. Кондращенко В.И., ВАН Чжуан. Композиционные подрельсовые основания. Материалы // Строительные материалы. 2020. № 1-2. С. 95-111.
3. Кондращенко В.И., Савин А.В., ВАН Чжуан. Композиционные подрельсовые основания. Конструкции // Строительные материалы. 2020. № 10. С. 52-76.
4. Кондращенко В.И., Харчевников В.И., Стородубцева Т.Н., Бондарев Б.А. Древесностекловолоконистые композиционные шпалы. – М.: Издательство "Спутник+", 2009. – 311 с.
5. Патент РФ 2707435. Композиционная шпала. Кондращенко В.И., Аскадский А.А., Аскадский Ал.А., Мороз П.А., ВАН Чжуан, ЦЗИН Гоцин. Дата подачи заявки: 28.02.2019. Опубликовано: 26.11.2019 Бюл. № 33.
6. SALIH, Choman, et al. Effect of bending and compressive modulus of elasticity on the behaviour of timber-alternative railway sleepers supported by ballast. Case Studies in Construction Materials, 2021, e00597.
7. PANG, Yong, et al. Measurement of deformation of the concrete sleepers under different support conditions using non-contact laser speckle imaging sensor. Engineering Structures, 2020, 205: 110054.
8. FFU Synthetic Sleeper | Railway Technology, 2010. <https://www.renos.fi/>. Accessed 23 Dec 2021.
9. CarbonLoc Pty Ltd. Comparison of Engineering Properties of Composite Materials for Sleepers; CarbonLoc Pty Ltd.: Toowoomba, Australia, 2014.
10. Axion, Axion Structural Innovations, ECOTRAX Composite Railroad Ties, 2019. <https://axionsi.com/>. Accessed 18 Jun 2022.
11. Integrico, IntegriTies, 2019. <https://www.integrico.com/integrities>. Accessed 25 Jun 2022.
12. Kondrashchenko V.I., WANG Chuang. A Study on the Flexural Stiffness of an Innovated Composite Sleeper. AIP conference proceeding, 2022 (in press).
13. Zhang Dan, Wang Ge, Zhang Wen-fu, Cheng Hai-tao. Mechanical properties of Phyllostachys pubescens. Journal of Central South University of Forestry & Technology. 2012, Jul. Vol. 32(7): 119-123. (In Chinese)
14. Callister, William D., and David G. Rethwisch. Materials Science and Engineering: An Introduction, 10th Edition. New York: Wiley, 2018.
15. Бродский В.З., Бродский Л.И., Голикова Т.И. и др. Таблицы планов эксперимента для факторных и полиномиальных моделей: Справ. изд. / Под. ред. В.В. Налимова. – М.: Металлургия, 1982. – 751 с.
16. Wei Wei, Yongfu Yang. The effect of shaping on the radial compressive load of small diameter bamboo [J]. Wood Processing Machinery, 2010, 21(6): 15-18. (In Chinese).

### **Influence of technological factors on the properties of composite sleepers of innovative design**

**Kondrashchenko V.I., Wang Zhuang, Adilkhodzhaev A.I., Ismagilova L.I.**

Russian University of Transport

For a composite sleeper of an innovative design, consisting of a filled polymer matrix reinforced with bamboo rods, an analysis was made of the influence of technological factors on its properties, presented as a complex indicator - the bending stiffness of the sleeper  $G_{bend}$ . By the method of planning experiments, mathematical models of  $G_{bend}$  were obtained, using which the degree of influence of technological factors on it was established, arranged according to the degree of influence on  $G_{bend}$  in the following sequence: elastic modulus of the sleeper matrix - outer radius of bamboo rods - their modulus of elasticity - distance from the lower (stretched) edge of the sleeper to the center of the upper bamboo rod. It is shown that in this case the bending rigidity of the composite sleeper changes in the range (0.77-1.85)·10<sup>6</sup> Pa·m<sup>4</sup>, which opens up the possibility of rational control of the properties of the sleeper in practice.

Keywords: experiment planning; composite sleeper; reinforcement with bamboo, flexural rigidity of the sleeper; technological factors.

#### References

1. Esveld C. *Modern Railway Track* (2nd Edition). Delft: MRT Proctions. 2001.
2. V. I. Kondrashchenko and Wang Zhuang. Composite rail foundations. *Materials // Construction materials*. 2020. No. 1-2. pp. 95-111.
3. V. I. Kondrashchenko, A. V. Savin, and Wang Zhuang. Composite rail foundations. *Constructions // Construction materials*. 2020. No. 10. S. 52-76.
4. Kondrashchenko V.I., Kharchevnikov V.I., Storodubtseva T.N., Bondarev B.A. Wood fiber composite sleepers. - M.: Publishing house "Sputnik +", 2009. - 311 p.
5. RF patent 2707435. Composite sleeper. Kondrashchenko V.I., Askadsky A.A., Askadsky A.A., Moroz P.A., WANG Zhuang, JING Guoqing. Application date: 02/28/2019. Published: 26.11.2019 Bull. No. 33.
6. SALIH, Choman, et al. Effect of bending and compressive modulus of elasticity on the behavior of timber-alternative railway sleepers supported by ballast. *Case Studies in Construction Materials*, 2021, e00597.
7. PANG, Yong, et al. Measurement of deformation of the concrete sleepers under different support conditions using non-contact laser speckle imaging sensor. *Engineering Structures*, 2020, 205:110054.
8. FFU Synthetic Sleeper | Railway Technology, 2010. <https://www.renos.fi/>. Accessed 23 Dec 2021.
9. CarbonLoc Pty Ltd. Comparison of Engineering Properties of Composite Materials for Sleepers; CarbonLoc Pty Ltd.: Toowoomba, Australia, 2014.
10. Axion, Axion Structural Innovations, ECOTRAX Composite Railroad Ties, 2019. <https://axions.com/>. Accessed 18 Jun 2022.
11. Integrico, IntegriTies, 2019. <https://www.integrico.com/integrities>. Accessed 25 Jun 2022.
12. Kondrashchenko V.I., WANG Chuang. A Study on the Flexural Stiffness of an Innovated Composite Sleeper. AIP conference proceeding, 2022 (in press).
13. Zhang Dan, Wang Ge, Zhang Wen-fu, Cheng Hai-tao. Mechanical properties of *Phyllostachys pubescens*. *Journal of Central South University of Forestry & Technology*. 2012 Jul. Vol. 32(7): 119-123. (In Chinese)
14. Callister, William D., and David G. Rethwisch. *Materials Science and Engineering: An Introduction*, 10th Edition. New York: Wiley, 2018.
15. Brodsky V.Z., Brodsky L.I., Golikova T.I. Tables of experimental plans for factorial and polynomial models: Ref. ed. / Under. ed. V.V. Nailimov. - M.: Metallurgy, 1982. - 751 p.
16. Wei Wei, Yongfu Yang. The effect of shaping on the radial compressive load of small diameter bamboo [J]. *Wood Processing Machinery*, 2010, 21(6): 15-18. (In Chinese).

# Опасные метеорологические процессы, влияющие на технологию строительного процесса на территории Калмыкия

---

## **Сангаджиев Мерген Максимович,**

кандидат геолого-минералогических наук, доцент, кафедра строительства, инженерно-технологический факультет, ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова», smm54724@yandex.ru

## **Цеденова Амуланга Баатровна,**

студент, кафедра строительства, инженерно-технологический факультет, ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова», ts.amulanga2002@gmail.com

## **Андрушкаева Александра Саналовна,**

студент, кафедра строительства, инженерно-технологический факультет, ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова», aandrushkaeva@mail.ru

## **Бембеев Эльвек Арсланович,**

студент, кафедра строительства, инженерно-технологический факультет, ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова», elvekbembееv1@gmail.com

## **Убушеев Арлтан Юрьевич,**

студент, кафедра строительства, инженерно-технологический факультет, ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова», ubusheev1artlan@gmail.com

Климат стал одним из важных понятий в обществе. Он несет разную нагрузку в общественное сознание человека, общества. Данные, полученные с метеорологических источников, широко распространено в сети Интернет ресурсов, средствах массовой информации, телевидения. Физико-механические и химические свойства атмосферного слоя стала изменяться. Ветра дующие на территории Прикаспийской низменности и в частности в ее Калмыцкой части очень сложны по траектории своего движения. Скорости ветров на разных высотах, низинах, балок очень разнообразны по своей структуре, картине. Климат региона влияет на здоровье человека, особенно на молодое поколение, на детей. *Целью* представленной работы была поставлена задача по изучению данных по метеорологии региона. Жаркий климат является одним из факторов влияющий на температуру в регионе, образование суховеев и пыльных бурь. Бурный рост строительной промышленности в России и в степной и полупустынной зоне Прикаспия требует специального изучения климатических параметров. *Материалами* исследования послужил литературный анализ и данные Интернет ресурсов находящиеся в открытом доступе. Использован материал, полученный в период экспедиционных маршрутов по территории республики. Собранные данные по почвам, растительному слою, водным ресурсам. Основной *гипотезой* был принят закон равновесия в природной среде, ее энтропия упорядоченности. *Полученные* в результате исследования материалы позволяют в дальнейшем их использования для прогнозирования стихийных бедствий, как природного характера, так и антропогенные. Студенты, инженера могут использовать данные для написания курсовых и выпускных работ, работники строительной индустрии использовать материал для принятия управленческих решений.

**Ключевые слова:** климат; метеорология; строительный процесс; территория; Калмыкия; энтропия упорядоченности; экспедиции.

**Введение. Цели и задачи исследования.** Калмыцкая часть территории расположена в юго-западной части Прикаспийской низменности. Территориально она относится к восточной части Европы в ее Российской части. На юго-востоке территория Калмыкии омывается Каспийским морем, которая оказывает влияние на климат прибрежной зоны.

Для понятия современного состояния климата, был проанализирован исторический аспект территории Калмыкии со времен океана Тетис до наших времен. Климат связан с данными ветров, акватории водных поверхностей и т.д.

Рельеф территории в основном постоянен, изрезан сетью балок в основном у подножья Ергененской возвышенности [9-12]. Глубины балок, оврагов составляет не более 20-30. Ергенинская возвышенности по территории Калмыкии начинается с границ Ики-Бурульского района (гора Шерет – 222 м) и простирается до Волгоградской области. Исторически Ергененская возвышенность более 70000 лет назад представлял собой береговую линию Каспийского (Хазарского моря). Вся восточная и южная часть была морской акваторией. Береговая линия моря в разные исторические времена часто менялся. Это связано с климатом самой Европы в разные геологические эпохи [12,13].

В тектоническом отношении территория Республика Калмыкия расположена на стыке двух крупных платформенных структур - древней Восточно-Европейской (Русской) платформы и молодой Скифской плиты [5,6,13].

Впервые территория Калмыкии и Прикаспийской низменности по вопросам климата, гидрографии, форм рельефа были подробно изучены Н.А. Димо и Б.А. Келлером (1906 г.). А. Д. Архангельский (1912, 1928 гг.), представлены данные по тектоники и наличие лесса в Калмыкии [9,15,16].

Основная *цель* была принята в связи со сложными климатическими факторами, такими как высокие температуры, связанные с циркуляцией в атмосферных слоях. Образование сильных ветров, дующие с юго-востока (с Азии) и задачи исследования связаны с гидрологией и метеорологией региона.

**Литературный анализ.** В работе использован материал широко распространенный в открытом доступе на интернет ресурсах, библиотечном фонде университета, работы авторов. В основном весь материал можно разделить на три группы. Первая группа – работы иностранных авторов связанные с тектоникой, геодинамикой Прикаспийской низменности [5,6].

Вторая группа данных – это работы, изданные советскими и российскими учеными по климату в регионе и в целом в России [1,4,10]. Отдельно отметим работы по геологическому строению Калмыкии и Прикаспия изданные в разные годы [7,8,10].

Третья группа статей и монографий – работы авторов. Вопросы по недропользованию и инженерно-геологическим особенностям на территории Республики Калмыкия [7,9]. Сюда также относятся работы по механизации строительных процессов, влиянию водных потоков на строительный процесс и жилищно-коммунальные услуги [2,3].

Песок, сильные ветра, суховей, процессы опустынивания в регионе также влияют на технологию строительного процесс [8,9]. Пояс опустынивания постепенно двигается на запад Калмыкии [15].

В заключение можно сказать, что фактор влияния человека на рельеф, процессы опустынивания связаны в основном с антропогенными воздействиями, которые продолжаются уже более 60 лет. В частности система пастбищных угодий на Черных Землях (Яшкульский, Юстинский, Черноземельский районы Калмыкии) [14]. Бурный рост нефтегазовой промышленности, использования тяжелой техники также оставили свой след на земле Калмыкии. Главная проблема это процесс опустынивания, пустыни в Калмыкии занимают 23% от всей территории [4]. Кадастровая стоимость земли в республике везде одинаковы, центр города или пустыня, цены одинаковы.

**Основная часть.** Сильные ветра, достигающие до 30 м/с приходится нижние слои атмосферы, а ветра на высоте 20-30 м имеют скорость выше. В частности нами были исследованы ветряные электростанции в зимнее и летнее время года.

А на высотах 70 м и более скорости ветра достигают 30 м/с и выше.

Это все указывает на сложную динамику движения облаков и циркуляцией воздуха.

На стадии проектирования зданий и сооружений, надо учитывать высотность, строить здание с учетом розы ветров. А на стадии подготовки оснований и фундаментов, надо учитывать инженерно-геологические характеристики района заложения, глубину фундамента и способы и устройства.

Монтажные работы и работы связанные с кладкой и установкой плит перекрытия также надо учитывать скорости ветра. Особенно это касается в летнее время. Больше всего по сроку ветер дует в конце лета, и в начале осени. Также ветер сопровождается движением масс мелкодисперсного песка.

Перед выполнением отделочных работ надо установить все окна и двери. А также должна быть готовая крыша. Это позволяет сохранить отделочные работы на высоком качественном уровне. Особенно работы связанные с отделкой стен: штукатурные работы; наклейка обоев; покрасочные работы.

Окна и двери красят отдельно и уже готовые устанавливаются. Обязательным условиями должно быть подача энергии, верхний свет, вентиляция, например напольная. Если окна имеет не стандартные размеры, то надо учитывать ветровую нагрузку на стекло. Толщина стекол должна быть более 7 мм. Иногда устанавливаю защитные стекла с примесью свинца, или других химических соединений. Также надо учитывать естественный радиационный фон территории зданий и сооружений. При строительстве спортивных сооружений обязательным условиями является крыша и система вентиляции помещений всех типов.

В зонах с сейсмичности более 5-6 баллов, обязательными условия является разработка систем усиления самого фундамента и стен, перекрытия.

Цвет покраски стен на разных этажах и комнат может быть разными. Офисные помещения, расположенные на нижних или верхних этажах отделяются также по-разному. Отделка потолков также может быть разная.

Внешняя отделка стен в зависимости от материала: кирпич, блоки или сайдинг (сайдинг пластиковый для наружной отделки дома) в зависимости от климата, ветровой нагрузки разная. Покраска стен может быть также не одинаковой, разной. Главное условия краски должны быть влага не проникаемые. Краски для облицовки внешней поверхности стен должны сочетать в себе не только качественные показатели, но и служить как можно дольше.

Сами фасадные краски для наружных работ несут в себя не только декоративные, но и защитные покрытия. Они «работают» под палящим солнцем, дождем и снегом.

**Заключения, выводы.** В заключение можно сказать, что контроль технологии строительного процесса и ее взаимосвязь с метрологическими параметрами является наиболее важным показателем надежности и долговечности зданий и сооружений.

