

ISSN 2658-5340 (Print)



СТРОИТЕЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издается с 2010 г.

№2
2020

Рекомендован высшей аттестационной комиссией Министерства образования и науки РФ для публикации научных работ, отражающих основное содержание диссертаций

Журнал включен в Российский индекс
научного цитирования (РИНЦ)



Лapidус Азарий Абрамович

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

- АБРАМОВ И. Л.** - канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»
- ГИНЗБУРГ А. В.** - д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»
- ГУРЬЕВА В. А.** - д-р техн. наук, доцент, ГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»
- ЗЕЛЕНЦОВ Л. Б.** - д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»
- ИБРАГИМОВ Р. А.** - канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»
- ИГНАТЬЕВ А. А.** - канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Ярославский государственный технический университет»
- КОНДРАТЬЕВ В. А.** - канд. техн. наук, доцент, Самаркандский государственный архитектурно-строительный институт им. Мирзо Улугбека, Узбекистан
- КОРОБКОВ С. В.** - канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет»
- КРЮКОВ К. М.** - канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»
- ЛЕОНОВИЧ С. Н.** - д-р техн. наук, профессор, Белорусский национальный технический университет, Республика Беларусь
- ЛОГАНИНА В. И.** - д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»
- МАИЛЯН Л. Р.** - д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»
- МАЛАЕБ В. Ф.** - канд. техн. наук, доцент, Ливанский Университет, факультет Искусств и Архитектуры, Ливанская Республика
- МАКАРОВ К. Н.** - д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Сочинский государственный университет»
- МЕНЕЙЛЮК А. И.** - д-р техн. наук, профессор, Одесская государственная академия строительства и архитектуры, Республика Украина
- МОЛОДИН В. В.** - д-р техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет» (Сибстрин)
- МОНДРУС В. Л.** - д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»
- ОЛЕЙНИК П. П.** - д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»
- ПИКУС Г. А.** - канд. техн. наук, доцент, ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет»
- ПОПОВА О. Н.** - канд. техн. наук, доцент, ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет им. М. В. Ломоносова»
- СУЛЕЙМАНОВА Л. А.** - д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ «Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова»
- ТАМРАЗЯН А. Г.** - д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»
- ТЕР-МАТИРОСЯН А. З.** - д-р техн. наук, профессор кафедры «Механика грунтов и геотехника», ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»
- ХАВИН Д. В.** - д-р эконом. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
- ЦОПА Н. В.** - д-р эконом. наук, профессор, ФГОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского», Академия строительства и архитектуры
- ЮДИНА А. Ф.** - д-р техн. наук, профессор ГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»

Содержание:

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ КАЧЕСТВА ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЗДАНИЙ	
Лapidус А. А., Мурия В. А.	3
ОПТИМИЗАЦИЯ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ РЕНОВАЦИИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ	
Котов В. М., Экба С. И.	10
ОЦЕНКА ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И КОНСТРУКТИВНЫХ АСПЕКТОВ МЕТОДА БЕТОНИРОВАНИЯ ПЕРЕКРЫТИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ СТАЛЕФИБРОБЕТОНА	
Айдаров С. Р., де ла Фуэнте А., Фатуллаев Р. С., Пугач Е. М.	17
КОМФОРТНОЕ ЖИЛЬЕ НОВОГО ИНДУСТРИАЛЬНОГО ПОКОЛЕНИЯ	
Пахомова Л. А., Олейник П. П.	23
ИНТЕГРАЦИЯ СМЕТ И BIM-ПРОЕКТОВ	
Зеленцов Л. Б., Кокарева Я. А., Акопян Н. Г., Пирко Д. В.	29
МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ	
Ушаков А. Ю., Зинкевич Е. С.	35
ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ МЕТОДОВ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ОРГАНА ИНСПЕКЦИИ ПРИ ЭКСПЕРТИЗЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ	
Кузьмина Т. К., Ларин Д. О.	40
ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ЗИМНЕГО БЕТОНИРОВАНИЯ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПЛАНОВ РАБОТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОГРАММ	
Царенко А. А., Юргайтис А. Ю., Третьяков А. В., Иванов Г. С.	46
ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ СТРОИТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ НА ОБЪЕКТАХ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА	
Болотова А. С., Романовская М. Е.	54
МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ ГОДОВОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ	
Юргайтис А. Ю.	61
ОПЕРАТИВНО-ОРГАНИЗАЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ЦЕХАХ ПРОИЗВОДСТВА ОБЪЕМНО-БЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ	
Баркалов С. А., Белоусов В. Е., Тутаришев З. Б.	67

РОЛЬ И МЕСТО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ В ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	
Ипполитов Д. Е., Топчий Д. В.	74
О ПОВЫШЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ В ЗДАНИЯХ	
Синенко С. А., Оцоков К. А.	80
ТИПОЛОГИЯ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СТРУКТУР СОВРЕМЕННЫХ СТУДЕНЧЕСКИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОТРЯДОВ	
Воронков И. Е., Островский Р. В.	86
АПРОБАЦИЯ РАЗРАБОТАННОЙ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ НА ОБЪЕКТЕ СТРОИТЕЛЬСТВА В ГОРОДЕ МОСКВЕ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА	
Каширцев М. С., Топчий Д. В.	95
СИСТЕМА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	
Абрамов И. Л.	100
МЕХАНИЗМЫ ЭКСПЕРТНОГО ОЦЕНИВАНИЯ СВЯЗАННЫХ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА	
Баркалов С. А., Белоусов В. Е., Тутаришев З. Б.	107
АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО СЕЙСМИЧЕСКОГО БАРЬЕРА	
Горшков Э. В., Кузнецов С. В.	113
ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПАРАМЕТРОВ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ КОМПЛЕКСНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ КАЧЕСТВА ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ МАЛОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ	
Лapidус А. А., Ндайирагидже И.	119
ОЦЕНКА ВЫЯВЛЕННЫХ ФАКТИЧЕСКИХ ОТКЛОНЕНИЙ НЕСУЩИХ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАКОНА ИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ	
Олейник П. П., Куренков О. Г.	125
ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ РЕШЕНИЙ СТРОИТЕЛЬНОГО ОБЪЕКТА – ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА	
Красновский Б. М.	140
АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ МЕТОДОВ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ФУНКЦИЙ ГОСУДАРСТВЕННОГО СТРОИТЕЛЬНОГО НАДЗОРА В ЖИЛИЩНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПРИ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОМ ПОДХОДЕ	
Вильданов Р. А., Кузьмина Т. К.	144

УДК 69.05

Комплексный показатель качества организационно-технологических решений при возведении конструктивных элементов железобетонных зданий

Comprehensive Indicator of Quality of Organizational-technological Decisions in the Construction of Construction Elements of Reinforced Concrete Buildings

Лapidус Азари́й Абрамович

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технологии и организация строительного производства», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), 129337, Россия, Москва, Ярославское шоссе, 26, lapidus58@mail.ru

Lapidus Azarij Abramovich

Doctor of Technical Sciences, Professor, the head of the Department «Technology and Organization Construction Production», Federal State Budgetary Educational Institution «National Research Moscow State University of Civil Engineering» (NRU MGSU), 129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26, lapidus58@mail.ru

Му́ря Вади́м Алекса́ндрович

Аспирант кафедры «Технологии и организация строительного производства», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), 129337, Россия, Москва, Ярославское шоссе, 26, v.murya@niiepr.com

Muria Vadim Aleksandrovich

Graduate student, Department «Technology and Organization Construction Production», Federal State Budgetary Educational Institution «National Research Moscow State University of Civil Engineering» (NRU MGSU), 129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26, v.murya@niiepr.com

Аннотация

Цель. Основной целью научного исследования является выявление недостатков в существующих методиках оценки качества организационно-технологических решений при возведении конструктивных элементов многоэтажных железобетонных зданий [1], а также формирование мероприятий по оптимизации процессов контроля качества организационно-технологических решений.

Методы. Для формирования основных направлений исследования и определения объекта, предмета исследования в работе использованы эмпирические методы. Наблюдение и анализ позволили сформировать рассматриваемые факторы и параметры, оказывающие влияние на качественные характеристики конструктивных элементов многоэтажных железобетонных зданий. С помощью системного подхода все факторы [2] распределены по эта-

Abstract

Purpose. The main goal of scientific research is to identify shortcomings in existing methods for assessing the quality of organizational and technological solutions in the construction of structural elements of multi-storey reinforced concrete buildings [1], as well as the formation of measures to optimize the quality control processes of organizational and technological solutions.

Methods. Empirical methods are used to formulate the main directions of research and determine the object, subject of research. Observation and analysis allowed the formation of the considered factors and parameters that affect the quality characteristics of structural elements of multi-storey reinforced concrete buildings. Using a systematic approach, all factors [2] are distributed among the stages of construction production: pre-design work (survey), design

пам строительного производства: предпроектные работы (изыскания), проектные работы, строительно-монтажные работы. Обобщение всех направлений исследования представляется возможным по принципам системотехники строительства [3] и методологии планирования эксперимента. Для перехода от теоретических основ и моделирования научного исследования к практической реализации применяется интерактивная компьютерная среда.

Результаты. В результате анализа российской и зарубежной профессиональной литературы сделаны выводы о наличии методик и рекомендаций по контролю качества отдельных параметров строительных конструкций [4], однако выявленная проблематика контроля и прогнозирования качества организационно-технологических решений применительно к конструктивным элементам зданий не решается. Данное заключение позволяет ввести новое понятие – «комплексный показатель качества организационно-технологических решений при возведении конструктивных элементов многоэтажных железобетонных зданий» – и разработать ряд положений, которые лягут в основу методики оценки.

Ключевые слова: комплексный показатель качества организационно-технологических решений, конструктивные элементы железобетонных зданий, организация строительного производства, параметры качества строительных конструкций, строительное производство, проектирование зданий.

Введение

Идея формирования единого показателя качества при возведении строительных конструкций зданий возникла из-за необходимости быстро и с достаточной степенью достоверности контролировать множество объектов строительства, находящихся под ведомством технического заказчика либо генерального подрядчика. Руководители проектов, директора по строительству и иные сотрудники руководящего звена сталкиваются с необходимостью единовременно оценивать ситуацию, базируясь только на личном опыте и информации, полученной со строительной площадки, что не обеспечивает единой информации и занимает значительное время. Над решением задач по выявлению комплексного показателя ведутся работы – и на текущем этапе удалось сформировать концептуальный механизм действий.

Актуальность рассматриваемой области задач

Конструктивные элементы зданий – наиболее ответственная часть строительных конструкций, качество которых напрямую влияет на безопасность и долговечность зданий [5]. В настоящий момент для определения основных показателей качества конструктивных элементов объекта строительства требуется провести предварительное визуальное и детальное инструментальное обследование, изучить проектные решения и оценить соответствие фактически возводимых конструкций требованиям нормативной документации [6]. Все эти процес-

work, construction and installation works. A generalization of all areas of research seems possible according to the principles of building systems engineering [3] and the experimental design methodology. An interactive computer environment is used to transition from theoretical foundations and modeling scientific research to practical implementation.

Conclusions. As a result of the analysis of Russian and foreign professional literature, conclusions were drawn about the availability of techniques and recommendations for controlling the quality of certain parameters of building structures [4], however, the identified problems of monitoring and predicting the quality of organizational and technological solutions in relation to structural elements of buildings are not solved. This conclusion allows us to introduce a new concept «a comprehensive indicator of the quality of organizational and technological solutions in the construction of structural elements of multi-storey reinforced concrete buildings» and to develop a number of provisions that will form the basis of the assessment methodology.

Keywords: a comprehensive indicator of the quality of organizational and technological solutions, structural elements of reinforced concrete buildings, organization of construction production, quality parameters of building structures, construction production, building design.

сы позволяют констатировать лишь факт наличия либо отсутствия дефектов и отклонений от принятых проектных решений. К тому же, сбор документации и ее аналитика занимает значительное время – от одного дня до нескольких недель – в зависимости от культуры архивирования отчетной документации и объемов строительства.

Область строительства жилых многоэтажных железобетонных зданий определена как исследуемый сегмент неспроста. Рост объемов жилья на рынке недвижимости не только сохраняется, но и увеличивается в разы по сравнению с несколькими годами ранее. Так, общая площадь по разрешениям на строительство жилых домов, выданных Комитетом государственного строительного надзора города Москвы, в 2015 году составляла 4 млн. м², в 2016 году – уже 18 млн. м², а в 2019 году приблизилась к 40 млн. м² (рис. 1).

Выбор материала исследуемых конструкций обоснован массовым применением в строительстве: по статистике монолитный железобетон занимает более 40 % объема строительных материалов, которые применяются для возведения каркасов жилых зданий (рис. 2). К тому же, контроль качества конструкций, производимых в индустриальных условиях, подразумевает более скрупулезный подход [7] по сравнению с конструкциями, поставляемыми с завода-изготовителя.

Таким образом, вопрос контроля качества конструктивных элементов многоэтажных железобетонных зданий является актуальным [8]

и не решенным в полной мере. Для оптимизации и ускорения процесса сбора показателей, характеризующих безопасность и надежность элементов каркаса [9], было введено понятие «комплексный показатель качества организационно-технологических решений при возведении конструктивных элементов многоэтажных железобетонных зданий». Основная идея разрабатываемого механизма оценки [10] заключается в его динамичности в рамках строительства.

К примеру, на этапе проектирования здания имеется возможность прогнозировать качество конструктивных элементов, основываясь на статистических показателях реализации предыдущих объектов строительства [11]. На стадии строительно-монтажных работ такой механизм по комплексной оценке позволяет своевременно скорректировать организационно-технологические решения с недостаточными показателями,

качества организационно-технологических решений при возведении конструктивных элементов многоэтажных железобетонных зданий [13]. На этапе изыскательских работ (рис. 3) и проектирования (рис. 4) – прогноз с достаточной степенью достоверности о качестве конструктивных элементов здания.

На этапе строительно-монтажных работ (рис. 5) – выявление параметров организационно-технологических решений с низкими показателями и формирование рекомендаций по приведению их к требуемому уровню [14].

Ранжирование параметров ведется с применением методов статистики и экспертной оценки, что позволяет установить однозначные значения, после чего произвести математический расчет с помощью программируемой искусственной нейронной [15] сети на базе искусственного нейрона Мак-Каллока – Питтса



Рис. 1. График роста общей площади жилых домов в г. Москве в соответствии с выданными разрешениями на строительство

Fig. 1. The growth schedule for the total area of residential buildings in Moscow in accordance with the issued building permits

тем самым снизив количество дефектов и исключив отклонения от требований утвержденной проектной документации, нормативно-технических регламентов [12].

Результаты формирования концепции оценки

Подводя итоги первых этапов исследований в области организации строительного производства, выявлено три основных периода строительной деятельности, в рамках которых реально определить комплексный показатель

(рис. 6) для получения комплексного показателя качества организационно-технологических решений при возведении конструктивных элементов многоэтажных железобетонных зданий [16]. Более детальное рассмотрение параметров представлено в статьях авторов «Влияние комплексного показателя качества организационно-технологических решений на конструктивные элементы многоэтажных железобетонных зданий» [17]. Основные понятия и методы адаптации искусственной нейронной сети пред-

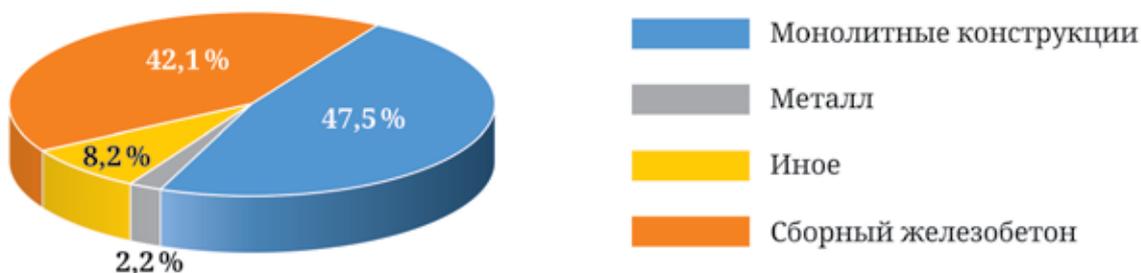


Рис. 2. Диаграмма распределения строительных материалов, используемых при возведении каркасов жилых зданий

Fig. 2. The distribution diagram of building materials used in the construction of frames of residential buildings

ставлены в статье авторов «Искусственные нейронные сети как математический аппарат для расчета комплексного показателя качества организационно-технологических решений при возведении конструктивных элементов многоэтажных железобетонных зданий» [18].