**Основной вывод** по представленной работе является контроль качества работ, их выполнения согласно нормативам прописанные в проекте.

**Литература**

1. Бадрудинова, А.Н., Сангаджиев, М.М., Слизская, А.А., Эрдниев, О.В., Сукулов, С.Л. Неблагоприятные климатологические условия, влияющие на технологию строительных процессов в пустынных и полупустынных зонах Калмыкии. // Журнал «Перспективы науки» SCIENCE PROSPECTS, Тамбов. 2019 № 2 (113). - С.68-76.
2. Бадрудинова, А.Н. Механизация строительных работ. // Вестник Учебно-методического объединения по образованию в области природообустройства и водопользования. 2012. №4. С. 232-236.
3. Банкурова, Р. У. Влияние антропогенных факторов на динамику экосистем Северо-Западного Прикаспия / Р. У. Банкурова // Молодой ученый. – 2015 – № 23. С. 401–404.
4. Болтыров, В.Б. Опасные природные процессы: учебное пособие / Болтыров В.Б.; Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 207. -224 с.
5. Дрейка, Ч., Шмита, Л. Современные проблемы геодинамики: Пер. с англ. Г.В. Лазаревой – М.: Мир, 1984. 280 с., ил.
6. Оливер, К. Тектоника и рельеф: Пер. с англ. В.В. Седина. – М.: Недра, 1984, 460 с. – Пер.изд.: Великобритания, 1981.
7. Сангаджиев, М.М. Особенности недропользования на территории Республики Калмыкия. / М.М. Сангаджиев. - Элиста. Изд-во Калм.ун-та, 2015. 144 с.: ил.
8. Сангаджиев, М.М. Песок Калмыкии /Антропогенная трансформация геопроцессов: история и современность [текст] материалы Всероссийской научно-практической конференции г. Волгоград, 28-29 апреля 2014 года / редкол.: С.Н. Конищев (отв.ред.) [и др.]; Федер.гос.авт.образоват.учреждение высш.проф.образования «Волгоград. Гос. Ун-т». – Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2014. – 504 с. - С.142-146.
9. Сангаджиев, М.М. Пустыни Калмыкии: / монография; Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова. СПб: Сциентиа, 2022 – 108 с. ISBN 978-5-6045762-7-4.
10. Сангаджиев, М.М., Арашаев, А.В., Очиров, В.А., Араев, Н.Г., Бадмаев, Д.Е. Влияние природно-климатических факторов на строительную индустрию Калмыкии. // Инновации и инвестиции. 2020. № 11. С. 246-248.
11. Сангаджиев, М.М., Дегтярев, К.С., Онкаев, А.В., Леджинов, В.С. Ергени Калмыкии: геолого-географические особенности, проблемы, будущее. Геомеханика, геотехника, геоэкология, гидротехника. Баку: Азербайджанский научно-исследовательского института строительства и архитектуры. № 10, 2016. – С. 283-289.
12. Сангаджиев, М.М., Леджинов, В.С. Четвертичные отложения Ергенинской возвышенности, Калмыкия. // Наука и образование в жизни современного общества: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 30 декабря 2014 г.: в 12 частях. Часть 1. Тамбов: ООО «Консалтинговая компания Юком», 2015. 164 с., с. 134-135.
13. Сангаджиев, М.М., Манджиева, Т.В., Битяева, Г.Е. Тектоника и рельеф Калмыкии и Прикаспия: история, настоящее и будущее. // В сборнике: Каспий: прошлое, будущее, настоящее. Сборник научных статей. Сост. К.А. Маркелов [и др.]. Астрахань, 2021. С. 62-66.
14. Сангаджиев, М.М., Онкаев, В.А., Арашаев, А.В., Кедеева, О.Ш., Онкаев, А.В. Геолого-географический фактор: некоторые особенности северо-восточной части Республики Калмыкия // Астраханский вестник экологического образования. 2022. № 1 (67). - С. 73-81.

15. Сахельский пояс в Калмыкии: проблемы опустынивания [Электронный ресурс]: учебное пособие – Эл. изд. - Электрон. Текстовые дан. (1 файл pdf: 107 с.). - Сангаджиев М.М., Дорджиев А.Г., Сангаджиева Л.Х., Арашаев А.В., Гермашева Ю.С., Онкаев В.А., Эрдниев О.В., Сангаджиева С.А., Мушаева К.Б., Стаселько Е.А. – Режим доступа: <http://scipro.ru/conf/desert.pdf>. Сист. требования: Adobe Reader; экран 10". DOI 10.54092/9781716000072 ISBN 978-1-716-00007-2

16. Харченко, В.М., Дорджиев, А.Г., Сангаджиев, М.М., Дорджиев, А.А. Инженерно-геологическое районирование территории Калмыкии [текст] / В.М. Харченко, А.Г. Дорджиев, М.М. Сангаджиев, А.А. Дорджиев. - Элиста: Изд-во Калм. ун-та, 2012. - 212 с.

#### **Hazardous meteorological processes affecting construction technology in Kalmykia**

**Sangadzhiev M.M., Tsedenova A.B., Andrushkaeva A.S., Bembeev E.A., Ubusheev A.Yu.**

Kalmyk State University them. B.B. Gorodovikov

Climate has become one of the important concepts in society. It carries a different load in the public consciousness of a person, society. Data obtained from meteorological sources is widely distributed on the Internet resources, the media, and television. Physico-mechanical and chemical properties of the atmospheric layer began to change. The winds blowing on the territory of the Caspian lowland and in particular in its Kalmyk part are very complex along the trajectory of their movement. Wind speeds at different heights, lowlands, beams are very diverse in their structure and pattern. The climate of the region affects human health, especially the younger generation, children. The purpose of the presented work was to study the data on the meteorology of the region. The hot climate is one of the factors affecting the temperature in the region, the formation of dry winds and dust storms. The rapid growth of the construction industry in Russia and in the steppe and semi-desert zone of the Caspian Sea requires a special study of climatic parameters. The materials of the study were a literary analysis and data from Internet resources that are in the public domain. The material obtained during the period of expeditionary routes through the territory of the republic was used. Collected data on soils, vegetation layer, water resources. The main hypothesis was adopted by the law of equilibrium in the natural environment, its entropy of order. The materials obtained as a result of the study will allow their further use for predicting natural disasters, both natural and anthropogenic. Engineering students can use the data to write term papers and graduation papers. Workers in the construction industry can use the material to take on managerial affairs.

Keywords: climate; meteorology; construction process; territory; Kalmykia; entropy of order; expeditions.

#### **References**

1. Badrudinova, A.N., Sangadzhiev, M.M., Slizskaya, A.A., Erdniev, O.V., Sukulov, S.L. Unfavorable climatological conditions affecting the technology of construction processes in the desert and semi-desert zones of Kalmykia. // Journal "Perspectives of Science" Science prospects, Tambov. 2019 No. 2 (113). - P.68-76.
2. Badrudinova, A.N. Mechanization of construction works. // Bulletin of the Educational and Methodological Association for Education in the Field of Environmental Management and Water Use. 2012. No. 4. pp. 232-236.
3. Bankurova, R. U. Influence of anthropogenic factors on the dynamics of ecosystems of the North-Western Caspian / R. U. Bankurova // Young scientist. - 2015 - No. 23. P. 401-404.
4. Boltyrov, V.B. Dangerous natural processes: textbook / Boltyrov V.B.; Ural. state mountain university - Yekaterinburg: Publishing house of USGU, 2007. -224 p.
5. Drake, Ch., Schmitt, L. Modern problems of geodynamics: Per. from English. G.V. Lazareva - M.: Mir, 1984. 280 p., ill.
6. Oliver, K. Tectonics and relief: Per. from English. V.V. Gray hair. – M.: Nedra, 1984, 460 p. - Rev. ed.: Great Britain, 1981.
7. Sangadzhiev, M.M. Peculiarities of subsoil use on the territory of the Republic of Kalmykia. // MM. Sangadzhiev. - Elista. Publishing house of Kalm.un-ta, 2015. 144 p.: ill.
8. Sangadzhiev, M.M. Sand of Kalmykia / Anthropogenic transformation of geospace: history and modernity [text] materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference, Volgograd, April 28-29, 2014 / editorial board: S.N. Konishchev (editor-in-chief) [and others]; Federal State Institution of Higher Professional Education "Volgograd. State. Univ. - Volgograd: Publishing House of VolGU, 2014. - 504 p. - P.142-146.
9. Sangadzhiev, M.M. Deserts of Kalmykia: / monograph; Kalmyk State University B.B. Gorodovikov. St. Petersburg: Scientia, 2022 - 108 p. ISBN 978-5-6045762-7-4.
10. Sangadzhiev, M.M., Arashaev, A.V., Ochirov, V.A., Araev, N.G., Badmaev D.E. Influence of natural and climatic factors on the construction industry of Kalmykia. // Innovations and investments. 2020. No. 11. S. 246-248.
11. Sangadzhiev, M.M., Degtyarev, K.S., Onkaev, A.V., Legzhinov, V.S. Ergeni Kalmykia: geological and geographical features, problems, future. Geomechanics, geotechnics, geoecology, hydraulic engineering. Baku: Azerbaijan Research Institute of Construction and Architecture. No. 10, 2016. - P. 283-289.
12. Sangadzhiev, M.M., Ledzhinov, V.S. Quaternary deposits of the Ergeni Upland, Kalmykia. // Science and education in the life of modern society: a collection of scientific papers based on the materials of the International Scientific and Practical Conference on December 30, 2014: in 12 parts. Part 1. Tambov: Yukom Consulting Company LLC, 2015. 164 p., p. 134-135.
13. Sangadzhiev, M.M., Mandzhieva, T.V., Bityaeva, G.E. Tectonics and relief of Kalmykia and the Caspian: history, present and future. // In the collection: Caspian: past, future, present. Collection of scientific articles. Comp. K.A. Markelov [i dr.]. Astrakhan, 2021, pp. 62-66.
14. Sangadzhiev, M.M., Onkaev, V.A., Arashaev, A.V., Kedeeva, O.Sh., Onkaev, A.V. Geological and geographical factor: some features of the north-eastern part of the Republic of Kalmykia // Astrakhan Bulletin of Ecological Education. 2022. No. 1 (67). - S. 73-81.



15. Sahel belt in Kalmykia: problems of desertification [Electronic resource]: textbook - El. ed. - Electron. Text data. (1 pdf file: 107 pages). - Sangadzhiev M.M., Dordzhiev A.G., Sangadzhieva L.Kh., Arashaev A.V., Germasheva Yu.S., Onkaev V.A., Erdniev O.V., Sangadzhieva S.A., Mushaeva K.B., Staselko E.A. – Access mode: <http://scipro.ru/conf/desert.pdf>. Syst. requirements: Adobe Reader; screen 10'. DOI 10.54092/9781716000072 ISBN 978-1-716-00007-2
16. Kharchenko, V.M., Dordzhiev, A.G., Sangadzhiev, M.M., Dordzhiev, A.A. Engineering-geological zoning of the territory of Kalmykia [text] / V.M. Kharchenko, A.G. Dordzhiev, M.M. Sangadzhiev, A.A. Dorjiev. - Elista: Kalm Publishing House. un-ta, 2012. - 212 p.

# Оценка геотехнических рисков при строительстве подземных сооружений открытым и закрытым способом

---

**Чунюк Дмитрий Юрьевич**

к.т.н., доцент, заведующий кафедрой механики грунтов и геотехники, НИУ МГСУ. chunyuksu@mgsu.ru

**Сельвиан Серафима Михайловна**

преподаватель кафедры механики грунтов и геотехники, НИУ МГСУ. Selviyansm@yandex.ru

В современной практике строительства и эксплуатации ответственных подземных объектов в крупных мегаполисах многие задачи предупреждения нештатных ситуаций, а в случае их проявления – ликвидации последствий, решаются организацией научно-технического сопровождения работ на всех стадиях жизненного цикла сооружения.

При этом основное значение придаётся решению геотехнических вопросов, например таких, как оценка возможного негативного влияния нового строительства на окружающую природную и городскую среду, изменение условий статической работы возводимых конструкций во времени, определение категории геотехнической сложности строительства.

Оформление процесса оценки рисков следует выполнять в виде реестра рисков и защитных мероприятий, а также матриц последствий/вероятностей.

Реестр рисков объединяет сведения о рисках для информирования лиц, подвергающихся риску, и тех, кто несёт ответственность за управление рисками.

**Ключевые слова:** подземные объекты, мегаполис, ликвидации последствий, городская среда, жизненный цикл сооружения, геотехнические риски

## Введение

Риски и проявления нештатных ситуаций при подземном строительстве в крупных мегаполисах, прежде всего, специфическими, сложными инженерно-геологическими, гидрогеологическими и градостроительными условиями заложения объектов, к которым можно отнести:

- ✓ наличие мощного слоя техногенных грунтов, закарстованных грунтов, высокую активность подземных вод и обводнённость участков подземного строительства и т.д.;

- ✓ значительные техногенные нагрузки на инженерно-геологическую среду города, которые, провоцируя негативные быстропротекающие геологические процессы, ухудшают условия строительства и эксплуатации подземных объектов;

- ✓ наличие плотной городской застройки и необходимость ведения работ по подземному строительству в стеснённых условиях, где в зону влияния попадают, помимо строящихся, и многие другие здания, сооружения и коммуникации.

Перечисленные факторы риска и возможность их действия в невыгодном сочетании определяют необходимость их идентификации и учёта в течение всего жизненного цикла подземного сооружения (при проведении изысканий, проектировании, строительстве, эксплуатации и реконструкции), что призвано оптимизировать выбор

места расположения объекта (например трассы тоннеля) и соответствующих защитных мероприятий, стоимость которых во многом зависит от степени опасности для различных условий заложения выработки.

В современной практике строительства и эксплуатации ответственных подземных объектов в крупных мегаполисах многие задачи предупреждения нештатных ситуаций, а в случае их проявления – ликвидации последствий, решаются организацией научно-технического сопровождения работ на всех стадиях жизненного цикла сооружения.

При этом основное значение придаётся решению геотехнических вопросов, например таких, как оценка возможного негативного влияния нового строительства на окружающую природную и городскую среду, изменение условий статической работы возводимых конструкций во времени, определение категории геотехнической сложности строительства.

С этой целью выполняется комплекс дополнительных изысканий, расчётов с использованием современных геотехнических программно-вычислительных комплексов, таких как PLAXIS, Z\_Soil, MIDAS и др., мониторинг напряжённо-деформированного состояния системы «грунтовый массив – сооружение». По результатам данных работ вносятся коррективы в конструктивные и технологические решения, в способности обеспечения эксплуатационной надёжности строящихся и действующих объектов. Однако эффективность учёта особенностей той или иной геотехнической ситуации для оценки рисков пока во многом определяется квалификацией и опытом организаций, выполняющих проектирование, строительство или эксплуатацию объекта. Имеющаяся по этому вопросу нормативно-методическая база, включая Руководство Международной тоннельной ассоциации, носит в основном общий характер.

В современной практике проектирования сложных и опасных производственных процессов используется, в основном, комплексная оценка совокупной вероятности причин, рисков и последствий возможной нештатной ситуации (события). При этом полученный ущерб (последствия) не разделяется на составляющие в зависимости от вызвавших их причин. Такая оценка не позволяет оптимизировать выбор и оценивать эффективность мероприятий по снижению риска от каждого из возможных видов опасности.

Предлагаемая в данной статье методика, разработанная в развитие существующих методов, предусматривает выделение отдельных составляющих общего ущерба (последствий) от рисков и определение цены каждой составляющей от разных причин (опасные инженерно-геологические процессы, отступления от проекта, технологические сбои и т.п.). Такой подход позволяет «точно» выполнять мероприятия по снижению рисков. Например, защитные мероприятия применимы к конкретному, наиболее значительному последствию и при этом не затрагивают причины и события, стоимость риска которых, за исключением снижаемого последствия, остаётся приемлемой или пренебрежимо малой.

В практике подземного строительства выполнение таких «точных» мероприятий наиболее актуально в связи с соотношением размеров зоны потенциальной опасности объекта строительства и зоны распространения опасных инженерно-геологических процессов.

Риском в описываемой Методике считается событие, имеющее свою причину и неблагоприятные последствия. К каждому событию могут приводить несколько причин, а каждое последствие может быть результатом нескольких событий.

Для всех объектов существует свой уникальный спектр рисков, который зависит, в том числе, от параметров объекта (геометрических, конструктивных, функциональных и т.п.) и его местоположения.

Стоимость рисков может быть выражена как в долях (%) от стоимости, так и в денежных или условных единицах.

Оценка рисков в подземном строительстве представляется в виде процесса, определённые действия в котором выполняются согласно алгоритму, представленному на блок-схеме по рис. 1.

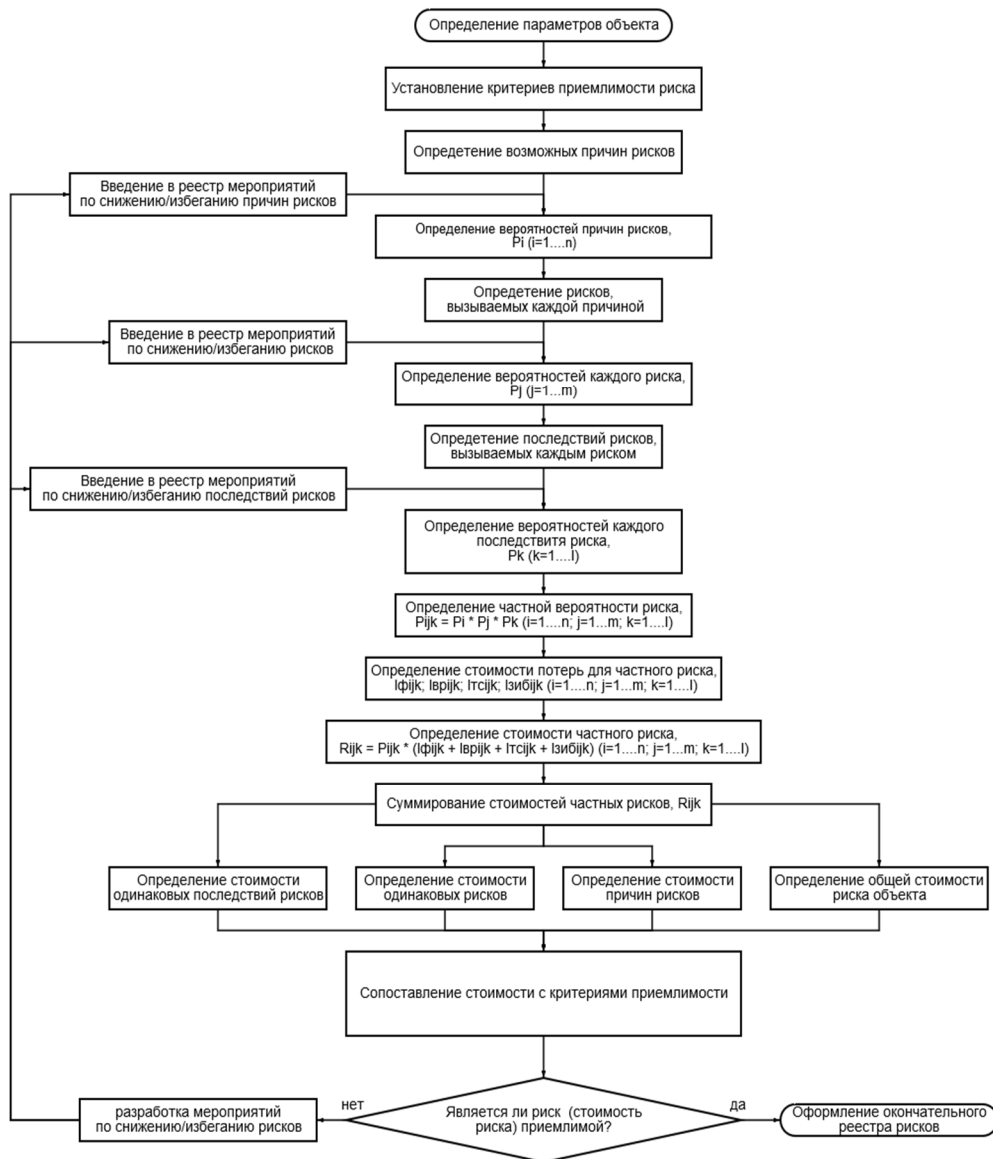


Рис. 1. Алгоритм процесса оценки рисков при подземном строительстве

Руководствуясь предлагаемым алгоритмом, можно оценить стоимость риска (стоимость последствий с учётом вероятности возникновения нештатной ситуации от каждой из возможных причин) как для отдельных последствий, так и для отдельных событий.

Процесс оценки риска является поэтапным, при том, что в рамках каждого этапа указывается, какие действия и с использованием каких методов они должны быть выполнены. Процесс оценки рисков (см. блок-схему алгоритма оценки рисков на рис. 1.) рекомендуется начинать с выявления категории допустимости риска для каждого объекта, имея в виду следующие определения:

- ✓ пренебрежимый риск – риск, при котором возможная стоимость потерь незначительно влияет на стоимость возведения объекта;
- ✓ приемлемый риск – риск, при котором возможную стоимость потерь может допустить инвестор, заказчик или проектировщик;
- ✓ условно приемлемый риск – риск, при котором возможную стоимость потерь может допустить инвестор, если предотвратить нештатную ситуацию будет стоить дороже;
- ✓ неприемлемый риск – риск, предотвращение реализации которого необходимо независимо от стоимости.

На основе результатов изысканий и, исходя из принципиальных проектных решений, составляют перечень потенциальных причин рисков, которые заносятся в реестр рисков. Причины рисков могут быть обусловлены инженерно-геологическими условиями, принятыми конструктивными решениями, методами строительства, последовательностью выполнения работ и пр.

После идентификации причин рисков определяют сами события (риски, нештатные ситуации) и их последствия, вызываемые выявленными причинами рисков. На этой стадии рекомендуется применять следующие методы:

- ✓ контрольные списки;
- ✓ анализ дерева событий;
- ✓ анализ дерева отказов;
- ✓ анализ причинно-следственных связей.

После составления перечня рассматриваемых причин, событий и последствий определяют вероятности проявления каждой из причин, событий и последствий. При этом для каждого риска (события) вероятность его проявления определяют при условии, что причина риска присутствует (у причины риска вероятность равна 100%), а вероятность проявления последствия риска – при условии, что событие произошло (у события вероятность равна 100%).

Для каждого последствия определяется вероятность его проявления (назовём это частной вероятностью риска) перемножением вероятностей этого последствия и вероятностей причины и события, приведших к этому конкретному последствию. Частные вероятности рисков от других причин или событий оцениваются отдельно:

$$P_{ijk} = p_i \times p_j \times p_k, \quad (1.1)$$

где  $P_{ijk}$  – вероятность частного риска с учётом вероятности причины и риска, вызывающих это последствие;  $p_i$  – вероятность возникновения причины риска (события);  $p_j$  – вероятность возникновения риска (события), при этом различные причины риска могут быть источником одинаковых рисков;  $p_k$  – вероятность наступления последствия риска (события), при этом у различных рисков (событий) могут быть одинаковые последствия.

Далее следует определить стоимости потерь от частного риска, т.е. стоимости ликвидации последствий или ущерба от последствия риска в случае его (последствия) наступления.

Для определения стоимости потерь применимы такие методы как:

- ✓ экспертный метод;
- ✓ статистический метод;
- ✓ специальные методики оценки ущерба от аварий.

На следующем этапе определяют стоимости частного риска перемножением частной вероятности риска на стоимость потерь от частного риска:

$$R_{ijk} = P_{ijk}(I_{\phi} + I_{\text{вр}} + I_{\text{тс}} + I_{\text{ЗиБ}})_{ijk}, \quad (1.2)$$

где  $R_{ijk}$  – стоимость частного риска, вызванного определёнными причинами и событиями (рисками);  $I_{\phi}$  – сумма финансовых потерь, выраженная в денежных единицах либо в долях (%) от стоимости строительства;  $I_{\text{вр}}$  – сумма потерь из-за простоя в строительстве, выраженная в денежных единицах либо в долях (%) от стоимости строительства;  $I_{\text{тс}}$  – сумма ущерба третьей стороне, выраженная в денежных единицах либо в долях (%) от стоимости строительства;  $I_{\text{ЗиБ}}$  – сумма ущерба для здоровья и безопасности людей, выраженная в денежных единицах либо в долях (%) от стоимости строительства.

После определения стоимости потерь от частного риска суммируется стоимость частных рисков для получения следующих величин:

Стоимость одного последствия. В данной методике определяется как сумма всех стоимостей частного риска от одинаковых последствий (и разных причин рисков и/или рисков).

Стоимость одного риска. В данной методике определяется как сумма всех стоимостей частных рисков от одинаковых рисков (и различных причин).

Стоимость причин риска. В данной методике определяется как сумма всех стоимостей частных рисков от одной причины риска.

Общая стоимость риска объекта. В данной методике определяется как сумма всех стоимостей частных рисков.

Далее следует оценить приемлемость риска, т.е. сопоставить стоимость частных рисков и общего риска с принятыми для объекта категориями рисков. Для этого удобно пользоваться методами ALARP или SFAIRP.

ALARP и SFAIRP – это аббревиатуры выражений «As Low as Reasonable Practicable» и «So Far as Reasonable Practicable», которые воплощают принцип «разумного выполнения». Они представляют собой принципы, в которых условие приемлемости или переносимости риска заключается в том, насколько целесообразны расходы для снижения риска: ALARP – принцип снижения риска до минимально возможного уровня; SFAIRP – принцип обеспечения безопасности до практически возможного.

Критерии SFAIRP и ALARP предназначены для достижения одного и того же результата, при том что ALARP обеспечивает безопасность, делая риск настолько низким, насколько это практически возможно, а SFAIRP не ссылается на уровень риска. SFAIRP обычно интерпретируется как критерий для оценки контроля управления риском.

Модель ALARP может использоваться для классификации рисков в одной из трёх категорий следующим образом (см. схему на рис.3.):

недопустимая категория риска, когда деятельность должна быть прекращена, чтобы снизить её до приемлемого уровня;

широко приемлемая категория риска, когда риск настолько низок, что не нужно учитывать дальнейшее его снижение (но оно может быть осуществлено, если это практически осуществимо и разумно);

участок между этими границами (ALARP), когда дальнейшее снижение риска должно быть реализовано, если это практически осуществимо.



Рис. 3. Диаграмма градации риска ALARP

В качестве входных данных выступает информация об источнике риска и связанном с ним риском; о контроле на месте и о других возможных мерах контроля; о потенциальных последствиях; о вероятности того, что эти последствия будут иметь место; о стоимости возможных мероприятий по снижению уровня риска (обработки риска).

Результатом является решение о том, необходима ли обработка риска и как её следует выполнять.

После оценки приемлемости рисков разрабатываются и выбираются мероприятия по снижению/избеганию рисков, определённых как неприемлемые и условно приемлемые. В процессе поиска мероприятий проводят идентификацию причин рисков, вызванных изменением проектных решений (выполнением мероприятий).

Для каждого мероприятия оценивается его эффективность путём сопоставления общей стоимости риска объекта без мероприятия и с мероприятием, повторно выполняя оценку с учётом выполнения соответствующих мероприятий. При этом следует учесть, что мероприятие по снижению / предотвращению риска может привести к появлению новых рисков. Влияние (максимум 100%) мероприятия по снижению определённной категории (причина, событие, последствие) вычисляется по формуле

$$p_n = \frac{p_{ст}}{100\%} \times \left(1 - \frac{p_{эм}}{100\%}\right) \times 100\%, \quad (1.3)$$

где  $p_n$  – вероятность реализации (появления) причины, события (риска) или последствия после применения мероприятия, %;  $p_{ст}$  – вероятность реализации (появления) причины, события (риска) или последствия до проведения мероприятия, %;  $p_{эм}$  – эффективность мероприятия по снижению/избеганию риска, %.

### Выводы

На основании полученных стоимостей рисков без мероприятий и с мероприятиями, а также стоимости проведения мероприятия окончательно выбирают мероприятия по их технической и финансовой эффективности.

Оформление процесса оценки рисков следует выполнять в виде реестра рисков и защитных мероприятий, а также матриц последствий/вероятностей.

Реестр рисков объединяет сведения о рисках для информирования лиц, подвергающихся риску, и тех, кто несёт ответственность за управление рисками. Он может быть сформирован в бумажном виде или в виде базы данных. Реестр рисков обычно включает в себя:

- краткое описание риска (название, последствия и последовательность событий);
- заявление о вероятности возникновения последствий;
- источники или причины риска;
- информацию о том, что в настоящее время делается для управления риском.

В целях удобства анализа реестра рисков рекомендуется включать в него перечень причин, событий и последствий, а также описание мероприятий по снижению вероятности реализации соответствующей риска.

При необходимости в реестр рисков включаются дополнительные графы, например, для отображения приемлемости риска и необходимости его снижения.

Исходными данными для составления реестра рисков являются результаты процесса оценки рисков, описанного ранее, а на выходе – полная информация о возможных рисках.

## Литература

1. М. Ю. Абелев, Д. Ю. Чунюк, Д. Л. Каралли и Р. Р. Бахронов, “Особенности возведения уплотненных песчаных оснований зданий с заменой газогенерирующих грунтов”, Пром. Гражданин. Строительство., № 5, 34-40 (2021).

2. Д. Ю. Чунюк, “Особенности классификации и компоненты геотехнического риска в строительстве”, Пром. Гражданин. Строительство., № 9, 42-44 (2013).

3. Д. Ю. Чунюк и А. В. Краснова, “Геологическая составляющая геотехнического риска при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий с развитой подструктурой”, Естеств. Техн. Науки, № 3 (81), 207-209 (2015).

4. С. Н. Богачев, А. А. Школьников, Р. А. Розентул и Н. А. Климова, “Строительные риски и способы их минимизации”, Academia. Архитект. Строительство., №1. 88-92 (2015).

5. М. Ю. Абелев, Д. Ю. Чунюк, И.В. Аверин, А.П. Левченко “Учет геотехнических рисков при полевых исследованиях грунтов фундаментов зданий”. Редактор В.В. Космин. Издательство: Россия, Москва, ООО "АСВ". стр. 224. (2021)

6. В.Е. Меркин, К.О. Пудов, М.Г. Зерцалов, Е.Н. Петрова, Д. Ю. Чунюк, В.Л. Беляев и др. “Справочное руководство по оценке и учету рисков при освоении подземного пространства в городе Москве”. Издательство: Инфра-Инжиниринг. Стр. 305 (2021).

### **Assessment of geotechnical risks in the construction of underground structures in an open and closed way**

**Chunyuk D.Yu., Selvian S.M.**

NRU MGUSU

In the modern practice of construction and operation of critical underground facilities in large metropolitan areas, many tasks of preventing emergency situations, and if they occur, eliminating the consequences, are solved by organizing scientific and technical support for work at all stages of the life cycle of a structure.