Область анализа, прогнозирования и определения показателя качества [19] конструктивных элементов здания на всех этапах строительного производства остается мало изученной. По ре-

зультатам литературного обзора зарубежных и отечественных источников не установлено наличие научных исследований, формирующих взаимное влияние факторов и параметров организационно-технологических решений на техническое состояние строительных конструкций многоэтажных железобетонных зданий.

Введенное авторами понятие «комплексный показатель качества организационно-технологических решений при возведении конструк-



Рис. 3. Схема основных параметров, составляющих комплексный показатель качества на этапе изыскательских работ
Fig. 3. Scheme of the main parameters that make up a comprehensive quality indicator at the stage of exploration



Рис. 4. Схема основных параметров, составляющих комплексный показатель качества на этапе проектных работ
Fig. 4. Scheme of the main parameters that make up a comprehensive quality indicator at the design stage



Рис. 5. Схема основных параметров, составляющих комплексный показатель качества на этапе строительно-монтажных работ

Fig. 5. Scheme of the main parameters that make up a comprehensive quality indicator at the stage of construction and installation works



Рис. 6. Структура искусственного нейрона Мак-Каллока – Питтса
 Fig. 6. The structure of the artificial McCulloch – Pitts neuron

тивных элементов многоэтажных железобетонных зданий» позволяет консолидировать результаты ранее исследованных аспектов в единый механизм – методику оценки. Появление информационной модели позволяет проводить

расчет вероятности достижения требуемого качества [20] несущих строительных конструкций на всех этапах строительного производства, оценивать риск отклонений и своевременно устранять причины отклонений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Югов А. М. Выбор рационального организационно-технологического процесса возведения многоэтажных каркасно-монолитных зданий на основе комплексной заливки этажа / А. М. Югов, О. Г. Лифанов, А. С. Карпенко // Вестник донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2018. – № 3 (131). – С. 82–87.
2. Лapidus А. А. Исследование факторов, влияющих на показатель потенциала строительной площадки / А. А. Лapidus, Л. П. Демидов // Вестник МГСУ. – 2014. – № 4. – С. 160–166.
3. Системотехника строительства : энцикл. слов. / А. А. Гусаков, Ю. М. Богомолов, А. И. Брехман, Г. А. Вагонян [и др.]; МГСУ. – 2-е изд., доп., перераб. – Москва : Издательство Ассоциации строит. вузов, 2004. – 320 с.
4. Лapidus А. А. Формирование факторов, характеризующих организационно-технологический потенциал устройства ограждающих конструкций / А. А. Лapidus, П. А. Говоруха // Научное обозрение. – 2016. – № 14. – С. 389–393.
5. Joseph T. L. Ooi. The impact of construction quality on house prices / T. L. Ooi Joseph, T. T. Le Thao, Lee. Nai Jia // Journal of Housing Economics. – Dec. 2014. – Vol. 26. – P. 126–138.
6. Шемякина Т. Ю. Управление качеством (в строительстве) производственный менеджмент : учебное пособие / Т. Ю. Шемякина, М. Ю. Селивохин. – Москва : Альфа-М, НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 272 с.
7. Волкова Л. В. Влияние вероятностных условий на организационно-технологические решения при строительстве жилых зданий / Л. В. Волкова // Вестник гражданских инженеров. – 2015. – № 4 (51) – С. 87–95.
8. Топчий Д. В. Разработка организационно-технологической модели осуществления строительного контроля при возведении многоэтажных жилых зданий /

REFERENCES

1. Yugov A. M. Vybora ratsional'nogo organizatsionno-tekhnologicheskogo protsessa vozvedeniya mnogoetazhnykh karkasno-monolitnykh zdaniy... [The choice of a rational organizational and technological process for the construction of multi-storey frame-monolithic buildings based on integrated floor filling] / A. M. Yugov, O. G. Lifanov, A. S. Karpenko // Vestnik donbasskoj natsional'noj akademii stroitel'stva i arkhitektury [Bulletin of the Donbass National Academy of Construction and Architecture]. – 2018. – № 3 (131). – P. 82–87.
2. Lapidus A. A. Issledovanie faktorov, vliyayushhikh na pokazatel' potentsiala stroitel'noj ploshhadk [The study of factors affecting the potential indicator of a construction site] / A. A. Lapidus, L. P. Demidov // Vestnik MGSU [Tomsk State University Journal]. – MGSU, 2014. – № 4. – P. 160–166.
3. Sistemotekhnika stroitel'stva : ehntsikl. slov. [Construction system engineering : an encyclop. dict.] / A. A. Gusakov, Yu. M. Bogomolov, A. I. Brekhman, G. A. Vagonyan [et al.]; MGSU. – 2nd ed., upd., rev. – Moscow: Publishing house of the Association of construction universities, 2004. – 320 p.
4. Lapidus A. A. Formirovanie faktorov, kharakterizuyushhikh organizatsionno-tekhnologicheskij potentsial ustrojstva ograzhdayushhikh konstruksij [The formation of factors characterizing the organizational and technological potential of the building envelope] / A. A. Lapidus, P. A. Govorukha // Nauchnoe obozrenie [Scientific Review]. – 2016. – № 14. – P. 389–393.
5. Joseph T. L. Ooi. The impact of construction quality on house prices / T. L. Ooi Joseph, T. T. Le Thao, Lee. Nai Jia // Journal of Housing Economics. – Dec. 2014. – Vol. 26. – P. 126–138.
6. Upravlenie kachestvom (v stroitel'stve) proizvodstvennyj menedzhment : uchebnoe posobie [Quality management (in construction) production management : textbook] /

- Д. В. Топчий, В. А. Скакалов // Научное обозрение. – 2017. – № 11. – С. 97–100.
9. Лapidус А. А. Исследование комплексного показателя качества выполнения работ при возведении строительного объекта / А. А. Лapidус, Я. В. Шестерикова // Современная наука и инновации. – 2017. – № 3. – С. 161–167.
 10. Сайдаев Х. Л.-А. Организационно-управленческое моделирование комплексной оценки результативности строительных компаний : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.02.22 / Х. Л.-А. Сайдаев ; Москва, 2013. – 126 с.
 11. Лapidус А. А. Формирование интегрального потенциала организационно-технологических решений посредством декомпозиции основных элементов строительного проекта / А. А. Лapidус // Вестник МГСУ. – 2016. – № 12. – С. 114–123.
 12. Мирошникова И. М. Комплексная модель системы выбора рациональных решений по организации строительных процессов при возведении многоэтажных зданий / И. М. Мирошникова, С. А. Синенко // Наука и бизнес: пути развития. – 2018. – № 6 (84) – С. 71–75.
 13. Дикман Л. Г. Организация строительного производства / Л. Г. Дикман. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2002. – 512 с.
 14. Клочков Д. П. Организационно-технологические решения в строительстве / Д. П. Клочков, О. В. Бурлаченко, О. П. Радченко. – 2019. – 128 с.
 15. Haykin S. Neural Networks: A Comprehensive Foundation / S. Haykin. – 2nd edition. –Singapore: Pearson Prentice-Hall, 1999. – 823 p.
 16. Froese T. M. The impact of emerging information technology on project management for construction / T. M. Froese // Automation in Construction. – Aug. 2010. – Vol. 19, № 5. – P. 531–538.
 17. Муря В. А. Влияние комплексного показателя качества организационно-технологических решений на конструктивные элементы многоэтажных железобетонных зданий / В. А. Муря, А. А. Лapidус // Перспективы науки. – 2018. – № 9 (108). – С. 27–30.
 18. Лapidус А. А. Искусственные нейронные сети как математический аппарат для расчета комплексного показателя качества организационно-технологических решений при возведении конструктивных элементов многоэтажных железобетонных зданий / А. А. Лapidус, В. А. Муря // Наука и бизнес: пути развития. – 2019. – № 7 (97) – С. 28–34.
 19. Фельдман А. О. Оптимизация организационно-технологического потенциала строительного проекта формируемого на основе информационных потоков / А. О. Фельдман // Технология и организация строительного производства. – 2014. – № 4; 2015. – № 1 (9). – С. 52–53.
 20. Федоров В. С. Строительные конструкции / В. С. Федоров, Я. И. Швидко, В. Е. Левитский. – 2018. – 332 с.
 7. Volkova L. V. Vliyanie veroyatnostnykh uslovij na organizatsionno-tehnologicheskie resheniya pri stroitel'stve zhilykh zdaniy [The influence of probabilistic conditions on organizational and technological decisions during the construction of residential buildings] / L. V. Volkova // Vestnik grazhdanskikh inzhenerov [Bulletin of Civil Engineers]. – 2015. – № 4 (51). – P. 87–95.
 8. Topchij D. V. Razrabotka organizatsionno-tehnologicheskoy modeli osushhestvleniya stroitel'nogo kontrolya pri vozvedenii mnogoetazhnykh zhilykh zdaniy [Development of an organizational and technological model for the implementation of construction control during the construction of multi-storey residential buildings] / D. V. Topchij, V. A. Skakalov // Nauchnoe obozrenie [Scientific Review]. – 2017. – № 11. – P. 97–100.
 9. Lapidus A. A. Issledovanie kompleksnogo pokazatelya kachestva vypolneniya rabot pri vozvedenii stroitel'nogo ob'ekta [The study of a comprehensive indicator of the quality of work during the construction of a building object] / A. A. Lapidus, Ya. V. Shesterikova // Sovremennaya nauka i innovatsii [Modern Science and Innovation]. – 2017. – № 3. – P. 161–167.
 10. Sajdaev Kh. L.-A. Organizatsionno-upravlencheskoe modelirovanie kompleksnoj otsenki rezul'tativnosti stroitel'nykh kompanij : avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk : 05.02.22 [Organizational and managerial modeling of a comprehensive performance assessment of construction companies: abstract. dis. ... cand. tech. sciences] / Kh. L.-A. Sajdaev – Moscow, 2013.
 11. Lapidus A. A. Formirovanie integral'nogo potentsiala organizatsionno-tehnologicheskikh reshenij posredstvom dekompozitsii osnovnykh ehlementov stroitel'nogo proekta [The formation of the integral potential of organizational and technological solutions through the decomposition of the main elements of a construction project] / A. A. Lapidus // Vestnik MGSU [Tomsk State University Journal]. – MGSU, 2016. – № 12. – P. 114–123.
 12. Miroshnikova I. M. Kompleksnaya model' sistemy vybora ratsional'nykh reshenij po organizatsii stroitel'nykh protsessov pri vozvedenii mnogoetazhnykh zdaniy [A comprehensive model of the system of choosing rational decisions on the organization of construction processes during the construction of multi-storey buildings] / I. M. Miroshnikova, S. A. Sinenko // Nauka i biznes: puti razvitiya [Science and Business: Development Paths]. – 2018. – № 6 (84). – P. 71–75.
 13. Dikman L. G. Organizatsiya stroitel'nogo proizvodstva [Organization of construction production] / L. G. Dikman. – 4th ed., rev. and add. – Moscow: Publishing House of the Association of Construction Universities, 2002. – 512 p.
 14. Klochkov D. P. Organizatsionno-tehnologicheskie resheniya v stroitel'stve [Organizational and technological solutions in construction] / D. P. Klochkov, O. V. Burlachenko, O. P. Radchenko. – 2019. – 128 p.
 15. Haykin S. Neural Networks: A Comprehensive Foundation / S. Haykin. – 2nd ed. –Singapore: Pearson Prentice-Hall, 1999. – 823 p.
 16. Froese T. M. The impact of emerging information technology on project management for construction / T. M. Froese // Automation in Construction. – Aug. 2010. – Vol. 19, № 5. – P. 531–538.
 17. Murya V. A. Vliyanie kompleksnogo pokazatelya kachestva organizatsionno-tehnologicheskikh reshenij na konstruktivnye ehlementy mnogoetazhnykh zhelezobetonnykh zdaniy [The influence of a comprehensive indicator of the quality of organizational and technological solutions on the structural elements of multi-storey reinforced concrete buildings] / V. A. Murya, A. A. Lapidus // Perspektivy nauki [Prospects for Science]. – 2018. – № 9 (108). – P. 27–30.
 18. Lapidus A. A. Iskusstvennye nejronnye seti kak matematicheskij apparat dlya rascheta kompleksnogo pokazatelya kachestva organizatsionno-tehnologicheskikh reshenij pri vozvedenii konstruktivnykh ehlementov mnogoetazhnykh zhelezobetonnykh zdaniy [Artificial neural networks as a mathematical apparatus for calculating the quality of organizational and technological solutions during the construction of structural elements of multi-storey reinforced concrete buildings] / A. A. Lapidus, V. A. Murya // Perspektivy nauki [Prospects for Science]. – 2019. – № 7 (97). – P. 28–34.

cheskikh reshenij pri vozvedenii konstruktivnykh ehlementov mnogoetazhnykh zhelezobetonnykh zdaniy [Artificial neural networks as a mathematical apparatus for calculating a comprehensive indicator of the quality of organizational and technological solutions in the construction of structural elements of multi-storey reinforced concrete buildings] / A. A. Lapidus, V. A. Murya // Nauka i biznes: puti razvitiya [Science and Business: Development Paths]. – 2019. – № 7 (97). – P. 28–34.

19. Fel'dman A. O. Optimizatsiya organizatsionno-tehnologicheskogo potentsiala stroitel'nogo proekta formiruемого na osnove informatsionnykh potokov [Optimization of the organizational and technological potential of a construction project formed on the basis of information flows] / A. O. Fel'dman // Tekhnologiya i organizatsiya stroitel'nogo proizvodstva [Technology and organization of construction production]. – 2014. – № 4; 2015. – № 1 (9). – P. 52–53.
20. Fedorov V. S. Stroitel'nye konstruksii [Building constructions] / V. S. Fedorov, Ya. I. Shvidko, V. E. Levitskij. – 2018. – 332 p.

НОВОСТЬ

Обновлен перечень национальных стандартов, регламентирующий соблюдение Технического регламента о безопасности зданий и сооружений

Постановлением федерального правительства от 4 июля 2020 г. № 985 утвержден обновленный перечень национальных стандартов и сводов правил, в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», который вступил в силу 1 августа 2020 года.

Актуализация перечня велась при активном участии представителей профессионального и экспертного сообщества. Структура документа осталась прежней – в него включены отдельные пункты 74 сводов правил и 4 государственных стандарта (ГОСТ).

При этом в новый перечень не вошли излишние и дублирующие нормы, теперь он содержит на 30 % меньше обязательных требований (ранее документ содержал порядка 10 000 таких требований), что существенно сократит нагрузку на бизнес, позволит снизить количество разрабатываемых СТУ. Вместе с тем, сокращенный перечень позволит в полной мере соблюсти положения основополагающего технического регламента о безопасности зданий и сооружений, утвержденного в 2009 году.

«С момента утверждения в 2014 году предыдущей редакции перечня Минстрой осуществил переработку 90 % массива включенных в него сводов правил и стандартов. Пересмотрены 70 из 78 документов, содержащих обязательные требования. В измененные стандарты и своды правил включены актуализированные по результатам прикладных научных исследований нормируемые параметры и передовые технологии, а также требования, апробированные

ранее через механизм специальных технических условий. Актуализированный перечень позволяет применять на обязательной основе современные технические нормы взамен устаревших», – акцентировал замглавы Минстроя России Дмитрий Волков.