At the same time, the main importance is attached to solving geotechnical issues, for example, such as assessing the possible negative impact of new construction on the natural and urban environment, changing the conditions for the static operation of structures under construction over time, and determining the category of geotechnical complexity of construction.

The risk assessment process should be formalized in the form of a register of risks and protective actions, as well as consequences/probability matrices.

The risk register brings together risk information to inform those at risk and those responsible for risk management.

Keywords: underground facilities, metropolis, aftermath, urban environment, structure life cycle, geotechnical risks



**References**

1. M. Yu. Abelev, D. Yu. Chunyuk, D. L. Karalli and R. R. Bahronov, "Peculiarities of construction of compacted sandy building foundations with replacement of gas generating soils", Prom. Citizen. Construction., No. 5, 34-40 (2021).
2. D. Yu. Chunyuk, "Features of classification and components of geotechnical risk in construction", Prom. Citizen. Construction., No. 9, 42-44 (2013).
3. D. Yu. Chunyuk and A. V. Krasnova, "Geological component of geotechnical risk in the design, construction and operation of buildings with a developed substructure", Natural Techn. Science, No. 3 (81), 207-209 (2015).
4. S. N. Bogachev, A. A. Shkolnikov, R. A. Rozentul and N. A. Klimova, "Construction risks and ways to minimize them", Academia. Architect. Construction., No. 1. 88-92 (2015).
5. M. Yu. Abelev, D. Yu. Chunyuk, I.V. Averin, A.P. Levchenko "Accounting for geo-technical risks in field studies of building foundation soils". Editor V.V. Kosmin. Publisher: Russia, Moscow, LLC "ASV". p. 224. (2021)
6. V.E. Merkin, K.O. Pudov, M.G. Zertsalov, E.N. Petrova, D. Yu. Chunyuk, V.L. Belyaev et al. "Handbook for assessing and accounting for risks in the development of underground space in the city of Moscow." Publisher: Infra-Engineering. Page 305 (2021).

# Повышение качества дорожных вяжущих материалов при проектировании в экстремальных погодных условиях

---

**Суворова Анна Анатольевна**

кандидат технических наук, доцент, кафедра материаловедения и технологии машиностроения, Российский государственный аграрный университет-МСХА имени К.А.Тимирязева, lannas2073@gmail.com

Известно, что технический уровень автомобильных дорог должен отвечать требованиям основных транспортно-эксплуатационных характеристик, где покрытию отводится роль выполнения особых функций. Щебеночно-мастичный асфальтобетон (ЩМА) - один из материалов, лучше всего отвечающий указанным требованиям. Повышенная износостойкость, прочность щебеночного каркаса позволяют устраивать из них слои покрытия меньшей толщины без снижения общего модуля упругости и, как правило, с увеличенным сроком службы покрытия и улучшенными эксплуатационными показателями. Технические требования как немецких норм, так и большинства стран представляют собой, по сути, метод "рецептов", заключающийся в использовании нормируемых зерновых составов прерывистой гранулометрии с обеспечением нормируемой остаточной пористости при использовании битумного вяжущего с заданными требованиями и показателя стечения за счет использования стабилизирующих добавок. Практическая апробация ЩМА в тех или иных регионах фактически приводила к внесению соответствующих корректив при разработке собственных национальных нормативных документов. Состав ЩМАС характеризуется высоким содержанием крупных зерен, что создают минеральный скелет в количестве 60-80% по массе, пустотность которого заполняется мастиковой частью, состоящей из асфальтового вяжущего и асфальтового раствора. До появления ЩМА исследователями асфальтобетонных смесей и асфальтобетона была создана теория структурообразования с использованием фундаментальных положений физико-химической механики строительных материалов, согласно которой по способу уплотнения асфальтобетонные смеси разделяют на уплотняемые и литые. Для практической реализации были разработаны горячие, теплые и холодные смеси с образованием минимальной толщины пленки битумного вяжущего на поверхности минеральных материалов, что обеспечивает его максимальную когезионную прочность.

**Ключевые слова:** Повышение качества, дорожное покрытие, щебеночно-мастичный асфальтобетон, рациональное конструирование, погодные условия.

В связи с повышением параметров нагрузки от грузовых транспортных средств и их доли в транспортном потоке требуется повышения характеристик асфальтобетона для обеспечения прочности и долговечности покрытия и всей дорожной инфраструктуры. Именно идея увеличения количества каркасных зерен в асфальтобетоне указывала пути на решение таких задач. Однако существовала проблема при высоких технологических температурах вытекания мастичной части из щебеночно-мастичного асфальтобетона (ЩМА). Эта проблема была решена за счет применения волокон различного происхождения, среди которых широкое применение получили тонко дисперсные волокна из целлюлозы.

В последние годы на основе реальной практики применения ЩМА и растущих транспортно-эксплуатационных требований к покрытию совершенствуются методики проектирования состава ЩМА, пытаясь точнее характеризовать физико-механические свойства и эксплуатационное поведение асфальтобетона. Из анализа приведенных исследований [12, 13, 16] можно сделать вывод, что при подборе асфальтобетонных смесей необходимо тщательно учитывать объемно-весовые характеристики.

Покрытие с учетом условий работы материала в соответствии с действующими нормативными документами [8] должно быть достаточно прочным, долговечным, выносливым и устойчивым при движении транспортных средств; водонепроницаемым и обеспечивать поверхностный водоотвод с проезжей части; устойчивым к переменного увлажнения и замерзания; обеспечивать распределение транспортной нагрузки на конструктивные слои, лежащие ниже, и уменьшать возможные динамические удары; ровным и обеспечивать плавность движения; шероховатым и обеспечивать достаточное сцепление с шинами автомобилей и легко поддаваться ремонту. Поэтому дорожное покрытие находится в более сложных эксплуатационных условиях, чем другие слои в конструкции дорожной одежды [4, 6].

Во время эксплуатации на покрытие влияет ряд неблагоприятных факторов, действующих как в отдельности, так и совместно, их условно делят на две группы:

- циклические временные и долговременные нагрузки от транспорта, вызывающие сложное неблагоприятное напряженно-деформированное состояние покрытия;
- влияние факторов, обусловленных атмосферными явлениями (колебания температуры, атмосферные осадки, переменное замораживание-оттаивание воды в порах и поврежденных местах, влияние агрессивных сред в результате попадания на покрытие соляных растворов, горюче-смазочных материалов и др.).

На долговечность асфальтобетонного покрытия более существенное влияние оказывает транспортная нагрузка, о чем свидетельствует анализ экспериментальных исследований в работах [8].

Для предотвращения расслоения асфальтобетонной смеси, которая вмещает повышенное количество вяжущего по сравнению с традиционными типами асфальтобетона, во время процессов транспортировки и укладки в нее вводят стабилизирующую добавку [10]. Добавкой является вещество, стабилизирующее щебеночно-мастичную асфальтобетонную смесь, обеспечивая ее устойчивость к расслоению [5].

Сначала как стабилизирующие добавки использовали преимущественно волокна асбеста и резиновую крошку [2, 7], затем в ЦМА стали добавлять целлюлозные, полимерные и минеральные волокна, специальные термопластичные полимеры и производные кремниевой кислоты. В качестве стабилизирующих добавок широкое применение получили материалы в виде волокон, особенно целлюлозные волокна, широкомасштабные исследования которых проводились зарубежными и отечественными учеными [9].

Для всех стран Западной Европы характерны определенные особенности условий приготовления и транспортировки ЦМАС, где с целью предотвращения расслоения смесей не практикуют выдерживания или ограничивают время пребывания в бункере накопителе, и размещают асфальтобетонные заводы возле объектов строительства таким образом, чтобы расстояние транспортировки не превышала 30 – 40 км.

Кроме того, в последнее время широко внедряются перегружатели ЦМАС для ее гомогенизации перед укладкой смеси асфальтоукладчиком. Кроме того, существенное внимание на Европейских асфальтобетонных заводах уделяют точности соблюдения запроектированного состава ЦМАС.

С этой целью применяют узкие фракции каменного материала, хранения мелких фракций под навесом, твердое покрытие площадок для хранения каменных материалов и достаточное количество бункеров и дозаторов предварительного дозирования материалов.

Особое внимание уделяют тщательному и строгому контролю качества на всех этапах проектирования, производства и испытания ЦМАС. Все эти и другие меры в

комплексе обеспечивают высокое качество и однородность ЩМАС в том числе и включающие расслоение смеси при транспортировке и укладке на объекте строительства.

Мастичная часть ЩМАС представляет собой композитный материал, состоящий из битумной матрицы и соответствующих наполнителей и проявляет характерные для структурированных систем тиксотропные свойства [4, 6]. Исходя из определения понятия тиксотропии – временного понижения вязкости вязко-текучей или пластичной системы в результате ее деформирования независимо от физической природы происходящих изменений в ней, истечение мастичной части ЩМАС в значительной мере зависит от степени уменьшения вязкости такой структурированной дисперсной системы в результате воздействия динамических колебаний на расслоение ЩМАС при ее транспортировке особенно на большие расстояния и по автомобильных дорогам со значительными неровностями.

Известно, что явление тиксотропии проявляется в разрежении систем с коагуляционной дисперсной структурой при механическом воздействии и их загущении после ее прекращения. То есть это изменение реологических параметров системы во времени от интенсивности действия сдвига, или деформации [6]. С целью определения показателя расслоения от времени транспортировки были проанализированы литературные источники относительно колебаний кузова автомобиля во время транспортировки ЩМАС. При транспортировке ЩМАС в кузове автомобиля происходит ее колебание с соответствующими амплитудно-частотными характеристиками. Что характерно для современных транспортных средств, когда они движутся по автомобильным дорогам общего пользования.

В действующем ГОСТ Б В.2.7-127:2015 «Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон-щебеночно-мастичные» предусмотрена возможность выдерживать смесь в бункере накопителе до 2 часов, и время транспортирования не регламентируется, однако требования к показателю стекания не учитывают время хранения в накопительном бункере и время транспортировки и предусматривают, чтобы значение показателя стекания не превышали 0,2.

Применяется методика проектирования дорожной одежды с покрытием повышенной долговечности из щебеночно-мастичного асфальтобетона (ЩМА). Разработка данной методики обусловлена необходимостью повышения долговечности дорожного покрытия. Это решается за счет применения для покрытия щебеночно-мастичного асфальтобетона рационального конструирования дорожного покрытия.

Здесь под конструированием подразумевается выбор разновидностей материалов и рациональное размещение слоев таким образом, чтобы лучше использовать механические и теплофизические свойства материалов и обеспечить долговечность, технологичность и экономичность как конструкции всей дорожной одежды, так и покрытия. Известно, что использование щебеночно-мастичного асфальтобетона для устройства покрытия дорожной одежды обеспечивает его высокую способность к трансформации, а также устойчивость к образованию трещин и водо- и морозостойкость.

Особенностью ЩМА является повышенное количество битума. Это создает относительно толстые пленки битума на поверхности минеральных частиц заполнителей, которые даже после длительной эксплуатации предотвращают быстрому старению, а также сдерживающих возникновение трещин.

Состав и структура ЩМА определяют его эксплуатационные свойства. ЩМА особенно пригоден для применения в покрытиях дорог при интенсивном движении тяжелых транспортных средств, при медленном их движении и движении с частыми ускорениями и торможениями, а также при заторах и длительном воздействии высоких температур и при интенсивном солнечном излучаемую.

ЩМА широко применяется в зарубежных странах с учетом особенностей проектирования и строительства автомобильных дорог, используемых в этих странах. Для условий России зарубежный опыт проектирования дорожного покрытия из ЩМА не может быть полностью применен в связи с тем, что используются разные методы и алгоритмы расчета всей конструкции дорожной одежды на прочность, различные коэффициенты запаса прочности, разные требования к технологии и качества устройства земляного полотна, основания и покрытия и прочее [6]. Кроме того, различие климатических и почвенно-геологических условий и различие в исходных составляющих ЩМА требует своего подхода к обеспечению эффективного применения.

Поэтому есть необходимость усовершенствовать методику проектирования дорожной одежды с покрытием повышенной долговечности из ЩМА. Важной составляющей проектирования дорожной одежды с покрытием повышенной долговечности из ЩМА является процесс конструирования.

В методике учтен отечественный опыт, основанный на обобщении и анализе собственных результатов производственной отработки рецептов, строительства опытных участков, проектирование конструкций дорожной одежды и авторского надзора при применении ЩМА в разных регионах, на разных категориях дорог, а также при наблюдении поведения покрытия из ЩМА на опытных участках и на испытательном стенде ГНТЦ «Росавтодор».

Такое обобщение позволило разработать концептуальные положения методики конструирования дорожной одежды с покрытием повышенной долговечности из щебеночно-мастичного асфальтобетона, которые заключаются в следующем.

Методика конструирования состоит из следующих основных этапов:

- сбор исходных данных о климатическом районе проектирования, транспортной нагрузке, видах и номенклатуре компонентов для щебеночно-мастичного асфальтобетона, данные о земляном полотне и основании дорожной одежды;
- проектирование оптимального состава щебеночно-мастичного асфальтобетона и установления его термореологических характеристик;
- конструирование основы;
- конструирование рациональных вариантов покрытия из щебеночно-мастичного асфальтобетона.

При сборе исходных данных о климатическом районе проектирования устанавливают следующие климатические характеристики: летняя и зимняя температуры покрытия, количество переходов температуры через 0 °С, годовое количество осадков.

При сборе исходных данных о транспортной нагрузке устанавливают интенсивность и состав движения, а также режим его действия (скорость движения, время действия нагрузки). При сборе исходных данных о основании дорожной одежды устанавливают вид грунта земляного полотна, условия его увлажнения, расчетную влажность, виды материалов и толщины слоев, а также их термореологические характеристики [9].

Проведенные исследования позволили разработать методику проектирования состава ЩМА с учетом его термореологических свойств и требований нормативных документов.

Проектирование оптимального состава ЩМА осуществляют в три этапа:

- определяют качество минеральных материалов и битума, соответствие их свойств установленным требованиям;
- устанавливают соотношение минеральных материалов, при котором минеральная часть асфальтобетона имеет оптимальную плотность по нормативным кривым зернового состава;
- экспериментально или теоретически определяют оптимальное содержание битума и микроволокон, при котором асфальтобетон имеет лучшие физико-механические и технологические свойства [10].

При проектировании состава для ЩМА используют высококачественный щебень с ограниченным количеством пластинчатых и лещадных зерен, дробленый песок, минеральный порошок, дорожный битум и стабилизирующие волокна. Зерновой состав минеральной части ЩМА должен соответствовать существующим требованиям действующих нормативных документов.

Установку термореологических характеристик ЩМА (функция релаксации, функция температурно-временной аналогии, функция долговечности) осуществляют экспериментально-теоретическим методом.

Опираясь на положения теории термо-вязко-упругости и кинетической теории прочности твердых тел предусмотрено применять аналитические зависимости, позволяющие определять соответствующие термореологические характеристики на основе известных литературных данных и результатов эксперимента.

Функцию релаксации  $R(t)$  определяют из прямых опытов релаксации, из опытов на ползучесть и из опытов по определению модуля упругости при разном времени действия нагрузки. Параметры функции температурно-временного смещения получают с опытов на релаксацию. Параметры функции долговечности получают прямыми опытами на длительную ползучесть при постоянной нагрузке или при постоянной скорости роста нагрузки.