Например, обновленный СП 131.13330.2018 «Строительная климатология» учитывает климатические параметры Крыма и Севастополя, а также повышение температурных параметров. С одной стороны, реализована возможность снижения ресурсоемкости строительных конструкций и инженерных систем. С другой стороны, в северных регионах наблюдается размораживание грунтов, что требует проведения мероприятий для поддержания несущей способности оснований зданий и сооружений и ограничения увеличения деформативности таких оснований. Данные изменения позволят существенно снизить стоимость и повысить безопасность строительства.

Изменениями в СП 118.13330.2012 «СНиП 31-06-2009 Общественные здания и сооружения» предусмотрена возможность проектирования 5-этажных зданий школ, что позволяет в районах существующей застройки решать задачу обеспечения учебными местами.

Отметим, что, в соответствии с п. 2 постановления правительства России от 4 июля 2020 г. № 985, принятые застройщиком или техническим заказчиком проектная документация и результаты инженерных изысканий проверяются на соответствие национальным стандартам и сводам правил, включенным в старый перечень, действующий до 1 августа 2020 года.

Источник: сайт Минстроя России <https://minstroyrf.gov.ru>

УДК 658

Оптимизация организационно-технических решений с применением BIM-технологий при реновации жилых зданий

Optimization of Organizational and Technical Solutions Using BIM-technologies for Building Renovation

Котов Василий Михайлович

Студент магистратуры, кафедра «Технологии и организация строительного производства», ФГБОУ «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), 129337, Россия, Москва, Ярославское шоссе, 26, vasmiko@gmail.com

Kotov Vasilij Mikhajlovich

Master's degree student at the Department «Technology and Organization Construction Production», Moscow State University of Civil Engineering National Research University (NRU MGSU), 129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26, vasmiko@gmail.com

Экба Сергей Игоревич

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии и организация строительного производства», ФГБОУ «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), 129337, Россия, Москва, Ярославское шоссе, 26, ekba.s.ig@gmail.com

Ehkba Sergej Igorevich

Ph.D. in Engineering Science, Associate Professor of the Department «Technology and Organization Construction Production», Moscow State University of Civil Engineering National Research University (NRU MGSU), 129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26, ekba.s.ig@gmail.com

Аннотация

Введение. В России возникла необходимость в строительстве больших объемов жилья в результате проведения реновации. Эта задача требует поиска новых решений в организации строительства и оптимизации этого процесса. Правительство заинтересовано в развитии строительной отрасли, в том числе активном внедрении новых технологий.

Материалы и методы. Предметом исследования является рассмотрение возможных эффективных сценариев использования BIM-технологий на стадиях реновации. В основе статьи лежат анализ и систематизация знаний о BIM-моделировании и его возможных вариантах использования в сравнении с классическими методами проектирования с применением САПР – из научных трудов, литературы, от российских и зарубежных разработчиков.

Результаты. В статье рассмотрены подходы к применению основных механизмов и инструментов BIM-моделирования в рамках реновации жилищных фондов, в том числе города Москвы. Помимо этого, раскрывается сущность понятия технологий информационного моделирования, его истоки в зарубежных странах и перспективы развития в нашей стране.

Abstract

Introduction. In Russia there is a need to build large volumes of housing as a result of renovation. This task requires the search for new solutions in the organization of construction and its optimization of this process. The government is interested in the development of the construction industry, including the active introduction of new technologies.

Materials and methods. The article is based on the analysis and systematization of knowledge about BIM-modeling and its possible uses in comparison with classical design methods using CAD – from scientific papers, literature, and from Russian and foreign developers.

Results. The article considers approaches to applying the main mechanisms and tools of BIM modeling in the framework of renovation of housing funds, including the city of Moscow. In addition, the author reveals the essence of the concept of information modeling technologies, its origins in foreign countries and prospects for development in our country.

Ключевые слова: BIM, реновация, моделирование, программы, база данных, технология.

Keywords: BIM, renovation, modeling, software, database, technology.

Проблема ветхого жилья в нашей стране стоит очень остро и является одной из самых актуальных тем в отечественной строительной отрасли. Только в Москве в программу по реновации жилищного фонда внесли чуть больше 5 тысяч домов, в которых проживает более 1-го миллиона человек. Такие объемы жилья, которые требуется возвести на месте снесенных аварийных домов, поражают воображение.

Финансирование реновации происходит с привлечением бюджетных средств, поэтому многие крупнейшие российские застройщики (ГК «ПИК», концерн «КРОСТ», «Группа ЛСР» и др.) очень заинтересованы в получении государственных заказов таких масштабов. Связано это еще и с тем, что условия долевого строительства изменились, это привело к снижению рынка – и бюджетные средства стали одним из главных источников финансирования.

В условиях такой конкуренции застройщики вынуждены уменьшать свои издержки и предлагать привлекательные условия инвестору (государству), решая следующие задачи:

- 1) детальная проработка проектов по сносу существующих аварийных зданий с последующей утилизацией, с минимизацией причинения вреда окружающей среде;
- 2) обеспечение прозрачности и контроля за ведением строительства новых объектов;
- 3) ускорение сроков строительных работ;
- 4) предоставление качественно нового инструмента по проверке инженерных систем и строительных конструкций на этапе эксплуатации.

Государство же, в свою очередь, заинтересовано в том, чтобы исключить коррупционную составляющую [2] на этапе проведения госзакупок.

Перечисленные выше задачи и проблемы требуют поиска новых подходов и нестандартных

решений для их реализации. Одним из таких решений является применение BIM-технологии.

BIM-технология, как идея, появилась еще в 70–80-х годах прошлого столетия, но только в начале нового тысячелетия стала активно использоваться строителями из Великобритании, Сингапура, США и Китая [10, 11]. В этих странах объемы строительства в нулевые годы были чрезвычайно большими, отчего возникала и большая конкуренция. Выживать на рынке можно было только с помощью инновационных методов ведения бизнеса и планирования строительства. Именно технологии информационного моделирования (ТИМ) стали удачными инструментами, которые применялись на всех этапах жизненного цикла строительного объекта, они помогли снизить денежные и временные затраты на возведение зданий и сооружений [1].

Само по себе понятие BIM-технологии является очень широким, так как это не просто какая-то компьютерная программа, которая включает в себя инструменты по повышению производительности проектировщиков, как в ставших уже классическими системах автоматизированного проектирования, – это обобщенная картина того, как вообще должно выглядеть строительство на всех этапах жизненного цикла здания: от момента задумки объекта, когда можно сделать концептуальный объемный проект за небольшой срок, до реализации, и эксплуатации, и прикрепления BIM-модели за конкретным зданием. Тем самым, цифровая копия будет жить с объектом неразрывно: ею можно будет пользоваться на этапе капитальных ремонтов, реконструкций и демонтажа. Вместе с этим, на всех этапах жизни в модель будут вноситься изменения, поэтому пользу от этой технологии мы осознаем не только сейчас, на этапах проектирования, но и на этапе окончания жизни объекта.



Рис. 1. Получение облака точек с помощью 3D-сканера
Fig. 1. Getting a point cloud using a 3D-scanner

Мы видим, что в России ТИМ только начинает набирать обороты. Не случайно с 2017 года, когда С. С. Собянин дал поручение о внедрении ТИМ на объектах строительства, стали выходить нормативные документы, которые регулируют и поясняют понятия информационных моделей. Строителям попытались донести информацию обо всем потенциале применения этой технологии. С того времени началось активное развитие нормативной базы, и на данный момент мы уже имеем следующие основные документы, регулирующие эту деятельность:

- Поправки в Градостроительный кодекс РФ (ФЗ от 29.12.2004 г. № 190-ФЗ), которые официально регламентируют понятие информационной модели в строительстве.
- СП 328.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве. Правила описания компонентов информационной модели» (приказ от 15.12.2017 г. № 1674/пр).
- СП 331.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве. Правила обмена между информационными моделями объектов и моделями, используемыми в программных комплексах» (приказ от 18.09.2017 г. № 1230/пр).

- СП 333.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла» (приказ от 18.09.2017 г. № 1227/пр).
- СП 301.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве. Правила организации работ производственно-техническими отделами».
- СП 404.1325800.2018 «Информационное моделирование в строительстве. Правила разработки планов проектов, реализуемых с применением технологии информационного моделирования».
- ГОСТ Р 55062–2012 «Информационные технологии. Системы промышленной автоматизации и их интеграция. Интероперабельность. Основные положения».

Как мы видим, год принятия данных нормативных документов не случаен, потому что именно в 2017-ом году в нашей стране активно начали говорить про реновацию, которая должна избавить российские города от аварийных и ветхих домов путем их сноса и постройки на их месте абсолютно новых жилых зданий. Правительство заинтересовано держать под кон-

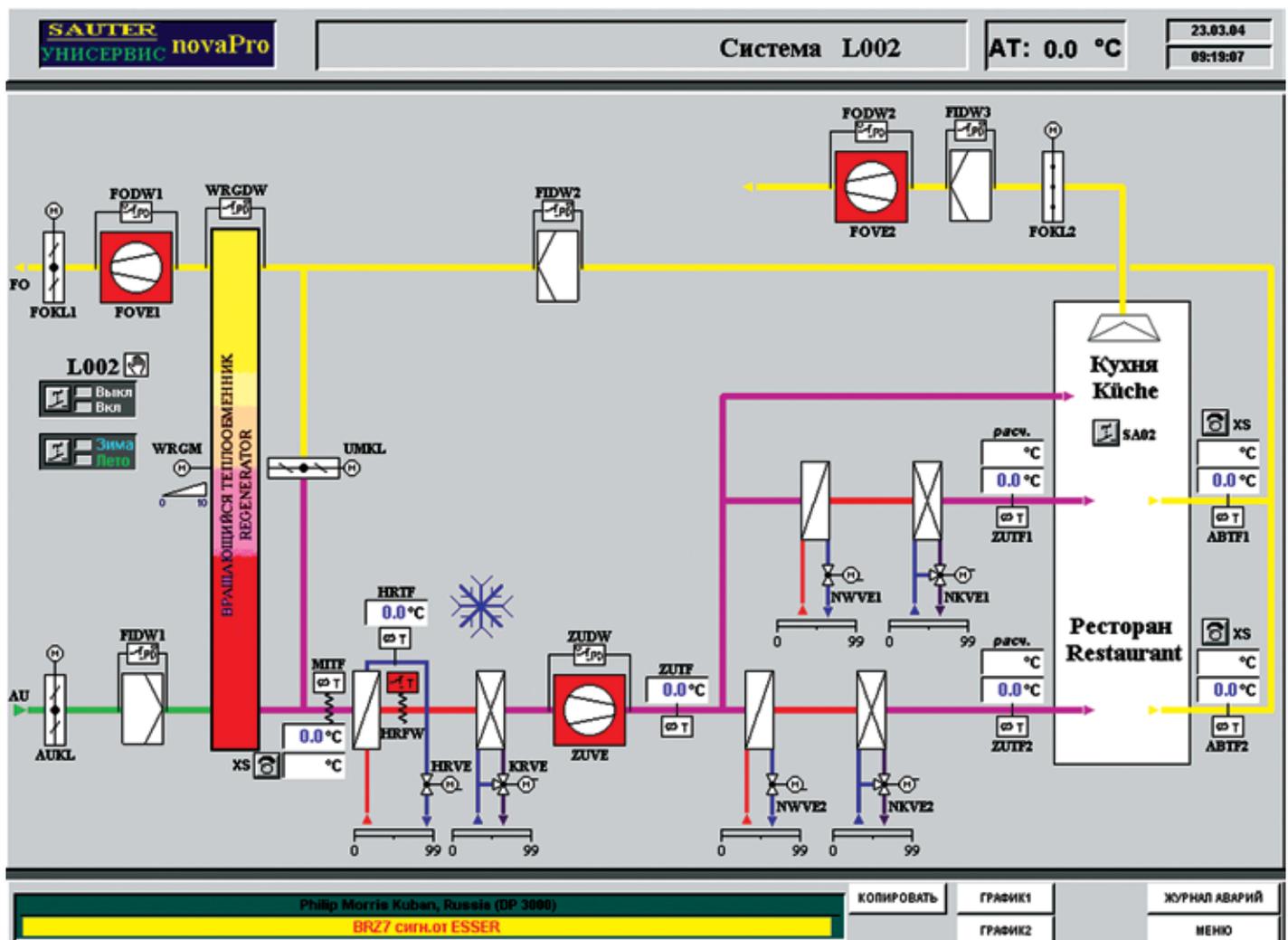


Рис. 2. Классическое представление BMS в инженерных сетях
Fig. 2. Classical representation of BMS in engineering networks

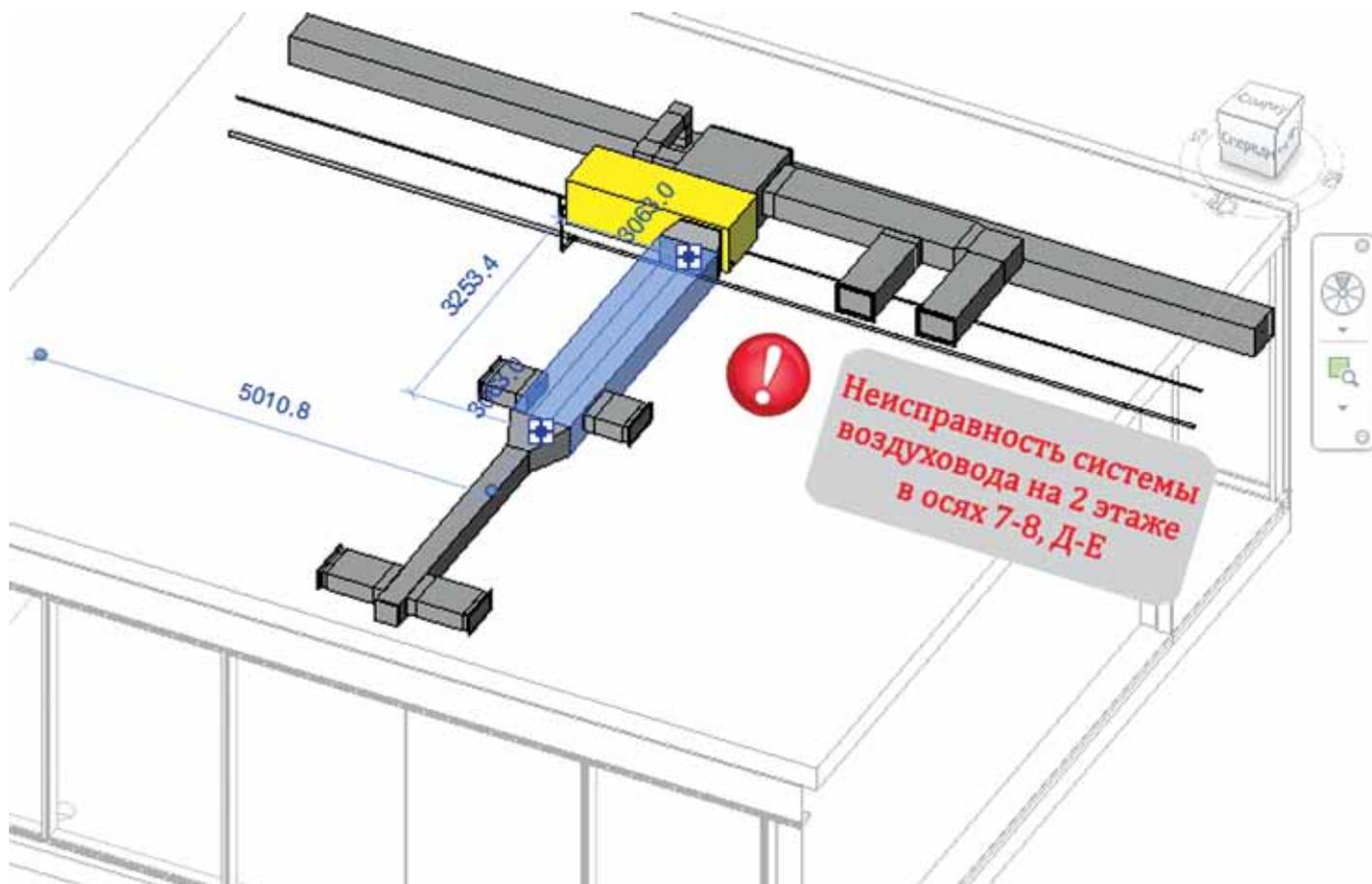


Рис. 3. Определение места неисправности с помощью BIM-модели

Fig. 3. Locating a fault using the BIM model

тролем весь процесс реновации [17], именно поэтому по новым законопроектам все стройки, финансируемые из государственного бюджета, обязаны сопровождаться использованием BIM-технологий. Но какие же глобальные преимущества получает застройщик, применяя новую технологию?