Конструирование основы дорожной одежды состоит из нескольких этапов:

- назначение количества конструктивных слоев основы (дополнительной основы);
- размещение слоев в конструкции и предварительное назначение их толщин;
- предварительная оценка необходимости назначения дополнительных морозозащитных мер с учетом дорожно-климатической зоны, типа грунта рабочего слоя земляного полотна и схемы увлажнения рабочего слоя на различных участках;
- предварительная оценка необходимости назначения мер по осушению конструкции, а также для повышения трещиностойкости конструкции;
- оценка целесообразности укрепления или улучшения верхней части рабочего слоя земляного полотна.

Конструкция основания дорожной одежды должна удовлетворять транспортно-эксплуатационным требованиям, которые относятся к дороге определенной категории с ожидаемым в перспективе составу и интенсивности движения с учетом изменения интенсивности в течение заданных межремонтных сроков и предполагаемых условий ремонта и содержания.

Конструкция основы должна быть технологичной и обеспечивать возможность максимальной механизации и автоматизации дорожно-строительных процессов. Для достижения этой цели число слоев и видов материалов в конструкции должно быть минимальным.

С целью более эффективного использования материалов при конструировании основы следует руководствоваться принципами рационального конструирования дорожного полотна, которые включают:

- рациональное распределение материалов по глубине, что определяет размещение наиболее прочных дорожно-строительных материалов в наиболее напряженных зонах конструкции;
- рациональное распределение материалов по ширине проезжей части, связанное с учетом неравномерности действия нагрузки;
- рациональное конструирование в зависимости от изменения условий работы дорожной одежды во времени, основанное на учете условий работы дорожной одежды в годовом цикле и в процессе всего срока службы.

Конструирование дорожного покрытия из ЩМА является наиболее важным и ответственным этапом проектирования дорожной конструкции. При конструировании покрытия необходимо учитывать реальные условия проведения строительных работ (летняя или зимняя технология и т. др.) и опыт службы дорог в конкретном заданном районе. Покрытие - это верхняя часть дорожной одежды, которая состоит из одного постоянного слоя или двух слоев: постоянного (нижнего) и временного (верхнего). При двухслойном покрытии нижний слой необходим для обеспечения равенства, а верхний, периодически возобновляемый, для поддержки шероховатости (слой износа), уменьшение уровня шума, недопущения застоя воды на поверхности. Чтобы сохранить шероховатость, материал покрытия должен быть устойчивым к износу. Для обеспечения ровности материал покрытия должен противостоять накоплению деформаций сдвига в летнее время (волн, наплывов, путей) и предотвращать проникновение поверхностной воды к основанию. Покрытие должно быть прочным при высокой температуре и влажности, а также устойчивым к повторному охлаждению-нагреву.

Используя данную методику, были разработаны конструкции дорожного полотна для магистральных дорог с движением большегрузного транспорта с покрытием повышенной долговечности из щебеночно-мастичного асфальтобетона.

Согласно теоретическим положениям, проектирование слоев с ЩМА можно выполнять в такой последовательности:

1. Проведение инструментального и визуального обследования автомобильной дороги или улицы.

2. Выполнение отбора нужных материалов из существующей конструкции дорожной одежды для определения всего комплекса расчетных и термореологических показателей для оценки состояния дорожной одежды.

3. Установка состава и интенсивности движения транспортных средств на данной автомобильной дороге и улице.

4. Установка климатических параметров района реконструкции или строительства данной автомобильной дороги или улицы (годовую и суточную скорость снижения температуры, годовую и суточную начальную температуру охлаждения, и т. п.).

5. Назначение срока службы слоя из ЩМА с учетом категории автомобильной дороги или улицы, а также межремонтных сроков.

6. Назначения нескольких типов слоев из ЩМА и их толщины с учетом составляющих материалов слоя из ЩМА.

6.1. Определение физико-механических свойств, составляющих материалов слоев из ЩМА.

6.2. Определение физико-механических свойств материала предназначенных слоев из ЩМА.

6.3. Определение расчетных характеристик и терморологических показателей материала предназначенных слоев из ЩМА (функцию релаксации, функцию температурно-временного смещения, коэффициент линейного расширения, параметры функции долговечности).

7. Определение растягивающих напряжений в определенных слоях из ЩМА при воздействии транспортных средств.

8. Определение растягивающих напряжений в предназначенных асфальтобетонных слоях из ЩМА при снижении температуры.

9. Оценка предельного состояния предназначенных слоев из ЩМА при совместном действии транспортных средств и снижении температуры, и на основе этого определения срока службы каждого назначенного слоя ЩМА.

10. Если определенная долговечность (срок службы) предназначенных слоев (слоя) из ЩМА превышает нормативное значение, то уменьшают толщины (толщину) слоев (слоя) до минимально возможного значения для выполнения данного условия. В случае невыполнения данного условия назначают новые типы (тип) слоев с ЩМА и выполняют новые (новый) расчеты (расчет).

11. Если определенная долговечность (срок службы) предназначенных слоев (слоя) из ЩМА меньше нормативного значения, то увеличивают толщины (толщину) слоев (слоя) до максимально возможного значения для выполнения данного условия. В случае невыполнения данного условия назначают новые типы (тип) слоев с ЩМА, выполняют новые (новый) расчеты (расчет).

12. Если не имеет возможности назначение новых материалов (например отсутствие составляющих необходимой марки и т.д.), то уменьшают срок службы каждого из назначенного асфальтобетонного слоя до минимального возможного значения и выполняют расчет с уменьшенным сроком службы.

## Литература

1. Соломонцев А.Б. Оценка уплотняемости горячих асфальтобетонных смесей с низкотемпературными добавками // Строительство и реконструкция. 2018. №. 4 (78). С. 97-107.

2. Антонова Р.О., Уракин Д.С. Оценка эффективности применения и проблемы использования полимерной стабилизирующей добавки «Унирем» в асфальтобетонных смесях // Труды в Белгородском государственном технологическом университете им. В.Г. Шухова. (Образование, наука, производство). Белгород: Изд-во БелГТУ им. В.Г.Шухова. 2017. С. 637-640.

3. Кручинин И.Н., Белоусова С.М., Мальцева Н.С. Обоснование применения добавок при производстве щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей // Евразийский Союз ученых. 2018. №. 8-1 (53). С. 37-39.

4. Бахрах Г.С. Асфальтобетонные смеси с добавкой гранулята // Мир дорог. 2018. №. 115. С. 62-63.

5. Ядыкина В.В., Гридчин А.М., Холопов В.С., Траутвайн А.И. Добавка в асфальтобетонные смеси для продления сезона дорожного строительства // Фундаментальные исследования. 2014. №. 11-11. С. 2395-2399.

6. Мардиросова И.В., Проценко Н.А., Чернов С.А. Добавки для асфальтобетонных смесей с пониженной температурой приготовления // Известия Высших учебных заведений. Строительство. 2016. №. 8 (692). С. 3643.



7. Нечесова Ю.М., Нифталиев С.И., Перегудов Ю.С., Полякова О.С. Полимерно-минеральная добавка для асфальтобетонных смесей // Проблемы и инновационные решения в химической технологии «ПИРХТ 2016». Воронеж: ВГУИТ. 2016. С. 35-36.

8. Лебедев М.С., Жерновский И.В., Фомина Е.В., Фомин А.Е. Особенности использования глинистых пород при производстве строительных материалов. Строительные материалы, 2015. № 9. С. 67-71.

9. Подрез Г.А., Битуев А.В., Заяханов М.Е., Мангутов А.Н., Прокопец В.С. Применение местных эффузивных горных пород для производства асфальтобетона. Строительные материалы. 2009. № 5. С. 36-38.

10. Галдина В.Д., Гурова Е.В., Кривонос О.И., Терехова Е.Н., Плаксин Г.В., Райская Е.А. Минеральные порошки из горючих сланцев. Наука и техника в дорожной отрасли. 2015. № 2. С. 20-24.

11. Пермяков В. Б., Беляев К. В. Влияние режимных параметров катков на интенсивность уплотнения асфальтобетонных смесей // Строительные и дорожные машины. 2007. № 1. С. 19-22.

12. Захаренко А. В. Уплотняющее давление вальцов дорожного катка // Строительные и дорожные машины. 2005. № 2. С. 24-26.

13. Иванов В. Н., Трофимова Л. С., Линев Ф. В. Влияние параметров катков на качество уплотнения асфальтобетонных смесей в дорожных покрытиях // Механизация строительства. 2012. № 8 (818). С. 11-13.

#### Improving the quality of road binders when designing in extreme weather conditions

Suvorova A.A.

Russian State Agrarian University-MSHA named after K.A. Timiryazev

It is known that the technical level of highways must meet the requirements of the main transport and operational characteristics, where the coating is assigned the role of performing special functions. Crushed stone-mastic asphalt concrete is one of the materials that best meets these requirements. Increased wear resistance, the strength of the crushed stone frame allow them to arrange coating layers of smaller thickness without reducing the overall modulus of elasticity and, as a rule, with an extended service life of the coating and improved performance. The technical requirements of both German standards and most countries are, in fact, the method of "recipes", which consists in the use of normalized grain compositions of intermittent granulometry with the provision of normalized residual porosity when using a bitumen binder with specified requirements and a run-off index due to the use of stabilizing additives. The practical approbation of the SHMA in various regions actually led to the introduction of appropriate adjustments when developing their own national regulatory documents. The composition of SCHMAS is characterized by a high content of large grains, which creates a mineral skeleton in the amount of 60-80% by weight, the voidness of which is filled with a mastic part consists of asphalt binder and asphalt mortar. Before the advent of the SHMA, researchers of asphalt concrete mixtures and asphalt concrete created a theory of structure formation using the fundamental provisions of the physico-chemical mechanics of building materials, according to which, according to the method of compaction, asphalt concrete mixtures are divided into compacted and cast. For practical implementation, hot, warm and cold mixtures have been developed with the formation of a minimum thickness of the bitumen binder film on the surface of mineral materials, which ensures its maximum cohesive strength.

Keywords: quality improvement, road surface, crushed stone-mastic asphalt concrete, rational design, weather conditions.

#### References

1. Solomontsev A.B. Evaluation of the compactibility of hot asphalt mixes with low-temperature additives // Construction and Reconstruction. 2018. no. 4(78). pp. 97-107.
2. Antonova R.O., Urakin D.S. Evaluation of the effectiveness of the application and problems of using the polymer stabilizing additive "Unirem" in asphalt concrete mixtures // Proceedings at the Belgorod State Technological University. V.G. Shukhov. (Education, science, production). Belgorod: Publishing House of BelGTU im. V.G. Shukhov. 2017. S. 637-640.
3. Kruchinin I.N., Belousova S.M., Maltseva N.S. Rationale for the use of additives in the production of crushed stone-mastic asphalt mixtures // Eurasian Union of Scientists. 2018. no. 8-1 (53). pp. 37-39.
4. Bakhrakh G.S. Asphalt-concrete mixtures with the addition of granulate // Mir roads. 2018. no. 115. S. 62-63.
5. Yadykina V.V., Gridchin A.M., Kholopov V.S., Trautvain A.I. Additive to asphalt concrete mixtures to extend the season of road construction // Fundamental research. 2014. no. 11-11. pp. 2395-2399.
6. Mardirosova I.V., Protsenko N.A., Chernov S.A. Additives for asphalt concrete mixtures with low cooking temperature. Izvestia of Higher Educational Institutions. Construction. 2016. no. 8 (692). S. 3643.
7. Nechesova Yu.M., Nifitaliev S.I., Peregudov Yu.S., Polyakova O.S. Polymer-mineral additive for asphalt concrete mixtures // Problems and innovative solutions in chemical technology "PIRHT 2016". Voronezh: VSUIT. 2016. S. 35-36.
8. Lebedev M.S., Zhernovsky I.V., Fomina E.V., Fomin A.E. Features of the use of clay rocks in the production of building materials. Building materials, 2015. No. 9. S. 67-71.

9. Podrez G.A., Bituev A.V., Zayakhanov M.E., Mangutov A.N., Prokopets V.S. The use of local effusive rocks for the production of asphalt concrete. *Construction Materials*. 2009. No. 5. S. 36-38.
10. Galdina V.D., Gurova E.V., Krivonos O.I., Terekhova E.N., Plaksin G.V., Raikaya E.A. Mineral powders from oil shale. *Science and technology in the road industry*. 2015. No. 2. S. 20-24.
11. Permyakov V. B., Belyaev K. V. Influence of regime parameters of rollers on the intensity of compaction of asphalt concrete mixtures. *Stroitel'nye i dorognye mashiny*. 2007. No. 1. S. 19-22.
12. Zakharenko A. V. Sealing pressure of road roller rollers // *Stroitel'nye i dorognye mashiny*. 2005. No. 2. S. 24-26.
13. Ivanov V. N., Trofimova L. S., Linev F. V. Influence of roller parameters on the quality of compaction of asphalt concrete mixtures in road surfaces. 2012. No. 8 (818). pp. 11-13.

# Применение современных цифровых технологий в бизнесе

---

## **Сулимова Елена Александровна**

кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры корпоративного управления и инноватики, ФГБОУ ВО «РЭУ имени Г.В. Плеханова», Sulimova.EA@rea.ru

## **Ермишин Максим Вадимович**

бакалавр Высшей школы менеджмента, ФГБОУ ВО «РЭУ имени Г.В. Плеханова», mister-erm@yandex.ru

На сегодняшний день цифровые технологии имеют огромное значение как в нашей повседневной жизни, так и в существовании и функционировании предприятий в любой из отраслей экономики. Бесспорным фактом является то, что с каждым годом увеличивается влияние цифровых технологий (таких как различные «умные» устройства, приложения для анализа Big Data, Интернет вещей, технологии машинного обучения, сервисы когнитивной аналитики и т.д.) на процессы управления в бизнес-структурах, при чем вышеперечисленные инструменты увеличивают свою значимость и уже не только экзистенциально важны для выживания любого участника рынка, но и являются неотъемлемой частью цифровой экосистемы, связывающей государство, бизнес и общество.

В данной статье рассматриваются особенности применения современных цифровых технологий в бизнес-структурах. Современные цифровые технологии оказывают существенное влияние на бизнес-процессы и модели, а их широкое применение обусловлено такими факторами, как технологическое развитие и широкая доступность результатов научно-технического прогресса, экономический рост, а также изменения в потребительском поведении. Пандемия Covid-19 с введением повсеместных локдаунов, режимов самоизоляции, и, как следствие, введением дистанционного формата работы, в том числе поспособствовала тому, что бизнес стал стремительно осваивать цифровые инструменты в организации коммерческой деятельности, что способствует динамичной автоматизации и цифровизации существующих бизнес-процессов.

**Ключевые слова:** цифровые технологии, информационно-коммуникационные технологии, инвестиции, бизнес-структуры.

На сегодняшний день цифровые технологии имеют огромное значение как в нашей повседневной жизни, так и в существовании и функционировании предприятий в любой из отраслей экономики. Бесспорным фактом является то, что с каждым годом увеличивается влияние цифровых технологий (таких как различные «умные» устройства, приложения для анализа Big Data, Интернет вещей, технологии машинного обучения, сервисы когнитивной аналитики и т.д.) на процессы управления в бизнес-структурах, при чем вышеперечисленные инструменты увеличивают свою значимость и уже не только экзистенциально важны для выживания любого участника рынка, но и являются неотъемлемой частью цифровой экосистемы, связывающей государство, бизнес и общество.

Прежде всего стоит разобраться, какие именно цифровые технологии управления чаще всего выделяют не только современные теоретики, но и ведущие практики, например, члены советов директоров и высшего менеджмента отечественных и зарубежных компаний. Согласно различным источникам, выделяют разное количество ключевых цифровых технологий, чье влияние превалирует в управлении бизнес-структурами.