Первый и самый очевидный плюс от ее применения в том, что процесс проектирования сводится к созданию 3D-модели, где максимально точно будут учтены все особенности конструкций, инженерных сетей и оборудования, которые будут взаимосвязаны между собой. Создав такую типовую модель, компании застройщика и технического заказчика будут уверены в правильности примененных в проекте решений в будущем. Следовательно, генподрядчик будет строить по проверенному проекту и не найдет коллизий уже на строительном объекте. А ведь именно они могут привести к срывам сроков строительства и дополнительным проблемам.

Даже несмотря на то, что проектирование такого здания с применением BIM-моделей может затянуться на более длительный срок, в отличие от классических методов проектирования (до 2–3 раз больше времени может потребоваться для создания правильной модели), компания застройщика все равно выигрывает от этого, потому что данный проект она будет использовать не один раз. К тому же, все изменения и до-

работки делаются намного быстрее в сравнении с классическими САПР-программами.

Процесс создания рабочей документации также оптимизируется, ведь мы получаем большую часть ведомостей строительных материалов уже на стадии проектной документации. Инвестор в этом тоже заинтересован, так как сфальсифицировать данные по затратам намного сложнее, ведь модель здания представляет собой не только эффектную объемную картинку, но и серьезную базу данных со всеми подсчитанными объемами материалов [6]. Эту базу данных невозможно подделать. Помимо этого, экспертиза также более эффективно найдет несоответствия, если они еще останутся после проектировщиков.

На рынке появляется множество программных комплексов, использующихся для создания BIM-модели. Самыми популярными на данный момент являются такие: Revit, Tekla structures, Bentley systems [13] и другие.

Второе преимущество использования BIM-технологий – это технологическое проектирование и календарное планирование будущего строительства. Ведь использование BIM – это еще и привязка всего здания, его отдельных частей ко времени и стоимости. Тем самым мы имеем 4D- и 5D-пространство (где 4D включает время или деньги, а 5D – и время, и деньги) [9]. Все это может применяться в создании более

проработанных проектов организации строительства (ПОС) и проекта производства работ (ППР). Специалист по технологическому проектированию переводит информационную модель из статической в динамическую, где для каждого этапа строительства находит возможные критические факторы, которые в той или иной степени могут повлиять на строительство в каждый момент времени (учитывая срыв поставок материала, технических ресурсов и др.).

Этот механизм в BIM работает следующим образом: всем конструкциям задается последовательность возведения, каждая конструкция монтируется и устанавливается в строгом порядке. От мелких деталей до крупных конструкций будут моделироваться этапы будущего строительства, что позволит найти технологические ошибки уже на этапе проектирования и создать календарный план работ максимально точно [10]. Для данных целей существуют программные комплексы Navisworks от компании Autodesk и Model checker (Solibri). В конечном итоге, календарный план становится возможным протестировать до этапа строительства, что сложно было представить еще 20 лет назад. 3D-визуализация строительства также может быть использована и в графической части технологической документации, где будут отражены все необходимые грузоподъемные механизмы и их опасные зоны на каждом этапе строительства.

Третьим плюсом в копилке является то, что применение ТИМ дает возможность эффективно наблюдения за текущим состоянием зданий, чтобы сделать выводы о степени аварийности сооружения, а также получения исполнительной документации во время строительства. Это возможно с применением современных систем 3D-сканирования, пришедших из индустрии

видеоигр. Возведенные или существующие конструкции периодически сканируют, получая облако точек [20, 21]. После этого их переносят в проектную BIM-модель, где оператор, или BIM-мастер, сразу видит несоответствия проектных положений конструкций, не затрачивая на это много времени. Тем самым минимизируется риск фальсификаций от генерального подрядчика, и застройщик может проверить соответствие исполнительных схем и BIM-модели, которая была получена с 3D-сканера.

Заключение

BIM-технологии после стадии разговоров о них и перспективах уже сейчас могут активно применяться в нашей стране. К тому же, добавляются новые сценарии их использования, в частности в реновации жилого фонда. То, о чем говорили в будущем времени еще 2–3 года назад, происходит прямо сейчас. Уже к концу 2020-го года в Москве планируется завершение строительства двух новых домов в районе Метрогородка по программе реновации, которые были возведены с применением ТИМ. Этот пилотный проект является большим шагом к повсеместному внедрению BIM-подхода в нашей стране. Данный объект оснащен совершенными приборами учета потребляемых ресурсов, которые отправляются в расчетный центр, панелями управления для связи жильцов и автоматической связи с диспетчерской и экстренными службами.

Как мы видим, алгоритмы по внедрению всей системы уже разработаны и будут активно использоваться передовыми компаниями, готовыми выходить на новый уровень. Следует отметить, что в Москве уже в этом году все застройщики должны перейти на использование BIM. Более 40 домов уже находятся на стадии создания моделей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абакумов Р. Г., Наумов А. Е., Зобова А. Г. Преимущества, инструменты и эффективность внедрения технологий информационного моделирования в строительстве. – DOI 10.12737/article_590878fb8be5f0.72456616 // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2017. – № 5. – С. 171–181.
2. Горбатов Г. А. Цифровизация в государственной деятельности и ее роль в противодействии коррупции // Экономика и социум. – 2019. – № 9 (64). – С. 85–90.
3. Eastman Ch., Teicholz P., Sacks. R., Liston K. BIM Handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors [Руководство по информационному моделированию]. – New York : John Wiley and Sons, 2011. – 640 p.
4. Кравченко Т. В. BIM-технологии в управлении строительными проектами // Молодой ученый. – 2019. – № 3. – С. 176–179. – URL <https://moluch.ru/archive/241/55724/> (дата обращения: 20.02.2019).
5. Князева Н. В., Лёвина Д. А. Использование BIM-сценариев в работе служб эксплуатации. – DOI 10.34031/article_5cd6df471c80b0.9242206 // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2019. – № 5. – С. 99–105.
6. Бачурина С. С., Султанова И. П. Концепция создания экономико-визуальной модели – инструмента повышения эффективности инвестиционно-строительных

REFERENCES

1. Abakumov R. G., Naumov A. E., Zobova A. G. Preimushhestva, instrumenty i ehffektivnost' vnedreniya tekhnologij informatsionnogo modelirovaniya v stroitel'stve [Benefits, tools and effectiveness of the implementation of building information modeling in construction]. – DOI 10.12737/article_590878fb8be5f0.72456616 // Vestnik BG TU im. V. G. Shukhov. – 2017. – № 5. – P. 171–181.
2. Gorbatov G. A. Tsifrovizatsiya v gosudarstvennoj deyatel'nosti i ee rol' v protivodejstvii korruptsii [The Digitalization of government activities and its role in combating corruption] // Economics and society [Ehkonomika i sotsium]. – 2019. – № 9 (64). – P. 85–90.
3. Eastman Ch., Teicholz P., Sacks. R., Liston K. BIM Handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, managers, engineers and contractors [Information modeling Guide]. – New York : John Wiley and Sons, 2011. – 640 p.
4. Kravchenko T. V. BIM-tekhnologii v upravlenii stroitel'nymi proektami [BIM-technologies in construction project management] // Molodoj uchenyj [Young scientist]. – 2019. – № 3. – P. 176–179. – URL: <https://www.moluch.ru/archive/241/55724/>.
5. Knyazeva N. V., Lyovina D. A. Ispol'zovanie BIM-stsenarijev v rabote sluzhnb ehkspluatatsii [The Use

- проектов // Градостроительство. – 2015. – № 1 (35). – С. 11–14.
7. Дмитриева А. Н., Владимирова И. Л. Технологии информационного моделирования в управлении строительными проектами России. – DOI 10.33622/0869-7019.2019.10.48-59 // Промышленное и гражданское строительство. – 2019. – № 10. – С. 48–59.
 8. Badenko V., Zotov D., Fedotov A. Hybrid processing of laser scanning data // E3S Web of Conferences. – 2018. – Vol. 33. – P. 01047. – URL: https://www.e3sconferences.org/articles/e3sconf/abs/2018/08/e3sconf_hrc2018_01047/e3sconf_hrc2018_01047.html.
 9. Ерошкин С. Ю., Каллаур Г. Ю., Папикян Л. М. Интегрированное использование BIM-технологий в целях управления проектами // Вестник МГТУ «Станкин». – 2017. – № 4 (43).
 10. Шеина С. Г., Петров К. С., Федоров А. А. Исследование этапов развития BIM-технологий в мировой практике и России // Строительство и техногенная безопасность. – 2019. – № 14 (66).
 11. Доможирова Е. А., Степанова Ю. С., Винидиктова М. Е. Преимущества BIM-технологий на примере китайского опыта // Инженерный вестник Дона. – 2019. – № 3. – URL: <https://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2019/5800>.
 12. Топчий Д. В., Токарский А. Я. Концепция контроля качества организации строительных процессов при проведении строительного надзора на основе использования информационных технологий // Вестник Евразийской науки. – 2019. – Т. 11, № 3.
 13. Вербицкий В. А. Анализ программных комплексов и опыта внедрения BIM-технологий. – DOI 10.12731/2227-930X-2019-1-14-28 // International Journal of Advanced Studies. – 2019. – Vol. 9, № 2.
 14. Перцева А. Е., Волкова А. А., Хижняк Н. С., Астафьева Н. С. Особенности внедрения BIM-технологии в отечественные организации // Интернет-журнал «Науковедение». – 2017. – Т. 9, № 6. – URL: <https://naukovedenie.ru/PDF/58EVN617.pdf> (доступ свободный). – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
 15. Бушнева И. А., Безверхова Ю. А., Шевченко Г. Г., Гура Д. А. Об использовании наземного лазерного сканирования для получения фасадных чертежей исследуемых зданий и строений // Научные труды КубГТУ. – 2016. – № 11.
 16. Бачурина С. С., Владимирова И. Л., Каллаур Г. Ю. Требования к цифровой модели здания на эксплуатационной фазе жизненного цикла. – DOI 10.23968/BIMAC.2019.008 // Материалы II Международной научно-практической конференции. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2019.
 17. Шмелева А. Н., Рыбаков М. Б. Инструменты цифровой экономики при реализации программы реновации жилья в г. Москве // Электронный научный журнал «Век качества». – 2019. – № 4. – URL: <http://www.agequal.ru>. – ISSN 2500-1841.
 18. Липидус А. А., Степанов А. Е. Формирование организационно-технологических параметров эффективности возведения монолитных конструкций многоэтажных жилых зданий // Science and Business: Development Ways. – 2019. – С. 128–131.
 19. Князева Н. В. Информационные системы в строительстве // Промышленное и гражданское строительство. – 2018. – Т. 9. – С. 68–71.
 20. Сивак Т. А., Кваша П. Ю. Интеграция технологии датчиков отслеживания в информационное моделирование зданий и сооружений. – DOI 10.22227/2305-5502.2019.4.1 // Строительство: наука и образование. – 2019. – Т. 9, Вып. 4. – Ст. 1. – URL: <http://nsojournal.ru>.
 21. 3D-инженерные изыскания // Официальный сайт инженерной компании «НГКИ» : [электронный ресурс]. – Москва. – 1999. – URL: <http://www.ngce.ru>.
 - of BIM-scripts work operations]. – DOI 10.34031/article_5cd6df471c80b0.92422061 // Vestnik BG TU im. V. G. Shukhov. – 2019. – № 5. – P. 99–105.
 6. Bachurina S. S., Sultanova I. P. Kontsepsiya sozdaniya ehkonomiko-vizual'noj modeli – instrumenta povysheniya ehffektivnosti investitsionno-stroitel'nykh proektov [The Concept of creating an economic and visual model – a tool for improving the efficiency of investment and construction projects] // Gradostroitel'stvo [City building]. – 2015. – № 1 (35). – С. 11–14.
 7. Dmitrieva A. N., Vladimirova I. L. Tekhnologii informatsionnogo modelirovaniya v upravlenii stroitel'nyimi proektami Rossii [Information modeling Technologies in construction project management in Russia]. – DOI 10.33622/0869-7019.2019.10.48-59 // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo [Industrial and civil construction]. – 2019. – № 10. – P. 48–59.
 8. Badenko V., Zotov D., Fedotov A. Hybrid processing of laser scanning data // E3S Web of Conferences. – 2018. – Vol. 33. – P. 01047. – URL: https://www.e3sconferences.org/articles/e3sconf/abs/2018/08/e3sconf_hrc2018_01047/e3sconf_hrc2018_01047.html.
 9. Eroshkin S. Yu., Kallaur G. Yu., Papikyan L. M. Integrirovannoe ispol'zovanie BIM-tekhnologij v tselyakh upravleniya proektami [Integrated use of BIM technologies for project management] // Vestnik MGTU «Stankin» [Bulletin of STANKIN Moscow State Technical University]. – 2017. – № 4 (43).
 10. Sheina S. G., Petrov K. S., Fedorov A. A. Issledovanie etapov razvitiya BIM-tekhnologij v mirovoj praktike i Rossii [Research of stages of development of BIM technologies in world practise and Russia] // Stroitel'stvo i tehnogennaya bezopasnost' [Construction and technogenic safety]. – 2019. – № 14 (66).
 11. Domozhirova E. A., Stepanova Yu. S., Vinidiktova M. E. Preimushhestva BIM-tekhnologij na primere kitajskogo opyta [Advantages of BIM technologies on the example of the Chinese experience] // Inzhenernyj vestnik Dona [Engineering Bulletin of the Don]. – 2019. – № 3.
 12. Topchij D. V., Tokarskij A. Ya. Kontsepsiya kontrolya kachestva organizatsii stroitel'nykh protsessov pri provedenii stroitel'nogo nadzora na osnove ispol'zovaniya informatsionnykh tekhnologij [The Concept of quality control of the organization of construction processes during construction supervision based on the use of information technologies] // Vestnik Evrazijskoj nauki [Bulletin of Eurasian science]. – 2019. – № 3, Vol. 11.
 13. Verbitskij V. A. Analiz programmykh kompleksov i opyta vnedreniya BIM-tekhnologij [Analysis of software systems and experience in implementing BIM technologies]. – DOI 10.12731/2227-930X-2019-1-14-28 // International Journal of Advanced Studies. – 2019. – Vol. 9, № 2.
 14. Pertseva A. E., Volkova A. A., Khizhnyak N. S., Astaf'eva N. S. Osobennosti vnedreniya BIM-tekhnologii v otechestvennye organizatsii [Features of BIM technology implementation in domestic organizations] // Internet-zhurnal «Naukovedenie» [Online journal «Science STUDIES»]. – 2017. – Vol. 9, № 6. – URL: <https://naukovedenie.ru/PDF/58EVN617.pdf>.
 15. Bushneva I. A., Bezverkhova Yu. A., Shevchenko G. G., Gura D. A. Ob ispol'zovanii nazemnogo lazernogo skanirovaniya dlya polucheniya fasadnykh chertezhej issleduemykh zdaniy i stroenij [On the use of Ground-based Laser Scanning for obtaining Facade Drawings of buildings and Structures under Study] // Nauchnye trudy KubGTU [Scientific works of KubSTU]. – 2016. – № 11.
 16. Bachurina S. S., Vladimirova I. L., Kallaur G. Yu. Trebovaniya k tsifrovoj modeli zdaniya na ehskpluatatsionnoj faze zhiznennogo tsikla [Requirements for a Digital model of a Building at the Operational phase of the Life Cycle]. – DOI 10.23968/BIMAC // Materialy II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferentsii [Materials of the II international scientific and practical conference]. – Saint Petersburg state University of architecture and civil engineering. – 2019.