Важнейшей составляющей является мотивация и цели инвестирования в современные цифровые технологии. Главной целью существования бизнеса является получение прибыли, а также создание добавочной стоимости, таким образом, закономерный выводом мотивации инвестиций в цифровые технологии является максимизация прибыли.

При чем если обратиться к исследованию одной из компаний Big4 – PwC, то мы увидим, что мотивация членов советов директоров и топ-менеджмента разнится: часть опрошенных считает, что внедрение цифровых технологий поможет увеличить выручку, другая же часть респондентов уверена, что сможет добиться максимизации прибыли за счет сокращения издержек в долгосрочной перспективе [1]. Однако, всеобщие денежные вливания в мир цифровых технологий не обусловлены лишь коммерческим аспектом, также для руководства компаний важно, что внедрение цифровых технологий обеспечивает повышение качества обслуживания клиентов. Несомненно, два данных аспекта плотно коррелируют между собой и экзистенциально важны для компании: повышение качества обслуживания клиентов повышает их лояльность, сокращает временные и трудовые издержки, тем самым помогая компании развиваться более эффективно. Компания, оптимизирующая процессы, увеличивающая объемы выручки и повышающая маржинальность, имеет больше ресурсов для реинвестирования и завоевания лидерских позиций на рынках. К прочим аспектам важности инвестиций в цифровые технологии, которые респонденты в опросе для PricewaterhouseCoopers посчитали важными, можно отнести выход на новые рынки, создание принципиально новых, инновационных продуктов, а также хеджирование рисков.

Стоит заметить, что при всех оптимистичных аспектах внедрения технологий, существует ряд проблем и ограничений, мешающих компаниям полноценно подхватить инновационные веяния. Главной современной проблемой является нехватка специалистов, способных поддерживать внедрение и использование цифровых технологий на должном уровне. На многих предприятиях все чаще прибегают к собственным методикам обучения и повышения квалификации персонала путем учреждения тренингов, реальных бизнес-кейсов, и все больше инвестируют в кадровое развитие.

Однако, кадровый дефицит далеко не единственная проблема, стоящая на пути успешного внедрения цифровых технологий в процессы управления и производства. Одной из ключевых сложностей, особенно в отечественной практике, является жесткость систем взаимодействия в компаниях. Негибкие и медленные процессы, начиная от принятия любого уровня решений, заканчивая непосредственной продажей товара или оказанием услуги, не оптимальны и требуют реструктуризации для внедрения цифровых технологий. Стоит учесть и такой важный вопрос, как отсутствие как таковой интеграции новых и существующих технологий, применяемых даже в крупнейших компаниях. Переход на принципиально новые программные обеспечения, софты, приложения сулит под собой значительные риски обеспечения бесперебойности производства и поставок, что вызывает опасения менеджмента и директоров, а как следствие тормозит процесс перехода на прорывные технологии.

Для того, чтобы организации на рынке могли грамотно и полноценно оценивать, внедрять и использовать современные технологии цифрового производства, нужно четко понимать их классификацию. Существует множество вариантов градаций и классификаций современных информационно-коммуникационных технологий.

Рассмотрим функциональную составляющую цифровых технологий. Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) – это определенный инструментарий, который используется для решения конкретных специализированных задач в различных предметных областях. Если говорить про функциональную составляющую ИКТ, то речь будет идти о реализации типовых процедур обработки информации в той или иной выбранной предметной области. Отметим, что функциональные ИКТ строятся на базе обеспечивающих технологий и направлены именно на автоматизацию существующих процессов.

Обеспечивающие ИКТ модифицируются в функциональные, при чем делается это как специалистами в данной области, так и непосредственно пользователями, в зависимости от сложности технологии и поставленного круга задач. Хорошим примером «перетекания» обеспечивающих технологий в функциональные является ведение бухгалтерского учета организацией с помощью применения числовых и текстовых редакторов.

Одним из важных аспектов классификации ИКТ является деление по использованию пользовательского интерфейса, говоря иначе, по возможностям доступа пользователей к различным информационным ресурсам в процессе непосредственной обработки информации: пакетные ИКТ; диалоговые ИКТ; сетевые ИКТ.

Пакетные ИКТ характеризуются тем, что все выполняемые операции происходят по заранее определенному и прописанному алгоритму, а пользователь не имеет возможности влиять на ход выполнения задания. То есть пользователь выполняет ряд определенных действий с массивом информации и задает вводные данные, которые затем обрабатываются в определенном автоматизированном порядке, откуда и идет название «пакетные». Отличным примером пакетных ИКТ, как в современных корпоративных реалиях, так и уже в жизни практически каждого человека, является коммуникация с помощью электронной почты, а именно непосредственный процесс отправки писем, а также выполнение ряда данных в Excel с помощью прописанного макроса. Диалоговые информационные технологии подразумевают более гибкий подход и позволяют пользователю взаимодействовать с хранящимися в системе информационными ресурсами в режиме реального времени с анализом и проработкой промежуточных результатов, предоставляют возможность для внесения корректировок и изменения переменных в течение процесса. Сетевые информационные технологии обеспечивают широкие возможности доступа пользователям к территориально распределенным ресурсам, в том числе созданным другими пользователями. Сетевые технологии являются неотъемлемой частью корпоративного взаимодействия внутри любой компании, где данные, расположенные на закрытых сетевых папках внутри организации, подразумевают одновременный доступ к имеющейся информации, а также дают возможность ее параллельного редактирования.

ИКТ на базе распределенных сетей являются основным способом организации сетевого взаимодействия во всех корпорациях, особенно с широкой географией представленности филиалов.

Следующим типом классификации ИКТ является деление по принципу построения: функционально ориентированные ИКТ; объектно-ориентированные ИКТ.

Функционально построенные ИКТ характеризуются разделением всей деятельности на отдельные функциональные подразделения, объединенные определенными иерархическими принципами.

Информационные технологии обработки данных прописываются как специалистами, так и непосредственно пользователями (например, путем написания макросов) для сокращения рутинной ручной части обработки данных. Стоит отметить, что для ИТ обработки данных характерно построение алгоритма без постоянного пересмотра методологии без определенной бизнес-необходимости. Информационные технологии управления в общем виде представляют собой пласт технологий обработки данных для дальнейшего принятия управленческих решений на основе обработанной информации. В группу информационных технологий управления входит также формирование отчетности по настроенным алгоритмам (например, сбор данных из разных источников, к примеру OLAP-кубов, и их дальнейшая автоматическая визуализация и репортинг через такие программные обеспечения и софты, такие как Power BI). Информационные технологии

управления выполняют в основном такие функции, как сбор фактических данных, сопоставление их с целевыми или планируемыми значениями, факторный анализ. Основными функциями информационных технологий автоматизации офисной деятельности является как сбор, обработка, предоставление и обработка информации, так и составление оперативной отчетности. Стоит заметить, что данный тип информационных технологий в рамках данной градации является одним из важнейших для функционирования организации. В современных компаниях для реализации данных функций используются такие программы и софты, как Microsoft Outlook, Microsoft Teams, Skype for Business, а также менее распространенные в корпоративной практике Telegram и Discord. К данному типу информационных технологий относятся программные продукты и программы для обеспечения беспрепятственного принятия и получения бизнес-решений, такие как SAP, 1С. Стоит заметить, что к информационным технологиям автоматизации офисной деятельности относятся и такие передовые инновационные технологии, как электронные системы согласований, ведения электронного документооборота (ELMA, DiaDoc). Информационные технологии поддержки принятия решений обеспечивают сотрудников компаний экономическими и математическими моделями с вероятностными исходами решений по происходящим ситуациям. Данный тип информационных технологий подразумевает изучение процессов путем обработки информации и вынесение оптимальных прогнозных исходов. Также стоит отметить, что информационные технологии поддержки принятия решений могут использоваться на любом из уровней управления, так как обеспечивают сотрудников вероятностными исходами и возможными вариантами решений проблем [2]. Что примечательно, именно этот тип информационных технологий может обеспечивать координацию сотрудников как одного управленческого уровня, так и нескольких иерархических. Информационные технологии экспертных систем предназначены для автоматизации процесса вынесения оценочных управленческих решений и аналитических показателей. Использование различных экономических и математических аналитических моделей охватывает все сферы рыночных показателей и является существенным подспорьем для специалистов в области выработки стратегии управления. Главной отличительной характеристикой информационных технологий экспертных систем является вариативность предложений для специалистов с пояснениями выбора и вероятностными распределениями.

Еще одной группой классификации является распределение ИКТ по характеру участия технических средств в диалоге с пользователем. В рамках данной классификации информационных технологий подразделяются на: информационно-справочные информационные технологии; информационно-советующие информационные технологии [2].

Также данная классификация часто трактуется как разделение информационных технологий на пассивные (справочное) и активные (советующие). Информационно-справочные технологии предоставляют информацию только после специализированного запроса от пользователя, в то время как информационно-советующие технологии предоставляют информацию в определенные промежутки времени. Именно информационно-советующие информационные технологии позволяют оптимизировать и рационализировать функционирование операционные проблемы внутри корпорации.

Иерархические информационные технологии считаются одним из наиболее сложных вариантов построения управления технологии промышленного производства. При данном построении информационная технология разделяется на несколько функциональных взаимосвязанных уровней с самостоятельными задачами и алгоритмами. В целом при иерархическом построении информационных технологий

можно выделить три уровня: исполнительный (непосредственное управление процессами), операционный и стратегический (планирование).

С каждым годом наша жизнь все сильнее меняется благодаря интеграции все новых и новых цифровых технологий. Постоянное изменение и развитие технологического уклада, смена конкурентных преимуществ на корпоративном рынке не могло не повлечь за собой и изменение экономических отношений. Стремительно меняются с каждым днем корпоративные устои и правила ведения бизнеса, приоритеты, цели и задачи, а также способы их достижения. На данный момент в постиндустриальном обществе доминирующим ресурсом является информация и данные. Закостенелые управленческие решения отходят на второй план и уступают место более свежим и обновленным сетевым структурам. В данном контексте все большую роль начинают играть не только сами цифровые технологии, но и их грамотное, рациональное использование с максимальной эффективностью.

Стоит учитывать и тот факт, что несмотря на всеобщую глобальную тенденцию к автоматизации процессов и цифровизации бизнеса в целом, существуют также и другие актуальные веяния и течения, следование которым также необходимо для успешного функционирования организации. Поэтому вопрос повышения эффективности цифровых технологий стоит рассматривать не только в разрезе максимального увеличения производственных мощностей, но и через призму других социально значимых аспектов и правил ведения современного бизнеса. Одной из наиболее распространенных глобальных тенденций является функционирование организации по принципам *sustainability*. Данный емкий термин ближе всего на русский язык переводится как «устойчивое развитие», однако является многогранным и объединяет в себе такие идеи, как экологичность, ответственность, забота об окружающей среде и обществе. То есть, когда в современном мире речь идет о повышении эффективности цифровых технологий, то для корпоративной практики это в первую очередь также означает развитие бережливого производства.

В связи с вышеописанными тенденциями ведения бизнеса все важнее становится определение методического инструментария повышения эффективности цифровых технологий в контексте бережливого производства. Однако, это не является единственной причиной необходимости разработки конкретного набора инструментов. Стоит заметить, что как в отечественной, так и зарубежной практиках, все больше встречается упоминаний об интеграциях технологий как бережливого, так и цифрового производства, неотделимо друг от друга. Но данная тенденция не заканчивается лишь описанными теориями, а сплошь и рядом встречается в практике: производители программного обеспечения и софтов все чаще закладывают в свои продукты концепции бережливого производства.

Несмотря на уже упомянутые тенденции к *sustainability*, важности ESG-критериев и увеличению уровня корпоративной социальной ответственности среди организаций, при разработках методологий в бизнес-секторе речь идет в основном о создании конкурентных преимуществ. Разработка методологии повышения эффективности цифровых технологий внутри организации тяготеет к более «закрытому» формату информации, тем самым компании искусственно повышают барьеры доступности информации, создавая дополнительные конкурентные преимущества, минимизируя издержки и максимизируя собственную прибыль [6].

Говоря про методический инструментарий повышения эффективности цифровых технологий в первую очередь хочется отметить такой важнейший аспект, как управление данными, а именно их защита, определение степени публичности для пользователей, эффективность распределения, хранения и управления данными в коммерческой практике. Одной из особенностей частного корпоративного сектора по

сравнению с государственной практикой является разработка методологического инструментария более узкой группой лиц. Не менее важным фактором для повышения эффективности цифровых технологий является ресурсная база, которая помимо экономических факторов во многом определяется качеством и глубиной подготовки кадрового потенциала, общей методологической базы для повышения квалификации сотрудников. Помимо уровня подготовки кадров с точки зрения ресурсного подхода к формированию методологии повышения эффективности внедрения и использования цифровых технологий, особенно важными являются правильная оценка и инвестиционная политика. Задумываясь о повышении эффективности существующих технологий, компания обязана принимать во внимание финансовый аспект вопроса, здраво оценивая, какой уровень средств будет оптимальным для затрат на запуск инновационных проектов. Разумеется, в определенных отраслях, инвестиции в НИОКР, непосредственно коррелирующие с уровнем эффективности цифровых технологий, достигают, а порой и превышают 30% от валового объема выручки (особенно актуально для таких наукоемких областей, как, например, биотехнологии).

Важнейшим методологическим аспектом при повышении уровня эффективности использования цифровых технологий, является определение рисков при разработке и балансировке портфелей инновационных проектов. Для идентификации рисков их стоит подразделять по уровням деятельности отдельно взятой компании. Первым и наиболее фундаментальным пластом являются риски, связанные с инновационными проектами по повышению эффективности основной инфраструктуры. Обычно, данные проекты требуют наибольшего уровня капиталовложений (CAPEX), однако при определении плана финансирования и формировании источников для обеспечения капитала под проект, имеют, как правило, наиболее низкую степень риска. Следующая ступень рисков связана с инициацией и реализацией проектов по модернизации операционной деятельности, во многом благодаря внедрению новых и обновлению существующих цифровых технологий. Зачастую такие проекты (например, связанные с усовершенствованием ERP-системы организации) требуют меньшего объема финансирования, чем глобальные инфраструктурные проекты, однако вероятностное наступление рисков оценивается экспертами выше, чем при реализации проектов прошлого типа. Данный факт связан с потенциальным риском прекращения бесперебойного ведения операционной деятельности. Наиболее высоко рисковыми принято считать проекты по внедрению аналитических систем обработки данных. Однако, существуют широко известные практики для хеджирования рисков, например, передача на аутсорсинг, которые прекрасно работают и с проектами по повышению эффективности использования цифровых технологий.

Внедрение и эффективное использование цифровых технологий позволят компаниям автоматизировать рутинные процессы, минимизировать собственные издержки и максимизировать прибыльность бизнеса. Проведение анализа цифровой обеспеченности предприятия, выявление слабых участков, «узких зон» и разработка инновационных проектов для повышения эффективности функционирования цифровых технологий крайне важна в нынешних реалиях.

## Литература

1. Ватутина Л.А., Злобина Е.Ю., Хоменко Е.Б. Цифровизация и цифровая трансформация бизнеса: современные вызовы и тенденции // Вестник Удмуртского университета. Серия «Экономика и право». 2021. №4. С. 545-551.



2. Коноплева И.А. Информационные технологии : учебное пособие / Коноплева И.А., Хохлова О.А., Денисов А.В. 2-е издание. учебное пособие — Москва : Проспект, 2014. — 328 с.

3. Никулин Л.Ф., Сулимова Е.А. Влияние современных технологий на парадигму менеджмента // Инновации и инвестиции. 2018. № 2. С. 125-131.