17. Shmeleva A. N., Rybakov M. B. Instrumenty tsifrovoj ehkonomiki pri realizatsii programmy renovatsii zhil'ya v g. Moskve. [Tools of the digital economy in the implementation of the housing renovation program in Moscow] // Ehlektronnyj nauchnyj zhurnal «Vek kachestva» [Electronic scientific journal «Century of Quality»]. – 2019. – № 4. – URL: <http://www.agequal.ru>. – ISSN 2500-1841.
18. Lapidus A. A., Stepanov A. E. Formirovanie organizatsionno-tekhnologicheskikh parametrov ehffektivnosti vozvedeniya monolitnykh konstruksij mnogoetazhnykh zhilykh zdaniy [Formation of organizational and technological parameters of efficiency of construction of monolithic structures of multi-storey residential buildings] // Science and Business: Development Ways. – 2019. – С. 128–131.
19. Knyazeva N. V. Informatsionnye sistemy v stroitel'stve [Information systems in construction] // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo [Industrial and civil construction]. – 2018. – Vol. 9. – P. 68–71.
20. Sivak T. A., Kvasha P. Yu. Integratsiya tekhnologii datchikov otslezhivaniya v informatsionnoe modelirovanie zdaniy i sooruzhenij [Integration of tracking sensor technology into the information modeling of buildings and structures]. – DOI 10.22227/2305-5502.2019.4.1 (rus.) // Stroitel'stvo: nauka i obrazovanie [Construction: Science and Education]. – 2019. – № 9 (4), 1. – URL: <http://nso-journal.ru>.
21. 3D-inzhenernye izyskaniya [3D-engineering surveys] // Ofitsial'nyj sayt inzhenernoj kompanii «NGKI» [Official website of the engineering company «NGKI»] : [electronic resource]. – Moscow. – 1999. – URL: <http://www.ngki.ru>.

НОВОСТЬ

Минстрой России популяризирует науку

Замминистра строительства и ЖКХ России Дмитрий Волков провел встречу с коллективом АО НИЦ «Строительство», крупнейшего в стране отраслевого научного центра. Его специалисты познакомили замглавы Минстроя с новейшими разработками, а также рассказали о существующих у центра проблемах.

В составе научно-исследовательского центра функционируют 59 узкоспециализированных отраслевых лабораторий, объединенных в три крупнейших, широко известных в России и за рубежом научно-исследовательских института: Центральный научно-исследовательский институт строительных конструкций имени В. А. Кучеренко, Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона имени А. А. Гвоздева, Научно-исследовательский, проектно-изыскательский и конструкторско-технологический институт оснований и подземных сооружений имени Н. М. Герсеванова.

Замминистра посетил некоторые лаборатории и пообщался со специалистами об особенностях существующих разработок. Он также отметил необходимость ведения постоянной коммуникации на всех уровнях развития строительной отрасли. «На протяжении всей истории деятельность научных учреждений являлась некой тайной для других специалистов, что приводило к недостаточной коммуникации, и как следствие, замедлению процессов становления направления. Министерство ставит перед

собой задачу привести простые примеры, популяризирующие имеющиеся наработки, и добиться синергии между научным и практическим сообществами», – акцентировал замглавы Минстроя России.

Дмитрий Волков рассмотрел новейшие технологии в области защиты бетонных и железобетонных конструкций от коррозии, предотвращения выделения аммиака из строительных материалов, возведения зданий и сооружений на многолетних мерзлых грунтах. Специалисты центра приступили к восстановлению самой большой и единственной подобной в России виброплатформы ВП-100, позволяющей проводить натурные испытания и сертификацию конструктивных узлов для сейсмических районов. Открытие единственной в России гидравлической сейсмоплатформы с тремя степенями свободы запланировано на сентябрь 2021 года.

АО «НИЦ «Строительство» имеет собственную лабораторию испытаний, аккредитованную в системе ГОСТ Р. Лаборатория оснащена современным контрольно-измерительным оборудованием, наряду с которым имеется уникальная испытательная разрывная машина. Она предназначена для статических испытаний крупногабаритных образцов и элементов конструкций на растяжение и сжатие. В структуру Центра также входит Научное экспертное бюро пожарной, экологической безопасности в строительстве.

Источник: сайт Минстроя России <https://minstroyrf.gov.ru>

УДК 69.05

Оценка организационно-технологических и конструктивных аспектов метода бетонирования перекрытий с применением сталефибробетона

Evaluation of Organizational and Technological Aspects of Construction of Elevated Steel Fibre Reinforced Concrete Slabs

Айдаров Станислав Русланович

Исследователь, Политехнический университет Каталонии (Испания),
s.aydarti@gmail.com

Stanislav Ruslanovich Ajdarov

Researcher (Ph.D. Candidate) of Polytechnic University of Catalonia (Spain), s.aydarti@gmail.com

Альберт де ла Фуэнте

Доктор технических наук, Политехнический университет Каталонии (Испания)

Albert de la Fuente

Ph.D. in Civil Engineering, Associate Professor at Polytechnic University of Catalonia (Spain)

Фатуллаев Рустам Сейфуллаевич

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии и организация строительного производства», ФГБОУ Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), 129337, Россия, Москва, Ярославское шоссе, 26

Fatullaev Rustam Sejfullaevich

Ph.D. in Engineering Science, Associate Professor of the Department «Technology and Organization Construction Production», Moscow State University of Civil Engineering National Research University (NRU MGSU), 129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26

Пугач Евгений Михайлович

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии и организация строительного производства», ФГБОУ Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), 129337, Россия, Москва, Ярославское шоссе, 26

Pugach Evgenij Mikhajlovich

Ph.D. in Engineering Science, Associate Professor of the Department «Technology and Organization Construction Production», Moscow State University of Civil Engineering National Research University (NRU MGSU), 129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26

Аннотация

Публикация соответствующих рекомендаций и норм проектирования позволила исследователям по всему миру уделить внимание возможности использования сталефибробетона в конструктивных элементах, которые подвержены относительно высоким нагрузкам. Особый

Abstract

The publication of relevant design recommendations and standards allowed researchers to all over the world, pay attention to the possibility of using Steel Fibre Reinforced Concrete (SFRC) in structural elements that are subject to relatively high loads. Of particular interest was the study of

интерес вызвало изучение потенциального применения данного материала в безбалочных плитах перекрытия ввиду статической неопределимости конструкции – условия, которое позволяет сталефибробетону продемонстрировать свои лучшие качества. Полученные результаты показали, как добавление стальной фибры в композицию бетона обеспечивает необходимую прочность на изгиб и продавливание, что позволяет соответствовать требованиям предельных состояний при стандартных нагрузках для этого типа конструкций.

Успешные исследовательские труды в купе с проведенными лабораторными испытаниями позволили применить данную технологию при строительстве нескольких зданий: стержневая арматура в безбалочных плитах перекрытия была частично (а в некоторых случаях полностью) замещена дисперсным армированием стальной фиброй. В ходе строительства были отмечены преимущества подобного замещения, среди которых были сокращение затрат и срока строительства, оптимизация используемых ресурсов и положительное влияние данного метода на социальные и экологические аспекты.

Тем не менее, несмотря на очевидные достоинства описанной технологии, изучение организационно-технологических аспектов использования данного метода существенно отстает от конструктивных, что, в том числе, не позволяет широко внедрить использование сталефибробетона в строительство безбалочных монолитных перекрытий.

Ключевые слова: фибра, стальная фибра, сталефибробетон, безбалочные монолитные перекрытия, технологические аспекты, организационные аспекты.

Введение

Применение сталефибробетона является альтернативой использованию бетона, армированного традиционным способом (стержневое армирование). За счет увеличения сопротивления растяжению и положительного воздействия на вязкость материала сталефибробетон позволяет решить проблему хрупкости. Данное технологическое решение (добавление в смесь волокон для улучшения характеристик хрупкого материала) не является новейшим открытием: древние египтяне использовали рубленую солому и конский волос для укрепления кирпича. Тем не менее, только в 1960-х годах началось исследование возможности дисперсного армирования бетонных элементов [1].

До недавнего времени применение сталефибробетона ограничивалось сборными железобетонными элементами, дорожными и промышленными покрытиями, конструкциями, подверженными сжимающим напряжениям, в том числе устраиваемым методом торкретирования. Рисунок 1 демонстрирует статистические данные по процентному распределению общего объема используемой стальной фибры в Испании по состоянию на 2009 год.

Благодаря внедрению новых норм проектирования [2–5], сталефибробетон стал применяться в безбалочных монолитных перекрытиях [6–9].

the potential use of this material in girderless slabs due to the static indeterminability of the structure – a condition that allows steel fiber to demonstrate its best qualities. The results showed that the addition of steel fiber to the concrete composition provides the necessary flexural and compressive strength, allowing meet the requirements of limit States when standard loads are for this type of structure.

Successful research works, together with laboratory tests, allowed us to apply this technology in the construction of several buildings: the rod reinforcement in the girderless floor slabs was partially (and in some cases completely) replaced by dispersed steel fiber reinforcement. During the construction process, the advantages of such substitution were noted, among which were the reduction of costs and construction time, optimization of resources used, and the positive impact of this method on social and environmental aspects.

However, despite the obvious advantages of this described technology, the study of organizational and technological the use of this method significantly lags behind the design aspects, which also makes it impossible to widely introduce the use of steel fiber (SFRC) concrete in the construction of girderless monolithic floors.

Keywords: fibres, steel fibres, steel fibre reinforced concrete, flat slabs, technological aspects, organizational aspects.

Выполненные к настоящему времени исследования доказывают, что наличие стальной фибры в бетонной смеси позволяет частично или полностью заменить стержневое армирование, используемое для устройства плит перекрытий. Такое решение оказывает положительное влияние на сокращение материальных и трудовых ресурсов, затрачиваемых на возведение конструкции, и выражается в уменьшении числа задействованных процессов и увеличении выработки [10].

Целью данной статьи является обзор современного опыта бетонирования конструкций с использованием сталефибробетона, проведенный на основе исследований Политехнического Университета Каталонии, анализ возможности его применения в монолитных безбалочных перекрытиях, а также оценка информации в области организационно-технологического аспекта данного метода.

Основная часть

В последние годы интерес к исследованию свойств и возможностей сталефибробетона непрерывно возрастает, что подтверждается количеством публикаций по данному направлению (рис. 2). Главным отличием рассматриваемого бетона от традиционного является добавление стальной фибры в композицию материала. Данное отличие существенно меняет механические

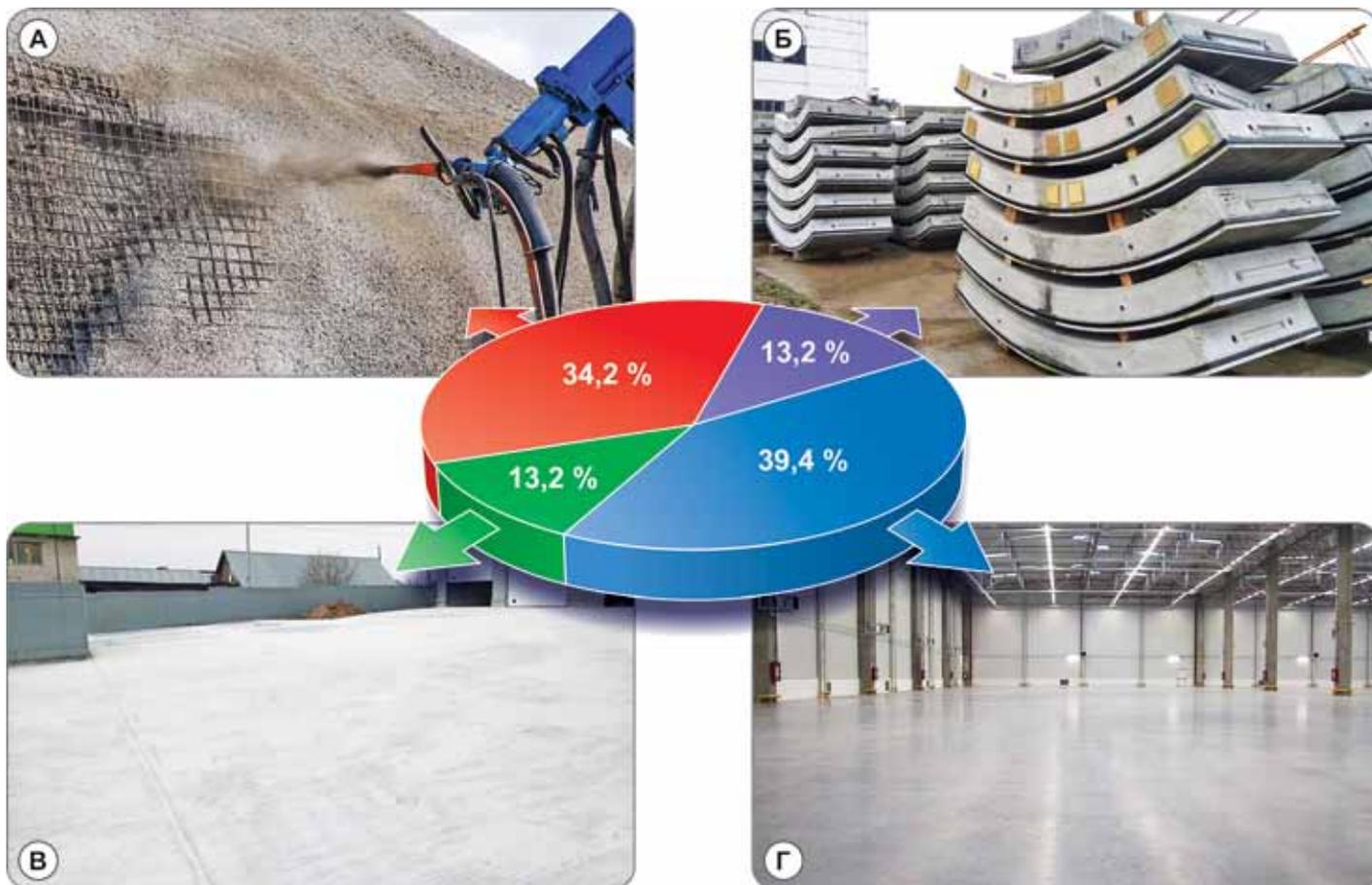


Рис. 1. Статистика использования стальной фибры в бетоне по состоянию на 2009 год [1]:

а) торкретирование, б) тюбинги, в), г) покрытия

Fig. 1. Traditional applications of SFRC (as of 2009): a) sprayed concrete, b) precast elements, c), d) roads and other pavements

свойства бетона, влияя на остаточное сопротивление растяжению и вязкость материала (рис. 3). Кроме повышения прочностных характеристик, фибра влияет на трещиностойкость: количество трещин в сравнении с традиционными железобетонными элементами при нагружении увеличивается, однако их раскрытие имеет существенно меньшие значения, что положительно влияет на долговечность конструкции [11–13]. Данные характеристики позволяют использо-

вать сталефибробетон для устройства несущих горизонтальных конструкций.

В начале 2000-х годов в городе Биссен (Люксембург) был возведен прототип безбалочного перекрытия 18×18 м с шагом колонн каркаса 6 м. В данной конструкции, выполненной из сталефибробетона, практически отсутствовало стержневое армирование, за исключением армирования против прогрессирующего обрушения (рис. 4б) [14]. Несмотря на необходимость получения самоуплотняющейся смеси, использованный бетон был усилен фиброй в количестве 100 кг/м³.