4. Никулин Л.Ф., Сулимова Е.А., Потапов Р.А. Теоретические аспекты становления современной модели менеджмента // Инновации и инвестиции. 2017. № 3. С. 109-112.

5. Khizhnyak A.N., Chudnovsky A.D., Svetlov I.E., Sulimova E.A. The mechanism of forming a human capital of the enterprises in the conditions of transition to new technology way //Mediterranean Journal of Social Sciences. - 2015. - Т. 6. - № 6 S3. - С. 143-149.

6. Пять уровней цифровизации бизнеса: как в России стать компанией будущего [Электронный ресурс] / РБК Тренды – Электрон. дан. –

Режим доступа: <https://trends.rbc.ru/trends/innovation/60b4cb349a79473d14ea025f> (дата обращения: 20.09.2022).

#### **Application of modern digital technologies in business**

**Sulimova E.A., Ermishin M.V.**

Plekhanov Russian University of Economics

Today, digital technologies are of great importance both in our daily life and in the existence and functioning of enterprises in any of the sectors of the economy. It is an indisputable fact that every year the influence of digital technologies (such as various "smart" devices, Big Data analysis applications, the Internet of Things, machine learning technologies, cognitive analytics services, etc.) on business management processes is increasing. structures, while the above tools are increasing their importance and are not only existentially important for the survival of any market participant, but are also an integral part of the digital ecosystem that connects the state, business and society.

This article discusses the features of the use of modern digital technologies in business structures. Modern digital technologies have a significant impact on business processes and models, and their widespread use is due to factors such as technological development and the wide availability of scientific and technological progress, economic growth, and changes in consumer behavior. The Covid-19 pandemic with the introduction of widespread lockdowns, self-isolation regimes, and, as a result, the introduction of a remote work format, among other things, contributed to the fact that businesses began to rapidly master digital tools in organizing commercial activities, which contributes to the dynamic automation and digitalization of existing business processes.

Keywords: digital technologies, information and communication technologies, investments, business structures.

#### **Reference**

1. Vatutina L.A., Zlobina E.Yu., Khomenko E.B. Digitalization and digital transformation of business: modern challenges and trends // Bulletin of the Udmurt University. Series "Economics and Law". 2021. №4. pp. 545-551.
2. Konopleva I.A. Information technology: textbook / Konopleva I.A., Khokhlova O.A., Denisov A.V. 2nd edition. textbook - Moscow: Prospekt, 2014. - 328 p.
3. Nikulin L.F., Sulimova E.A. Influence of modern technologies on the management paradigm // Innovations and investments. 2018. No. 2. P. 125-131.
4. Nikulin L.F., Sulimova E.A., Potapov R.A. Theoretical aspects of the formation of a modern management model // Innovations and investments. 2017. No. 3. S. 109-112.
5. Khizhnyak A.N., Chudnovsky A.D., Svetlov I.E., Sulimova E.A. The mechanism of forming a human capital of the enterprises in the conditions of transition to new technology way //Mediterranean Journal of Social Sciences. - 2015. - V. 6. - No. 6 S3. - S. 143-149.
6. Five levels of business digitalization: how to become a company of the future in Russia [Electronic resource] / RBC Trends - Electron. Dan. - Access mode: <https://trends.rbc.ru/trends/innovation/60b4cb349a79473d14ea025f> (date of access: 09/20/2022).

## Интеграция управления рисками и контроллинга в строительных проектах

---

**Дорохина Елена Юрьевна,**

д.э.н., профессор, Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, dorokhina.eyu@rea.ru  
В работе проанализированы возможности интеграции контроллинга и управления рисками строительных проектов. Контроллинг рисков представлен как междисциплинарный процесс, который исследует все области проекта или компании с точки зрения риска. Показаны роли риск-менеджеров и контролеров рисков. Продемонстрировано применение одного из методов визуализации риска – Bowtie-метода. Исследовано формирование цены предложения для строительного проекта с учетом риска.

**Ключевые слова:** контроллинг, управление рисками, строительный проект.

**Введение.** Руководство к своду знаний по управлению проектами (PMBoK) определяет риск как «неопределенное событие или условие, наступление которого позитивно (шанс) или негативно (опасность/ риск) сказывается на одной или нескольких целях проекта». Управление рисками представляет собой скоординированную деятельность по определению основных рисков проекта и порядка работы с ними. Понятие «скоординированная деятельность» тесно связано с понятием «контроллинг» [1]. Управление рисками и контроллинг играют существенную роль в проектной деятельности.

Важными задачами управления рисками являются накопление статистических данных по реализовавшимся рисковому событию и оценка их вероятностей, эти же задачи решают также контроллинг, бухгалтерский учет, планирование и отчетность [7]. Инструменты управления рисками аналогичны инструментам контроллинга предпринимательской и проектной деятельности. В связи с этим целесообразно применять базу знаний и информации строительных организаций не только для целей контроллинга, но и для управления рисками [13]. Управление рисками может основываться на существующих инструментах управления, которые адаптируются под конкретный круг задач и используются как основа принятия решений, ориентированных на риски.

Компаниям рекомендуется разрабатывать управление рисками как независимую область для проведения объективной проверки, а не для создания конфликта интересов. В проекте целесообразно задействовать специальные кадровые ресурсы, т. е. один или два члена команды занимаются непосредственно управлением рисками, а не другими оперативными задачами. Если управление рисками принимает на себя контроллинг, то сокращаются расходы на персонал и обеспечивается более эффективное и небюрократическое принятие решений. Исследованию возможностей интеграции управления рисками и контроллинга посвящена наша работа.

### **Управление рисками и контроллинг в строительных проектах**

Čadež [4], разработав детерминированную характеристику стоимости риска, специфическую для строительства, создал основу для детальной оценки рисков строительных проектов и определил, что риски зависят от объема строительных работ по

проекту (малый, средний, крупный). В небольших проектах (< 200 тыс. €) большинство отклонений от плана происходит из-за внутренних и внешних проблем управления, вызывающих дополнительные расходы. Причинами отклонений являются, например, неудачное планирование строительства и плохое оперативное управление. Занижение затрат на рабочую силу приводит к тому, что в небольших проектах происходят заметные отклонения по стоимости. Напротив, требования об увеличении оплаты труда в проектах среднего уровня (200 тыс. – 1 млн €) часто удовлетворяются. Но при среднем объеме строительных работ возникает высокий риск со стороны заказчика, в частности, такой риск, как отсутствие разрешения на строительство и проектной документации. В крупных строительных проектах (1 – 2,5 млн €) часто возникают конфликты с заинтересованными сторонами проекта по поводу оценки риска. Čadež утверждает, что оценивать риски и систематически управлять ими важно именно в проектном бизнесе, поскольку проекты по определению сопряжены с высокими рисками [4]. Строительные проекты не только дорогие, но и оказывают серьезное влияние на человека и окружающую среду, как прямое, так и опосредованное. Следовательно, их риски необходимо свести к минимуму.

Согласно ISO 31000:2019, управление рисками проектов включает следующие этапы.

0. Разработка стратегии управления рисками.
1. Идентификация проектных рисков.
2. Анализ рисков.
3. Сравнительная оценка рисков.
4. Обработка рисков.
5. Мониторинг и переоценка.
6. Документирование и отчетность.

На предварительном этапе все участники проекта мотивируются к осознанному восприятию рисков с учетом их возможного взаимодействию. Речь идет о готовности идти на риск и обеспечивать сбор информации. Кроме того, определяется отношение участников проекта к процедуре управления рисками. Стратегия управления рисками позволяет снизить риск еще до начала проекта. Успешная идентификация рисков во многом будет зависеть от наличия всеобъемлющего реестра рисков, содержащего, в том числе, категории рисков. Существует несколько подходов к разработке реестров рисков, позволяющих определять источники риска. Vlesken [3] предлагает использовать карту рисков строительных проектов, чтобы не идентифицировать все риски в каждом конкретном случае. Карта рисков представляет собой набор возможных зон риска. Её структура определяется DIN18205, исходя из особенностей строительной отрасли.

Romeike [11] подразделяет методы идентификации на «накопительные» и поисковые. К накопительным методам в строительной отрасли он относит чек-листы, применяемые для анализа очевидных или уже известных рисков. Но метод чек-листов, привлекательный и простой в применении, не мотивирует к идентификации специфических рисков, поэтому метод должен быть дополнен другими методами, такими как построение матрицы рисков и SWOT-анализ.

Поисковые методы применяются для идентификации специфических рисков. Сюда относятся аналитические методы и творческие, креативные методы. Bowtie-метод, анализ дерева ошибок и диаграмма Исикавы – это лишь небольшая часть аналитических методов, которые могут быть применены для идентификации рисков строительного проекта.

Следует признать, что применение самого известного креативного метода – метода мозгового штурма – в строительной отрасли часто оказывается бессмысленным и отнимает много времени. Важные показатели строительного проекта определяются, например, методом Монте-Карло и эмпирическими методами.

Анализ рисков начинается в ходе технико-экономического обоснования проекта и должен регулярно повторяться в ходе контроллинга. Для каждого риска необходимо определить причину, источник, последствия, взаимосвязи и характеристики. Существует пять этапов анализа, которые должны проводиться в рамках контроллинга. Сначала выясняются причины рисков и их влияние на отдельные риски. Предварительная категоризация рисков упрощает анализ, а затем и его повторение. Причины могут быть определены, например, с точки зрения времени, денег или организации проекта. Последствия оцениваются приблизительно и включают в себя количественный прогноз ущерба или вероятности возникновения. Существенной частью анализа является исследование взаимосвязей отдельных рисков и факторов риска, так как имеются риски, которые сами по себе не представляют опасности, но могут породить «эффект домино» [10].

Согласно Gleißner [6], оценка риска включает две задачи, а именно: 1) построение распределений вероятностей и ущерба; 2) расчет рисковых затрат как единой меры риска. Математические и статические методы оценки рисков применимы скорее в банковском деле и страховании, но редко используются в строительной отрасли. В связи с этим Schieg [12] рекомендует оценивать следующие показатели:

- ключевые показатели эффективности;
- взвешенные риски, оцененные в порядковой шкале;
- вероятный максимальный ущерб.

Возможным методом оценки рисков является и ABC-анализ.

Для активного управления рисками должна разрабатываться система реагирования. Основными стратегиями реагирования являются предотвращение, корректировка и принятие риска. Стратегия предотвращения включает в себя избегание, уменьшение и передачу. Перед разработкой стратегии реагирования риски классифицируются по степени опасности. Как правило, малые и часть средних рисков принимаются строительным предприятием, так стратегия реагирования на них может себя не окупить. Для серьезных рисков предусматриваются мероприятия, позволяющие уменьшить риск или избежать его. Некоторые риски могут быть переданы, как заказчику, так и третьим лицам. С последними заключается соответствующий договор. К третьим лицам относятся поставщики, субподрядчики и страховые компании. В исключительных случаях, когда другие стратегии являются экономически и технически невыгодными, проводится корректировка проекта. Цель мониторинга рисков заключается не в том, чтобы полностью исключить риски, а в том, чтобы гарантировать намеченный сценарий рисков ситуации, а не превращение её в катастрофу. Наряду с мониторингом статуса риска и его динамики должны идентифицироваться и документироваться новые риски.

Контроллинг рисков сопоставляет фактическое состояние проекта и плановое состояние, определяет расхождения. Контроллинг рисков должен осуществляться регулярно в соответствии с установленным на строительном предприятии регламентом.

Контроллинг рисков рассматривается как междисциплинарный процесс и исследует все области проекта или компании с точки зрения риска. Согласно Löhrg [9], роли риск-менеджеров и контролеров рисков различны. Риск-менеджер несет ответственность за результаты управления рисками и поэтому имеет полномочия по принятию решений и несет ответственность. Контролер отвечает за прозрачность результатов

проекта в зависимости от риска или подготовки решений. Основываясь на знаниях в области планирования проектов и управление рисками, контролер выступает в качестве внутреннего консультанта для участников проекта, а также как поставщик специфических методов управления рисками и системных услуг. Кроме того, контролер рисков является поставщиком информации для бухгалтерского и кадрового учета, а также важной внутренней информации о рисках внешним адресатам (если это целесообразно) [9]. Gleißner [6] также указывает, что контролеры рисков не обязательно занимают позицию внутри системы контроллинга или в подчиненном подразделении. Только полная интеграция контроллинга и управления рисками означает, что контроллинг отвечает и за контроль и управление рисками.

### Практическая реализация интеграции контроллинга и управления рисками

#### Анализ риска строительного проекта Bowtie-методом

Информацию о рисках зачастую трудно воспринимать, потому что она имеет качественный характер, количественные оценки отсутствуют. Помочь в этой ситуации может визуальное представление проектных рисков. Одним из методов визуализации является Bowtie-метод.

Каждый риск может иметь не одну причину и последствие, поэтому диаграмма Bowtie-метода приобретает специфический вид галстука-бабочки [8]. Метод анализирует пять ключевых факторов: «топовое событие» (риск), причины, последствия, пороговые значения (барьеры), контроллинг.

#### «Топовое событие» (риск)

«Топовое событие» (риск) – потенциальное отклонение от плана. Событие образует узел диаграммы. Оно определяется в ходе идентификации рисков.

В качестве примера рассмотрим риск задержки проекта как наиболее распространенную проблему в строительной отрасли, способную повлиять на достижение целей проекта по времени, стоимости и качеству (см. рис. 1).

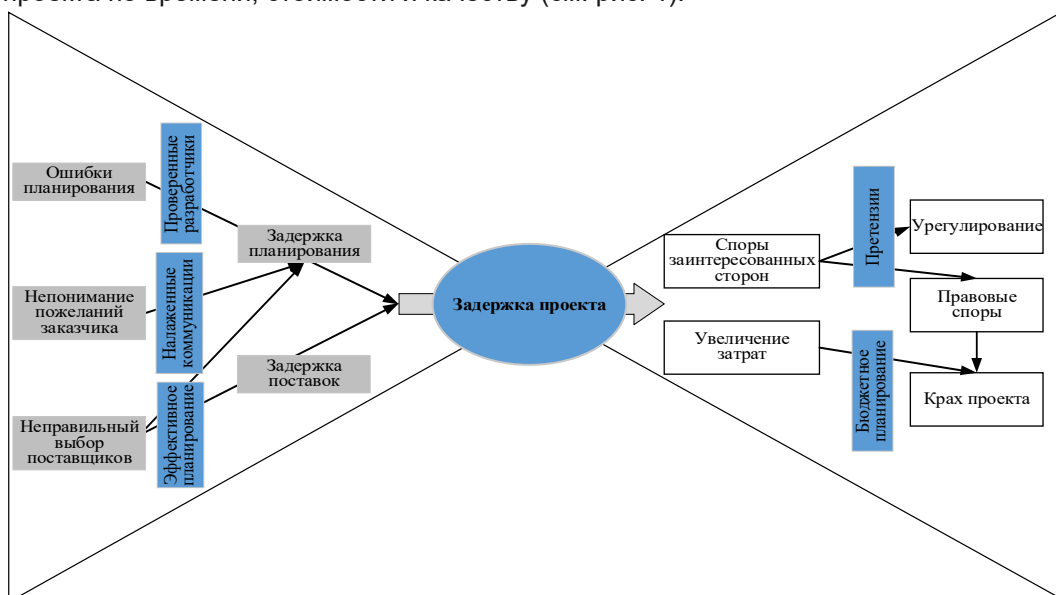


Рис. 1. Использование Bowtie-метода для риска «задержка проекта»

### ***Причины***

Основными причинами задержки проектов являются ошибки планирования, связанные с неправильной интерпретацией пожеланий клиентов. Кроме того, могут возникнуть проблемы поставок, угрозы срыва последних из-за погодных условий, аварий, проблем на границе и технических сбоев. Выявленные причины изображаются в левой части диаграммы. В сложных проектах для определения всего спектра причин применяется анализ дерева ошибок.

### ***Последствия***

В правой части диаграммы изображаются последствия рискового события. Здесь представляются причинные связи и зависимости событий. Иногда проводится анализ дерева событий. Задержка проекта может привести к росту затрат для всех заинтересованных сторон. Кроме того, могут возникнуть споры, разбирательство в арбитраже и суде, внеплановое завершение проекта.

### ***Барьеры (пороги)***

Так называемые «барьеры» могут находиться с обеих сторон диаграммы. С левой стороны устанавливается превентивный барьер или мера по избеганию причин топового события, с правой стороны – восстановительный барьер или мера по избеганию или уменьшению последствий события.

### ***Риск-контроллинг***

Использование Bowtie-метода возможно и гарантирует успех только в рамках постоянного риск-контроллинга.

Качественный результат идентификации рисков, представленный в виде диаграммы Bowtie, позволяет определить стратегию управления рисками. Bowtie-метод способствует пониманию причинно-следственных связей рискованных событий. Диаграмма проста и интуитивно понятна. Однако метод не лишен недостатков. Он концентрируется только на главных рисках и не исследует их корреляцию. Кроме того, наблюдается тенденция к упрощению рисков.

### ***Учет рисков при калькуляции предложения***

Для строительного проекта весьма важно правильно оценить его стоимость. Стандартная рыночная модель здесь не вполне применима, потому что большинство проектов участвуют в тендерах, т. е. сформировалась рыночная монополия. На таком рынке востребованы в основном дешевые проекты. Из-за высокой конкуренции рисковыми затратами в цене часто сознательно или бессознательно пренебрегают, несмотря на высокую рискованность бизнеса. Такая стратегия для строительных подрядчиков в долгосрочной перспективе не может сохраняться, и, следовательно, даже на высококонкурентном рынке в ценообразовании необходимо учитывать риски. Результатом так называемого «риск-ориентированного» ценообразования далеко не всегда является заметное повышение цен. Согласно Giermscheid и Motzko [5], процесс управления рисками в фазе предложения учитывает две цели: увеличение числа участников тендера с риск-ориентированным предложением; риск-ориентированное предложение с учетом адекватных рискованных затрат. Рассмотрим разработку риск-ориентированного предложения.

Наш пример показывает весьма упрощенную калькуляцию предложения по следующим позициям: рытье котлована (01), его укрепление (02), водоотведение (03). Используем инструменты управления рисками, предусмотренные ISO 31000:2008. Цена предложения определяет как стоимость будущих закупок, так и стоимость проекта в целом. Она включает затраты и прибыль подрядчика. Риск-ориентированная калькуляция цены учитывает шансы и опасности проекта. При расчете цены принимается во внимание, что риски могут вызвать изменение затрат проекта, поэтому должна быть сформулирована стратегия управления рисками.

Диапазон шансов и опасностей в бюджете проекта определяется стоимостью отдельных работ и накладными расходами на строительный проект в целом. Диапазон может быть определен, например, путем моделирования рисков затрат с помощью метода Monte-Карло, когда задаются распределения вероятностей риска и ущерба. Таким образом, рекомендуется учесть все возможные отклонения от бюджета конкретного проекта, как для стоимости отдельных работ, так и для накладных расходов в целом. На этапе разработки предложения приобретает решающее значение рассмотрение возможных мероприятий по управлению конкретными рисками.

### **Идентификация рисков проекта**

Прежде чем идентифицировать риски, оценим средние заработные платы членов команды проекта, а также стоимость отдельных работ и накладные расходы (см. табл.1).

Таблица 1  
Расчет средней оплаты труда в бюджете проекта

Число работников	Профессиональная группа	Почасовая оплата одного работника, руб.	Почасовая оплата команды проекта, руб.
2	Чернорабочие	330	660
5	Квалифицированные рабочие	1 000	5 000
2	Машинисты	1 500	3 000
9			8 660
<b>Средняя зарплата, руб./час</b>			962,22
<b>Доплаты за переработку</b>			
1.	С учетом переработки 25%		30
2.	С учетом переработки 50%		60
<b>Средняя зарплата с учетом доплат за переработку, руб./час</b>			1052,22
<b>Единый социальный налог 30,2%</b>			317,77
<b>Средний фонд оплаты труда, руб./час</b>			1369,99
<b>Прочие выплаты</b>			109,60
<b>Средний фонд оплаты труда с учетом прочих выплат, руб./час</b>			1479,59

Средняя заработная плата включает тарифную ставку, доплаты за переработку, социальный налог и прочие выплаты, аналогичные заработной плате. Средняя заработная плата по конкретной работе определяется как произведение средней почасовой заработной платы на количество часов, требующихся для выполнения этой работы. Затем средние заработные платы по конкретным видам работ складываются.

Стоимость материалов и оборудования определяются на основе тендеров. Стоимость услуг субподрядчиков определяется из индивидуальных договоров.

В табл.2 показана оценка затрат проекта без учета рисков.

Таблица 2  
Бюджет проекта без учета рисков

Статьи бюджета	Бюджет, руб.
Заработная плата с учетом начислений	1 479 590
Затраты на материалы и оборудование по отдельным видам работ	
01	600 000
02	180 000
03	1 350 000
Общие затраты на материалы и оборудование	2 130 000
Производственная себестоимость	3 609 590
Риски	0
Накладные расходы 10%	360 959
Себестоимость проекта	3 970 549
Прибыль 5%	198 527
Цена предложения	4 169 076

В фазе предложения для идентификации рисков применяются контрольные списки. В нашем случае можно предположить риск нехватки оборудования при рытье котлована (Риск 1). Риск 2 может быть связан с поставками гравийно-песчаной смеси. Проблема в том, что стройплощадка не всегда готова принять смесь, для нее может не оказаться места. Потребуется дополнительный контейнер. Риск 3 может быть обусловлен работой субподрядчиков при укреплении котлована. В нашем примере в контракте предусмотрен штраф для субподрядчиков 40 000 тыс. руб.

### Анализ рисков

Риск-анализ начинается с предварительной оценки характеристик идентифицированных рисков [8]. Самой простой является оценка в порядковых шкалах. Например, вероятность может быть оценена по пятибалльной шкале, а ущерб – по десятибалльной. Произведение вероятности ( $W$ ) на ущерб ( $U$ ) характеризует рисковые затраты ( $R$ ) [2]. Качественная оценка риска проводится для того, чтобы определить необходимость реагирования на него.

После качественной оценки рисков проводится их количественная оценка.

В табл.3-5 приведены диапазоны отклонений от плановых значений стоимости отдельных работ вследствие реализации соответственно рисков 1-3.

Таблица 3  
Отклонения от планового значения стоимости рытья котлована вследствие риска 1

Работа	Объем	Заработная плата		Материалы	Оборудование	Субподрядчики	Сумма	Стоимость работы
		ч/м <sup>2</sup>	руб. /м <sup>2</sup>					
Рытье котлована	Плановая стоимость							
	100 м <sup>2</sup>	2	2959,19	3 600	3 000	0	9 559,19	955 919
	Минимальная стоимость							
	100 м <sup>2</sup>	2	2959,19	3 600	2 000	0	8 559,19	855 919
Максимальная стоимость								
100 м <sup>2</sup>	2	2959,19	3 600	5 000	0	11 559,19	1 155 919	



Таблица 4

Отклонения от планового значения стоимости укрепления котлована вследствие риска 2

Работа	Объем	Заработная плата		Материалы	Оборудование	Субподрядчики	Сумма	Стоимость работы
		ч/м <sup>3</sup>	руб. /м <sup>3</sup>					
Укрепление котлована	Плановая стоимость/минимальная стоимость							
	150 м <sup>3</sup>	0	0	0	0	1 200	1 200	180 000
	Максимальная стоимость							
	150 м <sup>3</sup>	0	0	0	60	1 200	1 800	270 000

Таблица 5

Отклонения от планового значения стоимости укрепления котлована вследствие риска 3

Работа	Число работников	Заработная плата		Материалы	Оборудование	Субподрядчики	Сумма	Стоимость работы
		час/на работу	руб. /за работу					
Укрепление котлована	Плановая стоимость/минимальная стоимость							
	1	10	147 959	60 000	0	0	207 959	207 959
	Максимальная стоимость							
	1	12	177 551	60 000	0	0	237 551	237 551
Штраф, предусмотренный договором – 40 000								

### Агрегирование рисков

При определении общей цены предложения необходимо определить не только последствия отдельных рисков, но и совокупный риск проекта. Будем исходить из того, что строительные предприятия закладывают в цену управленческие расходы (10%) и прибыль (5%).

В табл. 6 представлен бюджет проекта с учетом рисков.

Таблица 6

Бюджет проекта с учетом рисков

Статьи бюджета	Бюджет без учета рисков, руб.	Минимальная стоимость	Максимальная стоимость	Ожидаемая стоимость
Заработная плата с учетом начислений	1 479 590	1 478 590	1 481 590	1 479 923
Затраты на материалы и оборудование по отдельным видам работ				
01	600 000	590 000	620 000	603 333
02	180 000	180 000	270 000	210 000
03	1 350 000	1 350 000	1 350 000	1 350 000
Общие затраты на материалы и оборудование	2 130 000	2 120 000	2 240 000	2 163 333
Производственная себестоимость	3 609 590	3 598 590	3 721 590	3 643 257
Риски		40 000		
Накладные расходы 10%	360 959	363 859	372 159	365 659
Себестоимость проекта	3 970 549	3 962 449	4 093 749	4 008 916
Прибыль 5%	198 527	198 122	204 687	200 446
Цена предложения	4 169 076	4 160 571	4 298 436	4 209 361

Из табл. 6 следует, что производственная себестоимость проекта может колебаться от 3 млн. 599 тыс. до 3 млн 722 тыс. руб. Этим обусловлен и диапазон цены предложения, в которой необходимо на следующем шаге учесть и затраты на меры реагирования на риски.

**Заключение.** В целом мы оценили возможности интеграции контроллинга и управления рисками строительных проектов. Показано практическое использование Bowtie-методом для целей риск-анализа. На конкретном примере исследовано влияние риска на цену предложения строительного проекта.

## Литература

1. Дорохина Е.Ю. Риски строительных проектов: теория и практика управления. Санкт-Петербург, 2009.
2. Дорохина Е.Ю. Ресурсы покрытия рисков на предприятии: проблемы оценивания. РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. 2009. № 3. С. 116-120.
3. Blecken, U., Boenert, L., und Meinen, H. Risikomanagement im Bauplanungsprozeß, Bautechnik, Bd. 80, Nr. 7, S. 468–477, Juli 2003, doi: 10.1002/bate.200303530.
4. Čadež, I., Brokbals, S., Wapelhorst, V. Stochastische Berechnung bauleistungsspezifischer Risikokosten in der Angebotskalkulation“, Bautechnik, Bd. 96, Nr. 4, S. 319–328, Apr. 2019, doi: 10.1002/bate.201800101.
5. Girmscheid, G., Motzko, C. Risikobasierte Preisbildung, in Kalkulation, Preisbildung und Controlling in der Bauwirtschaft, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013, S. 331–388.
6. Gleißner, W. Grundlagen des Risikomanagements: Mit fundierten Informationen zu besseren Entscheidungen. Verlag Franz Vahlen GmbH, 2017.
7. Gleißner, W., Kalwait, R. Integration von Risikomanagement und Controlling - Plädoyer für einen völlig neuen Umgang mit Planungssicherheit im Controlling Risikomanagement und Controlling, Controller Magazin, Nr. 4, S. 13, 2010.
8. Huber, A. Risikokommunikation – Darstellung von Risiken Verschiedenen Möglichkeiten der Präsentationen von Risikoinformationen. 2008.
9. Löhr, B. Integriertes Risikocontrolling für Industrieunternehmen Eine normative Konzeption im Kontext der empirischen Controllingforschung von 1990 bis 2009. Frankfurt a.M: Peter Lang GmbH, Internationaler Verlag der Wissenschaften, 2018.
10. Plantz, F. Grundlagen des ImmobilienRisikomanagements – Risikodarstellung und Methodenuntersuchung, Berlin, 2012.
11. Romeike, F. Risikomanagement. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2018.
12. Schieg, M. Risk Management in Construction Project Management, Journal of Business Economics and Management, Bd. 7, Nr. 2, S. 77–83, Juni 2006, doi: 10.3846/16111699.2006.9636126.
13. Schilling, B. Die Integration von Risikomanagement und Controlling, 2016.

## Integration of risk Management and controlling in construction projects

Dorokhina E.Yu.

Russian University of Economics

The paper analyzes the possibilities of integrating controlling and risk management of construction projects. Risk controlling is presented as an interdisciplinary process that explores all areas of a project or company from the point of view of risk. The roles of risk managers and risk controllers are shown. The use of one of the methods of risk visualization, the Bowtie method, is demonstrated. The formation of the offer price for a construction project, considering the risk, is investigated.

**Keywords:** controlling, risk management, construction project.

**References**

1. Dorokhina E.Yu. Riski stroitel'nyh proektov: teoriya i praktika upravleniya. Sankt-Peterburg, 2009.
2. Dorokhina E.Yu. Resursy pokrytiya riskov na predpriyatii: problemy ocenivaniya. RISK: Resursy, Informaciya, Snabzhenie, Konkurenciya. 2009. № 3. S. 116-120.
3. Blecken, U., Boenert, L., und Meinen, H. Risikomanagement im Bauplanungsprozeß, Bautechnik, Bd. 80, Nr. 7, S. 468–477, Juli 2003, doi: 10.1002/bate.200303530.
4. Čadež, I., Brokbals, S., Wapelhorst, V. Stochastische Berechnung bauleistungsspezifischer Risikokosten in der Angebotskalkulation", Bautechnik, Bd. 96, Nr. 4, S. 319–328, Apr. 2019, doi: 10.1002/bate.201800101.
5. Girmscheid, G., Motzko, C. Risikobasierte Preisbildung, in Kalkulation, Preisbildung und Controlling in der Bauwirtschaft, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013, S. 331– 388.
6. Gleißner, W. Grundlagen des Risikomanagements: Mit fundierten Informationen zu besseren Entscheidungen. Verlag Franz Vahlen GmbH, 2017.
7. Gleißner, W., Kalwait, R. Integration von Risikomanagement und Controlling - Plädoyer für einen völlig neuen Umgang mit Planungssicherheit im Controlling Risikomanagement und Controlling, Controller Magazin, Nr. 4, S. 13, 2010.
8. Huber, A. Risikokommunikation – Darstellung von Risiken Verschiedenen Möglichkeiten der Präsentationen von Risikoinformationen. 2008.
9. Löhr, B. Integriertes Risikocontrolling für Industrieunternehmen Eine normative Konzeption im Kontext der empirischen Controllingforschung von 1990 bis 2009. Frankfurt a.M: Peter Lang GmbH, Internationaler Verlag der Wissenschaften, 2018.
10. Plantz, F. Grundlagen des ImmobilienRisikomanagements – Risikodarstellung und Methodenuntersuchung, Berlin, 2012.
11. Romeike, F. Risikomanagement. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2018.
12. Schieg, M. Risk Management in Construction Project Management, Journal of Business Economics and Management, Bd. 7, Nr. 2, S. 77–83, Juni 2006, doi: 10.3846/16111699.2006.9636126.
13. Schilling, B. Die Integration von Risikomanagement und Controlling, 2016/