После набора проектной прочности данная конструкция была нагружена как распределенной, так и сосредоточенной нагрузками. Резуль-

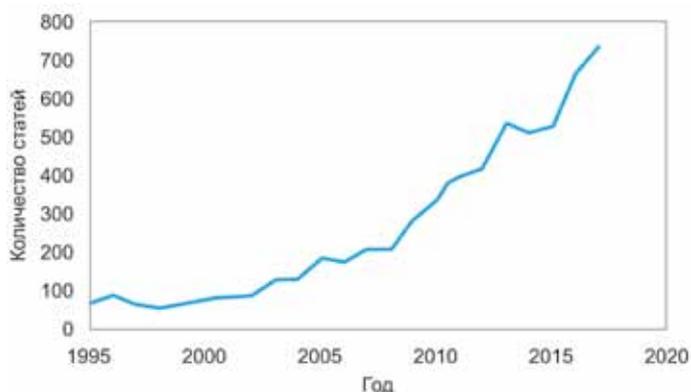


Рис. 2. Количество публикаций по сталефибробетону в базе данных Scopus

Fig. 2. Number of publications on fibre reinforced concrete in Scopus

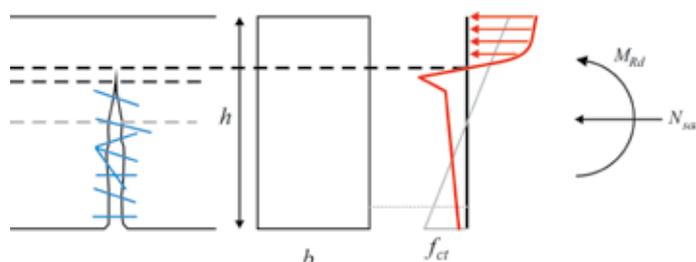


Рис. 3. Изменение сопротивления растягивающим усилиям при использовании фибры

Fig. 3. Sectional model to assess flexural strength of SFRC



Рис. 4. А) фибробетонная смесь, В) возведение прототипа
Fig. 4. А) SFRC, В) construction of the SFRC prototype

таты подтвердили обеспеченность необходимой прочностью на изгиб и продавливание при нагрузке по первому предельному состоянию. Деформации конструкции также соответствовали требованиям второго предельного состояния.

На основе полученных результатов были проведены дополнительные эксперименты, предусматривавшие изменение длины пролета, толщин перекрытия и характера распределения нагрузок [15–17]. Результаты подтвердили возможность использования сталефибробетона в подобных конструкциях. Тем не менее, для массового использования в строительной индустрии некоторые аспекты данной технологии требуют детального анализа. Среди подобных аспектов можно выделить следующие: изучение поведения конструкции под длительными нагрузками; точная оценка возможного трещинообразования; необходимые мероприятия по контролю качества; возможность уменьшения содержания фибры в бетоне за счет улучшения ее свойств и т. п.

Некоторые из вышеперечисленных аспектов были изучены в процессе проведения исследо-

вательской работы «eFIB», которая включала в себя оценку 15-ти образцов самоуплотняющихся сталефибробетонных смесей, в которых использовали усовершенствованные типы фибр при их количественном содержании от 60 до 120 кг/м³. Анализ результатов, основанный на использовании различных методов расчета, в сравнении с предыдущими исследованиями позволил уменьшить содержание фибры на 30 % для прототипа 10×12 метров с шагом колонн каркаса 6 м в одном направлении и 5 м – в другом. Для этого прототипа использовалось равномерное нагружение, изучалось трещинообразование и деформации конструкции (рис. 6).

Качество материалов контролировалось индуктивным методом, разработанным исследователями Политехнического Университета Каталонии. Метод позволяет определять содержание фибры в кубическом или цилиндрическом образцах с возможной погрешностью 0,35 кг/м³, что при содержании 60–120 кг/м³ не является критичным (рис. 7).

Несмотря на то, что в настоящее время технология использования сталефибробетона носит



Рис. 5. Нагружение сталефибробетонного прототипа [9].
Fig. 5. Loading of SFRC prototype



Рис. 6. Натурные испытания сталефибробетонного перекрытия

Fig. 6. Real scale testing of SFRC flat slab

экспериментальный характер, прогресс в изучении возможности применения данного материала в конструкциях безбалочных монолитных

перекрытий очевиден. Стоит отметить, что существуют здания, устройство перекрытий которых осуществлено практически с полным замещением стержневой арматуры (рис. 8).

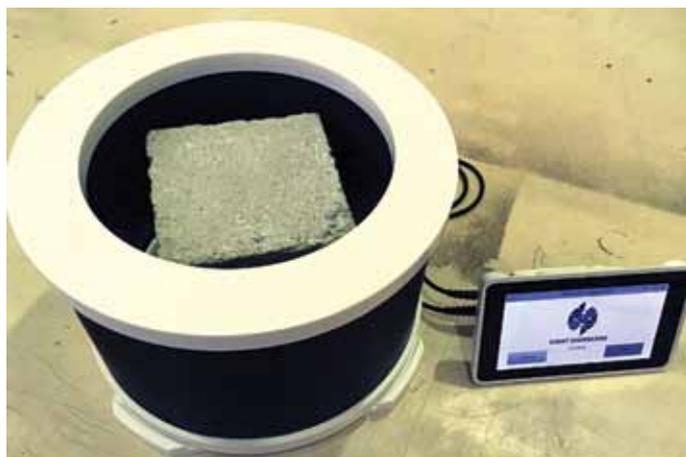


Рис. 7. Определение содержания фибры в образце

Fig. 7. Evaluation of fibre content in the concrete sample

При строительстве данных зданий за счет применения сталефибробетона было достигнуто улучшение организационно-технологических параметров: продолжительность возведения монолитного каркаса 16-этажного здания в Таллине (рис. 8а) уменьшилась на 9 недель [7]; трудоемкость возведения монолитных каркасов офисного здания в Испании и треугольного здания в Эстонии снизилась на 12 % (рис. 8б, в) [6, 7]. Такие результаты обусловлены значительным сокращением затрат труда на армирование и бетонирование горизонтальных конструкций. В среднем при применении сталефибробетона, по сравнению с «классическими» методами возведения железобетонных перекрытий, трудоемкость работ по армированию снижается на 90 %, что составляет около 30 % общих затрат труда на устройство горизонтальных конструкций. Сни-



Рис. 8. Здания с использованием сталефибробетона в монолитных перекрытиях:

а) 16-этажное здание в Таллине, б) треугольное здание в Таллине, в) офисное здание в Испании

Fig. 8. Buildings with SFRC flat slabs: a) 16 floor building in Tallinn b) Triangle building in Tallinn c) Office building in Spain

жение затрат труда за счет использования сталефибробетона позволило сократить продолжительность устройства перекрытий, что положительно отразилось на стоимости выполнения работ.

Несмотря на видимые успехи в развитии данной технологии, стоит отметить недостаточный опыт применения последней и отсутствие релевантных исследований касательно организационно-технологических аспектов, что также подтверждается отсутствием в России нормативных показателей трудоемкости и стоимости работ с применением сталефибробетона. Как было отмечено ранее, возведение конструкций с использованием сталефибробетона на практике сведено к единичным случаям. Данное обстоятельство может быть обусловлено тем, что большинство исследований в области сталефибробе-

тона посвящены изучению и совершенствованию характеристик самого материала.

Выводы

Имеющиеся вследствие практического применения сталефибробетонных конструкций результаты говорят об организационно-технологическом потенциале данного метода. Но несмотря на очевидные преимущества, есть организационно-технологические аспекты, которые оказывают влияние на степень внедрения данного метода в широкое использование. Изучение данных аспектов является перспективным направлением для совместной работы Политехнического университета Каталонии и кафедры «Технологий и организации строительного производства» Московского государственного строительного университета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/ REFERENCES

1. Torrents J. M., Blanco A., Pujadas P., Aguado A., Juan-García P., Sánchez-Moragues M. Á. Inductive method for assessing the amount and orientation of steel fibers in concrete // *Mater. Struct. Constr.* – 2012. – Vol. 45, № 10. – P. 1577– 1592.
2. Vandewalle L. [et al.] RILEM TC162-TDF: Test and design methods for steel fibre reinforced concrete. Final Recommendation // *Materials and Structures.* – 2003. – Vol. 36, October. – P. 560–567.
3. Beverly P., Conventer W. The fib Model Code for Concrete Structures 2010 // *International Federation for Structural Concrete / Federal Institute of Technology Lausanne – EPFL.* – Switzerland: Ernst & Sohn a Wiley brand, 2013. – 432 p.
4. Report on the Design and Construction of Steel Fiber-Reinforced Concrete Elevated Slabs : ACI 544.6R-2015 : American Concrete Institute : publ. 01.01.2015, curr. 01.09.2015. – USA, 2015. – 44 p.
5. Estructural EHE-2008 : Comisión Permanente del Hormigón : Instrucción de Hormigón. – Madrid : Ministerio de Fomento, 2008.
6. Maturana Orellana A. Estudio teórico-experimental de la aplicabilidad del hormigón reforzado con fibras de acero a losas de forjado multidireccionales. – 2013.
7. Mandl J. Flat Slabs Made of Steel Fiber Reinforced Concrete (SFRC). – 2008.
8. Destrée X., Mandl J. Steel fibre only reinforced concrete in free suspended elevated slabs : Case studies, design assisted by testing route, comparison to the latest SFRC standard documents // *Tailor Made Concrete Structures* – 2008. P. 437–443.
9. Gossia U. Development of SFRC Free Suspended Elevated Flat Slabs. – 2005.
10. Galeote Moreno E. Optimization of design procedures and quality control for FRC // *Universitat Politècnica de Catalunya.* – 2018.
11. Pujadas P. Caracterización y diseño del hormigón reforzado con fibras plásticas. – 2013.
12. Grolí G. Crack Width Control in Rc Elements With Recycled Steel Fibres and Applications To Integral Structures // *Theoretical and Experimental Study.* – 2014.
13. Cederhout R. Crack width in reinforced steel fibre concrete Influence of steel fibres of the crack width. – 2012. – 119 p.
14. Mitchell D., Cook W. D. Preventing Progressive Collapse of Slab Structures // *J. Struct. Eng.* – 1984. – Vol. 110, № 7. – P. 1513–1532.
15. Michels J., Waldmann D., Maas S., Zürbes A. Steel fibers as only reinforcement for flat slab construction - Experimental investigation and design // *Constr. Build. Mater.* – 2012. – Vol. 26, № 1. – P. 145–155.
16. Barros J., Salehian H., Pires M., Gonçalves D. Design and testing elevated steel fibre reinforced self-compacting concrete slabs // *Fibre Reinf. Concr.* – 2012. – P. 1–12.
17. Facconi L., Minelli F., Plizzari G. Steel fiber reinforced self compacting concrete thin slabs – Experimental study and verification against Model Code 2010 provisions // *Eng. Struct.* – 2016. – Vol. 122. – P. 226–237.

УДК 69.05

Комфортное жилье нового индустриального поколения

Comfortable Housing of the New Industrial Generation

Пахомова Лилия Алексеевна

Старший преподаватель кафедры, аспирантка кафедры «Технологии и организация строительного производства», ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), 129337, Россия, Москва, Ярославское шоссе, 26, liliya_7172@mail.ru

Pakhomova Liliya Alekseevna

Senior Lecturer at the Department, Postgraduate of the Department «Technologies and Organization of Construction Production», Moscow State University of Civil Engineering National Research University (NRU MGSU), 129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26, liliya_7172@mail.ru

Олейник Павел Павлович

Доктор технических наук, профессор кафедры «Технологии и организация строительного производства», ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), 129337, Россия, Москва, Ярославское шоссе, 26, oleynikpp@mgsu.ru

Oleinik Pavel Pavlovich

Doctor of Technical Sciences, Professor at the Department «Technologies and Organization of Construction Production», Moscow State University of Civil Engineering National Research University (NRU MGSU), 129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26, oleynikpp@mgsu.ru

Аннотация

Рассматривается в качестве важнейшего направления современного градостроительства дальнейшая его индустриализация на основе возведения массовых жилых зданий 5-го поколения. Выделяются основные варианты индустриального домостроения – крупнопанельное и блочное. Отмечается, что в отечественной практике крупнопанельное домостроение получило широкое распространение с 1961 г. на основе имеющегося опыта объемно-блочного строительства, а первые серии объемно-блочных жилых зданий были разработаны в 1931 г. Приводятся причины, не позволившие перейти к массовому объемно-блочному домостроению.

На основе отечественного и зарубежного опыта анализируются их основные характеристики. При этом рассматриваются не только показатели объемно-планировочных и конструктивных решений зданий, но и методы их возведения по параметрам продолжительности и трудоемкости работ. Указывается на большие возможности блочного (модульного) строительства в части значительного сокращения объема работ на строительной площадке вследствие переноса значительной доли работ в заводские условия. В качестве примеров приводятся фрагменты модульного строительства в России (Москва), Китае (Ухань, Гонконг), США (Нью-Йорк). Обосновывается необходимость возрождения объемно-блочного домостроения как

Abstract

The most important direction of modern urban planning is considered to be its further industrialization based on the construction of mass residential buildings of the 5th generation. The main variants of industrial housing construction – large-panel and block. It is noted that in domestic practice, large-panel housing construction has become widespread since 1961 on the basis of the existing experience of volume-block construction, and the first series of volume-block residential buildings were developed in 1931. The reasons that did not allow us to switch to mass volume-block housing construction are given. Their main characteristics are analyzed on the basis of domestic and foreign experience. At the same time, we consider not only the indicators of space-planning and structural solutions of buildings, but also their methods of construction according to the parameters of the duration and labor intensity of work. It is indicated that there are great opportunities for block (modular) construction in terms of a significant reduction in the volume of work on the construction site due to the transfer of their significant share to the factory conditions. Examples include fragments of modular construction in Russia (Moscow), China (Yuhan, Hong Kong), and the United States (New York). The article substantiates the necessity of reviving volume-block housing construction as one of the decisive factors of scientific and technical progress, which has significant prospects in the wide modification of

одного из решающих факторов научно-технического прогресса, имеющего значительные перспективы в широкой модификации функциональных и конструктивных решений, методов производства работ по сборке зданий и сооружений. Раскрываются ключевые пути дальнейшего развития модульного строительства – каркасно-модульное и крупномодульное, – каждый из которых имеет четкую, проверенную практикой область массового применения, и поэтому в настоящее время ряд предприятий в нашей стране уже ведет проектные и экспериментальные работы по созданию крупномодульных жилых зданий 5-го поколения, полностью отвечающих требованиям комфортности, эстетичности и долговечности.

Ключевые слова: индустриализация строительства, здания 5-го поколения, крупнопанельное домостроение, блочное домостроение, модульные конструкции, быстровозводимые здания, каркасно-модульное строительство, крупномодульное домостроение.

Принятию Федерального закона о реновации в г. Москве от 01.07.2017 г. № 141-ФЗ предшествовала большая работа по изучению прогрессивных решений градостроительной политики и путей ее реализации. Одним из важных направлений современного градостроительства является индустриализация жилищного строительства. В этой связи требования к архитектурно-градостроительным решениям, изложенным в Постановлении Правительства г. Москвы от 21.05.2015 г. № 305-ПП, были положены в основу развития новой концепции массового индустриального жилищного строительства г. Москвы.

В частности, организовалось проектирование новых типовых серий жилых зданий массовой застройки пятого поколения (5 GENERATION) с параллельной модернизацией действующих домостроительных комбинатов и возведением новых. С 2016 года в Москве проектируется, строится и сдается в эксплуатацию только современная строительная продукция – 5G (5 GENERATION) – жилые здания 5-го поколения.

Основной материал

Рассматривая выпуск строительной продукции 5G (5 GENERATION) – 5-го поколения, – важно отметить не только аспект создания комфортной застройки городской среды, но и аспекты, связанные со скоростью выпуска строительной продукции и ее относительно низкой стоимостью. Только рассматривая в комплексе эти аспекты, мы сможем получить доступное комфортное жилье высокого качества. Безусловно, это новый качественный уровень развития индустриального домостроения.

При рассмотрении отечественного и зарубежного опыта по строительству доступного и комфортного, быстровозводимого и недорогого жилья можно выделить следующие важные характеристики индустриального сборного домостроения:

1. Применение отдельных элементов каркасной системы, которые изготавливаются домостроительными комбинатами.

functional and structural solutions, methods of work on the Assembly of buildings and structures. The key ways of further development of modular construction are revealed – frame-modular and large-modular, each of which has a clear field of mass application proven by practice, and therefore a number of enterprises in our country are currently conducting design and experimental work to create large-modular residential buildings of the 5th generation, fully meeting the requirements of comfort, aesthetics and durability.

Keywords: industrialization of construction, buildings of the 5th generation, large-panel housing construction, block housing construction, modular structures, fast-erect buildings, frame-modular construction, large-modular housing construction.

2. Применение объемных элементов, изготавливаемых полностью в заводских условиях (вне стройплощадки), включая внешнюю и внутреннюю отделку, инженерные системы, оборудование (стройплощадка необходима только для процесса сборки объемных элементов).

Начиная с 1961 г. в отечественной практике широкое распространение получило крупнопанельное домостроение (КПД), которое основывалось на развитии объемно-блочного домостроения. Основоположниками, впервые запатентовавшими объемные блоки в 1931 году, являются Н. А. Ладовский и В. П. Караулов. Первые серии объемно-блочных жилых домов были разработаны в 1950 г. В дальнейшем, после 1969 г., были построены предприятия объемно-блочного домостроения (ОБД), которые имели ряд преимуществ перед крупнопанельным домостроением (КПД): существенное сокращение сроков строительства за счет высокой готовности строительных единиц; снижение трудоемкости на 20 %; количества подъемов при монтаже в 4 раза меньше; расход бетона на 25% меньше [1]. Данные преимущества на тот момент были решающими при выборе объемно-блочного домостроения.

Несмотря на эти преимущества, ОБД не получило массового распространения, так как в то время было недостаточно соответствующего оборудования и возможности его размещения в больших крытых промышленных зданиях, а также были большие сложности при перевозке и монтаже объемных блоков.

В результате развитие получило крупнопанельное домостроение (КПД). Предполагаемый срок службы таких зданий составлял 30–50 лет. С того времени накоплен огромный опыт индустриального домостроения зданий от 1-го до 4-го поколения. По итогам этого опыта происходит усовершенствование и развитие направления индустриального домостроения для удовлетво-

рения растущих потребностей, предъявляемых к выпускаемой строительной продукции. Сегодня, спустя многие десятилетия, возрождается направление объемно-блочного домостроения. Развивающийся научно-технический прогресс дает возможность для решения тех проблем, которые практически остановили развитие ОБД. До настоящего времени продукция ОБД выпускалась на заводах индустриального домостроения в Астрахани, Чебоксарах, Челябинске, Красноярске и Перми. Объемы ОБД снижены практически до минимальных, так как выпускаемая продукция имеет ограниченную площадь: например, площадь стандартной блок-комнаты составляет 19,6 м, в то же время производство по выпуску объемных блоков либо устарело, либо уже и не существует.

В мировой практике данный вид домостроения стал называться модульным домостроением. Анализ мирового опыта показал, что модульное домостроение крайне необходимо в тех случаях, где высокая скорость возведения, мобильность конструкции и низкая стоимость являются важными составляющими.

Ярким примером модульных технологий явился госпиталь на 1000 мест, построенный во время вспышки коронавируса в провинции Китая Ухань. После сдачи в эксплуатацию первого госпиталя был построен и следующий – по той же технологии, уже на 1600 мест. Скорость возведения была максимальной на тот момент, не имеющая аналогов во всем мире, и составила 10 дней.

В связи со вспышкой эпидемии на территории России, по вопросу строительства инфекционной больницы в Москве было проведено экстренное правительственное совещание, на котором были представлены все современные возможности отрасли, исходя из основного критерия – высокой скорости возведения. Было принято решение начать строительство инфекционной больницы, используя каркасно-

модульную технологию. Планируемая скорость возведения по данной технологии 1,5 месяца. Работы ведутся генеральным подрядчиком Концерном «КРОСТ» (рис. 1).

Модульные конструкции широко применяются в сферах энергетики: в частности, это мобильные газотурбинные электрические станции (ГТЭС), которые используют для поддержания надежного и бесперебойного электроснабжения потребителей в зонах пиковых нагрузок и энергодефицитных районах. Модули ГТЭС габаритные, поэтому транспортировка модулей к месту монтажа производится при помощи специализированного автотранспорта. Монтаж осуществляется кранами на спецшасси высокой грузоподъемности. Метод, используемый для строительства ГТЭС, – комплектно-блочный.

Модульные конструкции широко применяются и в нефтяной, и газовой промышленности. Они устанавливаются при помощи комплектно-блочного метода. И так как модульные конструкции являются быстровозводимыми, то их можно применять в любых климатических условиях. Один из видов заводского производства модульных зданий представляет собой следующую схему: в соответствии с техническим заданием разрабатывается проект, и завод приступает к производству металлоконструкций и комплектующих сэндвич-панелей; далее транспортировка изготовленных модулей, которая осуществляется любым видом транспорта. Транспортируют такие здания в разобранном виде, что удешевляет доставку. Модульные здания подходят для общежитий и имеют следующие ключевые особенности:

- легкость монтажа и демонтажа здания;
- экономная транспортировка;
- упрощенная технология расширения здания благодаря соединительным узлам;
- разборная конструкция с возможностью изменения конфигурации помещения путем монтажа ограждений из сэндвич-панелей;



Рис. 1. Каркасно-модульные здания, строительство инфекционной больницы в Новой Москве, п. Вороново
Fig. 1. Frame-modular buildings, construction of isolation hospital in New Moscow, p. Voronovo

- возможность применения упрощенных, многоразовых экономичных фундаментов.

Быстровозводимое модульное общежитие позволяет обеспечить сотрудникам проживание в непосредственной близости к месту работы. В подобном здании есть все необходимые условия для комфортного проживания и организации быта рабочих на высоком уровне: комнаты для сна и отдыха, места приготовления и приема пищи, санитарно-гигиенические комнаты. На базе модульного здания можно организовать комфортное жилье не только для работников, но и для руководителей. Объединив несколько модулей, можно создать просторное жилое помещение с собственным санитарным узлом.

Вариации применения модульных систем по назначению на строительной площадке (рис. 2):

- модульные общежития,
- офисы и штабы строительства,
- вахтовый поселок,
- ангары и ремонтные боксы.

Модульные здания могут быть применены не только на строительных объектах, но и во множестве других сфер. К примеру, на основе блок-контейнеров, или панельно-стоечной системы, создаются мотели, гостиницы для туристов, несомненным плюсом которых является возможность менять локацию здания во внесезонное время, увеличивать и уменьшать его площадь при наличии такой потребности, устанавливать здание в короткие сроки [2].

Из мирового опыта интересным примером модульной технологии является пятизвездочный отель в китайской провинции Хунань на берегу озера Дунтин: 35-этажное здание общей площадью 17 тыс. кв. м было построено за 15 суток. Для монтажа здания потребовался один башенный кран и 200 человек. Здание было возведено на заранее подготовленном фундаменте – этот период не вошел в срок строительства (15 суток). В заводских условиях была выполнена большая часть работ по прокладке коммуникаций и по отделке здания. Для выполнения модульной технологии детали изготавливались на

заводе таким образом, чтобы при сборке идеально стыковались друг с другом. В процессе возведения здания строителям нужно было просто соединить идеально подогнанные части, затем, после установки плит перекрытия, установить на место стены, протянуть элементы электросети и другие коммуникации. Так основа здания была смонтирована. Наружная отделка стен выполнялась следующим образом: на несущих колоннах предусмотрены крепления и для утеплителей, и для облицовки.

В данном здании модульными единицами являются отдельные элементы каркаса здания, изготовленные в заводских условиях и полностью готовые к монтажу на строительной площадке [3]. Таким образом, при рассмотрении данного опыта возведения высотного здания по модульной технологии отмечается важный фактор, который необходим для реализации строительства такого вида здания – это высокоточное изготовление элементов в заводских условиях для дальнейшей быстрой и успешной сборки на стройплощадке.

В иностранном опыте строительства модульных блоков прослеживается следующий вид этой продукции – объемный элемент полной заводской готовности с геометрически неизменяемым металлическим каркасом. Из подобных блоков, полностью оснащенных, включая внутреннюю отделку, сантехнику и возможные встроенные предметы интерьера, обычно определяемые дизайн-проектом, был построен модуль – в заводских условиях на бруклинской военно-морской верфи. Затем изготовленные модульные конструкции доставили на стройплощадку, где на заранее подготовленном фундаменте осуществили монтаж 32-этажного дома высотой 109 м из 930 модулей в самом населенном районе Нью-Йорка – Бруклине. Модули оснащены бескаркасными окнами с панорамным остеклением. Автор проекта – архитектурная фирма SHoP Architects [4].

В Гонконге также внедрено в строительство доступное городское жилье из модульных кон-



Рис. 2. Модульные здания – общежития
Fig. 2 Modular buildings – hostels

струкций. Элементы больших размеров изготавливаются на заводе и применяются в строительстве 40-этажных жилых зданий [5].

Результат

Исходя из мирового и отечественного опыта, в нашем стройкомплексе необходимо развитие в двух направлениях строительства по модульным технологиям:

- каркасно-модульное строительство, применяемое для строительства быстровозводимых больниц, общежитий и т. д. в условиях, когда необходимо быстро и качественно решить задачи по размещению, обеспечению людей и запуску того или иного вида деятельности;
- крупно-модульное домостроение (КМД), для реализации которого необходимо строительство завода для изготовления модулей. Развитие КМД уже начинается на территории Новой Москвы при поддержке правительства Москвы, решаются проблемы крупногабаритной транспортировки и монтажа тяжеловесных модулей с применением грузоподъемных механизмов. Первая экспериментальная перевозка крупногабаритных модулей произошла в Москве в ночное время с 18-го на 19-е июля 2020 года и была успешно осуществлена ГК «МонАрх». За это время были перевезены 10 машин с негабаритными грузами, погрузка и разгрузка осуществлялись краном импортного производства, на спецшасси грузоподъемностью 500 т. Необходимы и ведутся перспективные разработки новых грузоподъемных механизмов для развития крупномодульного домостроения.

На сегодняшний день в нашей стране существует ряд предприятий, выпускающих изделия для крупнопанельного домостроения (КПД) – типовых серий жилых зданий массовой застройки 5-го поколения (5G) – с целью реализации строительства высококачественного и доступного жилья, такие как АО «ДСК-1», ПАО «ГК ПИК», ООО «ДСК Град», ПАО «Группа ЛСР», АО ХК «ГВСУ ЦЕНТР».

В этой связи следует привести цитату М. Ш. Хуснуллина: «Панельные дома во всем мире в соотношении «цена – качество» признаны одними из лучших по показателям. Мы планируем реализовать дома новых серий. Проекты предусматривают переменную этажность, наличие угловых секций для формирования квартальной застройки, вход в подъезды со стороны внутренних дворов, проектирование первых этажей для предприятий торговли и бытового обслуживания» [6].

На практике за период с начала реализации программы массовой застройки КПД построены и введены в эксплуатацию следующие новые серии зданий 5-го поколения (5G):

- «ДомРИК», «ДомНАД», серия Д8-1/17Н1 – производство этих серий осуществляется на

переоборудованных домостроительных комбинатах АО «ДСК-1»;

- «ПИК-1», «ПИК-2», «ПИК-3» – производство этих серий осуществляет АО «ПИК-ИНДУСТРИЯ»;
- «ДСК-Град», «СУПРИМ» – производство домов этих серий осуществляет ООО «ДСК-Град»;
- «Евро-Па» – производство этих серий осуществляется заводом «ЖБИ-6», принадлежащим ПАО «Группа ЛСР»;
- «ДОММОС» – производство домов этой серии осуществляет строительный холдинг ГВСУ «Центр».

На текущий период от начала реализации строительства высококачественного и доступного жилья были разработаны проекты новых типовых серий КПД, переоборудованы и построены новые домостроительные комбинаты. Успешно сданы в эксплуатацию дома выше приведенных серий, тем самым была продемонстрирована на практике возможность реализации Постановления Правительства г. Москвы от 21.05.2015 г. № 305-ПП с применением новых типовых серий 5-го поколения крупнопанельного домостроения, что показало готовность к масштабной реализации строительства недорогого, качественно жилого вышешенной комфортности.

Выводы

Несмотря на достигнутые результаты в области индустриального домостроения, необходимо продолжать дальнейшие исследования в этой сфере.

Касательно индустриального домостроения, для проведения сравнения продолжительности периодов строительства возьмем одну 20-этажную секцию жилого здания, возводимую при крупнопанельном домостроении (КПД), относя-

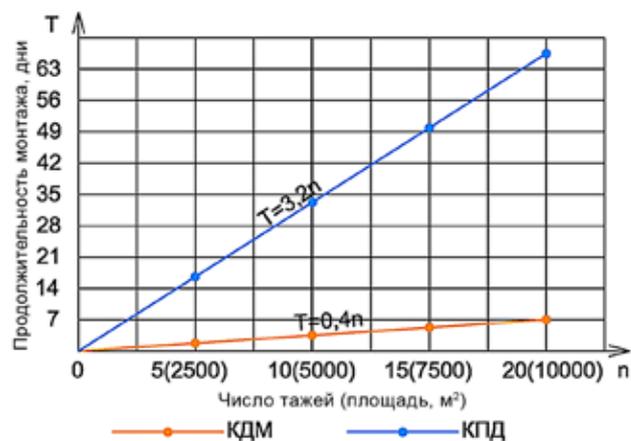


Рис. 3. Сравнительный график монтажа сборных конструкций 20-этажной секции жилого здания при крупнопанельном (КПД) и крупномодульном (КМД) индустриальном домостроении

Fig. 3. Comparative graph of prefabricated structures installation for 20-storey section of residential building with large-panel (LPBC) and large-modular (LMBC) industrial building construction

шуются к зданиям 5-го поколения (5G), и сравним 20-этажную секцию, возводимую из модулей при крупномодульном домостроении (КМД).

Сравнивая подготовительные периоды и строительство подземной части при равнозначных условиях и наборе проводимых периодов работ, получаем соответственно: 1 месяц – подготовительный период и 1,5 месяца – строительство подземной части (работы нулевого цикла) для крупнопанельного домостроения (КПД), а при крупномодульном домостроении (КМД) сроки продолжительности ведения этих же работ составляют 1 месяц. Для сравнения продолжительности строительства при монтаже конструкций построен соответствующий график (рис. 3).

Период отделочных работ при крупнопанельном (КПД) индустриальном домостроении зданий 5-го поколения (5G) осуществляется на стро-

ительной площадке по существующим нормам и составляет 1,5 месяца.

Однако при крупномодульном (КМД) индустриальном домостроении отделочные работы осуществляются непосредственно на заводе, выпускающем готовые модули с внутренней отделкой, а продолжительность отделочных работ на строительной площадке равна нулю. Одним из необходимых видов работ, которые осуществляются после монтажа готовых модулей, является стыковка сетей.

Рассмотрев и сравнив несколько периодов продолжительности строительства для выпуска недорогого, качественного жилья повышенной комфортности, мы выяснили, что в индустриальном домостроении наметился более прогрессивный способ строительства. Необходимо продолжить анализ данного способа в части организации строительства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Самсонова М. Г., Семёнова Э. Е. История и тенденции развития объемно-блочного домостроения в России и за рубежом // Высокие технологии в строительном комплексе / Воронежский государственный технический университет. – Воронеж, 2019. – № 2. – С. 37–43. – Электрон. копия доступна на сайте Науч. электрон. б-ки eLibrary. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41672663>.
2. Dorries C., Zahradnik S. Container and Modular Buildings [Модульные здания и дома из контейнеров] / C. Dorries, S. Zahradnik. – DOM publishers, 2017. – 240 c.
3. Захарова М. В., Пономарёв А. Б. Опыт объемно-модульного строительства зданий и сооружений / М. В. Захарова, А. Б. Пономарёв // Современные технологии в строительстве. Теория и практика / Пермский национальный исследовательский политехнический университет. – Пермь, 2017. – Т. 2. – С. 190–198. – Электрон. копия доступна на сайте Науч. электрон. б-ки eLibrary. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35090202>.
4. В Бруклине появился самый высокий жилой дом сборной конструкции // Иностранник : Журнал о жизни за границей и зарубежной недвижимости : [электронный ресурс]. – Москва, 25 нояб. 2016. – URL: <http://inostrannik.ru/news/a-2514.html>.
5. Лукьянко Л. А. Модульное строительство как современное направление возведения доступного жилья / Л. А. Лукьянко, Ю. В. Артемьева, Н. И. Шайбакова // Социально-экономическое управление: теория и практика / Ижевский государственный технический университет им. М. Т. Калашникова. – Ижевск, 2018. – № 2 (33). – С. 102–106. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35147434>.
6. Борисова Е. ДомРИК и ДомНАД: в Некрасовке построили дома новых серий // Комплекс градостроительной политики и строительства города Москвы : [электронный ресурс]. – Москва, 21 апр. 2017. – URL: <https://stroj.mos.ru/articles/domrik-i-domnad-v-niekrasovkie-postroili-doma-novykh-sierii?from=cl>.
7. Мельников М. А., Чеботаев С. А. Структура и особенности рынка электроэнергетики в России / М. А. Мельников, С. А. Чеботаев // Вестник Самарского государственного университета. – 2016. – № 1. – URL: <https://journals.ssau.ru/index.php/mem/article/view/5855>.

REFERENCES

1. Samsonova M. G, Semenova E. E. Istoriya i tendentsii razvitiya ob'emno-blochnogo domostroeniya v Rossii i za rubezhom [History and trends of development of volume-block housing construction in Russia and abroad] // High technologies in the construction complex / Voronezh State Technical University. – Voronezh, 2019. – № 2. – P. 37–43. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41672663>.
2. Dorries C., Zahradnik S. Container and Modular Buildings / C. Dorries, S. Zahradnik. – DOM publishers, 2017. – 240 p.
3. Zakharova M. V., Ponomarev A. B. Opyt ob'emnomodul'nogo stroitel'stva zdaniy i sooruzhenij [Experience of volume-modular construction of buildings and structures] / M. V. Zakharova, A. B. Ponomarev // Sovremennye tekhnologii v stroitel'stve. Teoriya i praktika. [Modern technologies in construction. Theory and practice] / Perm University. – Perm, 2017. – Vol. 2. – P. 190–198. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35090202>.
4. V Bрукline poyavilsya samyj vysokij zhiloy dom sbornoj konstruksii [In Brooklyn appeared the highest residential building of the combined design] // Inostrannik : Zhurnal o zhizni za granitsej i zarubezhnoj nedvizhimosti [InoStrannik : the Magazine about life abroad and overseas property] : [electronic resource]. – Moscow, November 25, 2016. – URL: <http://inostrannik.ru/news/a-2514.html>.
5. Luk'yan'ko L. A. Modul'noe stroitel'stvo kak sovremennoe napravlenie vozvedeniya dostupnogo zhil'ya [Modular construction as a modern direction of affordable housing construction] / L. A. Luk'yan'ko, Yu. V. Artem'eva, N. I. Shajbakova // Sotsial'no-ehkonomicheskoe upravlenie [Socio-economic management] / Izhevsk University named after M. T. Kalashnikov. – Izhevsk, 2018. – № 2 (33). – P. 102–106. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35147434>.
6. Borisova E. DomRIK i DomNAD: v Nekrasovke postroili doma novykh serij [DomRIK and DomNAD: in Nekrasovka built homes a new series] // Kompleks gradostroitel'noj politiki i stroitel'stva goroda Moskvy [Complex of urban planning policy and construction of the city of Moscow]. – Moscow, April 21, 2017. – URL: <https://stroj.mos.ru/articles/domrik-i-domnad-v-niekrasovkie-postroili-doma-novykh-sierii?from=cl>.
7. Mel'nikov M. A., Chebotaev S. A. Struktura i osobennosti rynka ehlektroehnergetiki v Rossii [Structure and features of the electricity market in Russia] / M. A. Mel'nikov, S. A. Chebotaev // Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of Samara state University]. – 2016. – № 1. – URL: <https://journals.ssau.ru/index.php/mem/article/view/5855>.

УДК 69.05

Интеграция смет и BIM-проектов

Integration of Estimates and BIM Projects

Зеленцов Леонид Борисович

Профессор, доктор технических наук, заведующий кафедрой «Организация строительства», Донской государственной технической университет, 344000, Россия, Ростов-на-Дону, площадь Гагарина, 1, l.zelencov@yandex.ru

Zelentsov Leonid Borisovich

Professor, Ph.D. in Engineering, Department «Organization of Construction», Don State Technical University, 344000, Russia, Rostov-on-Don, Gagarin pl., 1, l.zelencov@yandex.ru

Кокарева Яна Андреевна

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Организация строительства», Донской государственной технической университет, 344000, Россия, Ростов-на-Дону, площадь Гагарина, 1, kokareva.ya.a@gmail.com

Kokareva Yana Andreevna

Ph.D. in Engineering, Associate Professor, Department «Organization of Construction», Don State Technical University, 344000, Russia, Rostov-on-Don, Gagarin pl., 1, kokareva.ya.a@gmail.com

Акопян Норайр Григорьевич

Соискатель, Донской государственной технической университет, 344000, Россия, Ростов-на-Дону, площадь Гагарина, 1, anorajr@yandex.ru

Akopyan Norajr Grigor'evich

Seeker, Don State Technical University, 344000, Russia, Rostov-on-Don, Gagarin pl., 1, anorajr@yandex.ru

Пирко Дмитрий Владимирович

Студент, Донской государственной технической университет, 344000, Россия, Ростов-на-Дону, площадь Гагарина, 1, dmitwl2000@gmail.com

Pirko Dmitry Vladimirovich

Student of Don State Technical University, 344000, Russia, Rostov-on-Don, Gagarin pl., 1, dmitwl2000@gmail.com

Аннотация

В статье рассмотрены перспективы автоматизированного получения проектно-сметной документации на основе информационной модели здания (BIM-модели), что возможно благодаря параметрическому подходу в проектировании и формированию базы данных, привязанной к каждому конструктивному элементу модели. Определены существующие подходы к созданию программного обеспечения (ПО) для интеграции смет с BIM-моделью и схемы взаимодействия ПО для различных подходов. При любом из подходов на одном из этапов получения проектно-сметной документации предполагается ручной ввод информации. Выявлены основные проблемы, не позволяющие в данный момент добиться полной автоматизации формирования сметной документации на основе

Abstracte

The article considers the prospects for the automated receipt of design estimates based on the building information model (BIM model), which is possible due to the parametric approach to designing and creating a database that is tied to each structural element of the model. The existing approaches to the creation of software for integrating estimates with the BIM model and software interaction schemes for various approaches are identified. With any of the approaches at one of the stages of obtaining design estimates, manual input of information is assumed. The main problems are identified that do not currently allow full automation of the formation of budget documentation based on the BIM model, which, first of all, includes the mismatch between the structure of the model and the local estimate. The approaches and problems to the

BIM-модели, к которым относится, прежде всего, несоответствие структур модели и локальной сметы. Рассмотрены подходы и проблемы к составлению классификаторов конструктивных элементов и строительных материалов в масштабах страны. Определены основные недостатки методик расчета сметной стоимости, использующей нормативную базу ГЭСН.

Ключевые слова: BIM-технологии, 3D BIM-модель, смета, сметное свойство, параметр, автоматизация, 5D-моделирование, программное обеспечение, конструктивный элемент.

Научно-технический прогресс стабильно набирает обороты. Идет развитие всех отраслей, новые технологии появляются в том числе и в строительстве. Наибольшее распространение в данный момент получили технологии информационного моделирования (BIM), которые широко используются в США, Китае, Великобритании, Финляндии и Сингапуре, где с их помощью реализуется большинство строительных проектов. В России пока не так много компаний, которые активно внедряют их в свой арсенал, однако с каждым годом количество девелоперов, стремящихся к освоению современных IT-продуктов, неуклонно растет. Этому способствует и политика страны в сфере строительства: разработана дорожная карта перехода на BIM-технологии, разрабатываются государственные стандарты и своды правил по информационному моделированию зданий, определены пилотные проекты [1].

Информационная модель здания представляет собой не просто трехмерный объект, а цифровое представление физического объекта, наполненное различного рода информацией: геометрической, физической, экономической, информацией о разработчиках и производителях изделий. Таким образом, спроектированное с помощью BIM-технологий здание обладает физическими свойствами реального объекта. Объект можно не только увидеть еще до начала строительства, но и рассчитать различные параметры и материалы на основе заложенной разработчиками информации [2].

К преимуществам BIM-технологий относятся сокращение сроков ввода объекта и финансовых издержек на его строительство, централизованное хранение всех данных по конструктивным элементам с привязкой к ним документации, автоматическое изменение данных при изменении модели. Это особенно удобно и важно, если изменения вносятся на каком-то этапе строительства – их видят сразу все подрядчики.

Данные технологии способствуют быстрому и эффективному обмену информацией между сотрудниками разных отделов, делая их более доступными. Наиболее максимальную выгоду информационная модель может принести системе управления проектами, системе закупок, системе календарного планирования и т. д., став источником большого объема данных [3].

compilation of classifiers of structural elements and building materials throughout the country are considered. The main disadvantages of the methods for calculating the estimated cost using the regulatory framework of the State element estimate standards (GES) are identified.

Keywords: BIM technologies, 3D BIM model, estimate, estimated property, parameter, automation, 5D modeling, software.

Одной из основных проблем существующего подхода к формированию проектной документации на основе CAD-проектирования является низкий уровень автоматизации процессов при разработке сметной документации. В частности, сметчику приходится самостоятельно собирать и обрабатывать разнородную информацию от проектировщиков, изучать и сопоставлять данные двухмерных чертежей, назначать вручную сметные параметры. Большая доля участия человека в формировании сметы предопределяет высокую вероятность ошибок и, как следствие, погрешность в расчете бюджета строительства объекта.

Целью исследования является изучение процесса автоматизированного формирования проектно-сметной документации на основе информационной модели здания (3D BIM-модели).

Основная часть работ по теме исследования направлена на изучение и сравнение конкретного программного обеспечения (ПО) [4, 5] и на обобщение преимуществ и недостатков 5D-моделирования [3, 6, 7]. Данная работа направлена на классификацию подходов к автоматизированному формированию сметной документации, определению цепочек передачи при ее формировании на основе информационной модели, выявлению основных проблем для перехода к полностью автоматическому формированию смет на основе данных 3D BIM-модели.

5D-модель – это «модель, разработанная посредством добавления в 4D-модель (или 3D-модель) информации о затратах» [9]. Под 4D-моделью понимается трехмерная информационная модель здания, дополненная временными характеристиками в форме календарного плана строительно-монтажных работ и логистическими данными.

Модель, основанная на BIM-технологии, включает в себя всю необходимую информацию о здании. В ней хранится полное описание каждого конструктивного элемента (КЭ) будущего объекта, а также его взаимосвязь с другими КЭ, что дает возможность, основываясь на пространственно-временной модели, понять, сколько будут стоить определенные строительные работы, а также посчитать предполагаемый бюджет строительства на конкретной его стадии.

Использованный в BIM-моделировании параметрический принцип создания модели по-

зволяет извлекать данные в удобной форме, что способствует автоматизации таких действий, как сбор, упорядочивание и анализ информации (спецификаций, ведомостей объемов и др.) [5–13]. Кроме того, трехмерная модель дает более наглядное представление о структуре проекта, чем набор плоских чертежей и ведомостей к ним.

Однако, чтобы от теоретических заключений о возможности использования BIM-технологий для автоматизации перейти к практической реализации вопроса формирования смет, необходимо решить два очень важных вопроса:

1. Необходима разработка классификаторов конструктивных элементов и строительных материалов, используемых в информационной модели. В масштабах страны эта работа ведется, но пока положительных результатов по ряду известных организационных причин получить не удалось.
2. Более сложным вопросом, не зависящим от BIM, является выбор методики расчета сметной стоимости, использующей нормативную базу Государственных элементных сметных норм (ГЭСН): базисно-индексный или ресурсный методы.

Нормативная база ГЭСН разработана на основании технологических карт, которые включают следующие параметры: перечень и последовательность выполнения операций, необходимых для возведения описываемого конструктивного элемента; рекомендуемый состав рабочих; потребность в оборудовании, инструментах, строительных машинах и механизмах. Используя приведенную информацию, разрабатывают расценку на единицу измерения работы. Таким образом, на уровне ГЭСН закладываются требования к ресурсам, используемым при производстве работ, и от того, какими характеристиками они будут обладать, зависят затраты труда и машинного времени, а следовательно и производительность труда.

За последние 20 лет в строительстве произошли серьезные изменения в области применения новых технологий производства работ, материалов и высокопроизводительных строительных машин, что влияет на издержки и производительность труда. В действующей системе ценообразования ГЭСН до сих пор используется много расценок, разработанных еще в СССР под технологии 70–90-х гг. XX века, которые не могут содержать актуальные данные о расходе ресурсов.

Ресурсный метод дает более точную оценку стоимости, но требует значительно большего времени на расчет смет из-за привязки поставки ресурсов к логистической схеме и календарному плану производства работ на конкретном объекте. Фактически уже на стадии проектирования требуется разработать не проект организации строительства, а достаточно подробный проект производства работ. Кроме того, на проходные экспертизы в этом случае также требуется

больше времени, поскольку эксперты вынуждены проверять все расценки с точки зрения стоимости применяемых ресурсов, которые могут значительно отличаться в различных регионах. Поэтому основным методом разработки сметной документации остается до сих пор базисно-индексный – когда стоимостные показатели расценок представлены в базовом уровне цен 2000-го года с последующей индексацией до текущего уровня цен.

Опыт наших соседей – республик Казахстана и Беларуси – показывает, что они достигли высоких результатов в системе сметного нормирования благодаря переходу с 2016-го года на расчет сметной стоимости с применением ресурсного метода, что позволило им достичь определенной оптимизации размеров инвестиций. В целом сметные нормы и нормативы в наиболее развитых странах мира построены примерно по одному принципу, хотя и отличаются степенью детализации и некоторыми другими особенностями. К примеру, в США с начала 1940-х действует система определения основных факторов стоимости строительства, в основе которой заложены разрабатываемые ежегодно сборники строительных расценок R. S. Means Co Incorporated Ltd, содержащие среднеамериканские (в том числе укрупненные) стоимостные показатели – 85 000 позиций. Для сравнения, наша сметно-нормативная база ФЕР-2014 содержит 47 510 расценок (без сметных норм на эксплуатацию строительных машин и цен на перевозку грузов для строительства), всего – 145 597 позиций.

И хотя при применении BIM нет препятствий к использованию обоих методов – анализ сметных программ для работы с BIM-моделями показывает, что есть существенные проблемы при назначении сметных свойств элементам модели, которые в настоящий момент не позволяют перейти к полному внедрению BIM-технологий с автоматической связкой «модель – стоимость» [5, 8, 9]. Основная проблема состоит в несоответствии назначения параметров модели и структуры сметы.

Существует два подхода в формировании смет на основе BIM-модели. Первый подход предполагает назначение сметных свойств конструктивным элементам модели при проектировании в качестве параметра (который потом можно автоматически вывести в спецификации и ведомости) [5, 11–13]. Физически этот подход можно осуществить двумя способами:

1. Назначение общего параметра (сметного свойства) конструктивным элементам.
2. Назначение пользовательских параметров конструктивным элементам.

Второй подход подразумевает установление непосредственной связи между трехмерной моделью и нормативно-сметной базой в отдельном приложении, в которое импортируется 3D BIM-модель [5]. При этом специалист осуществляет

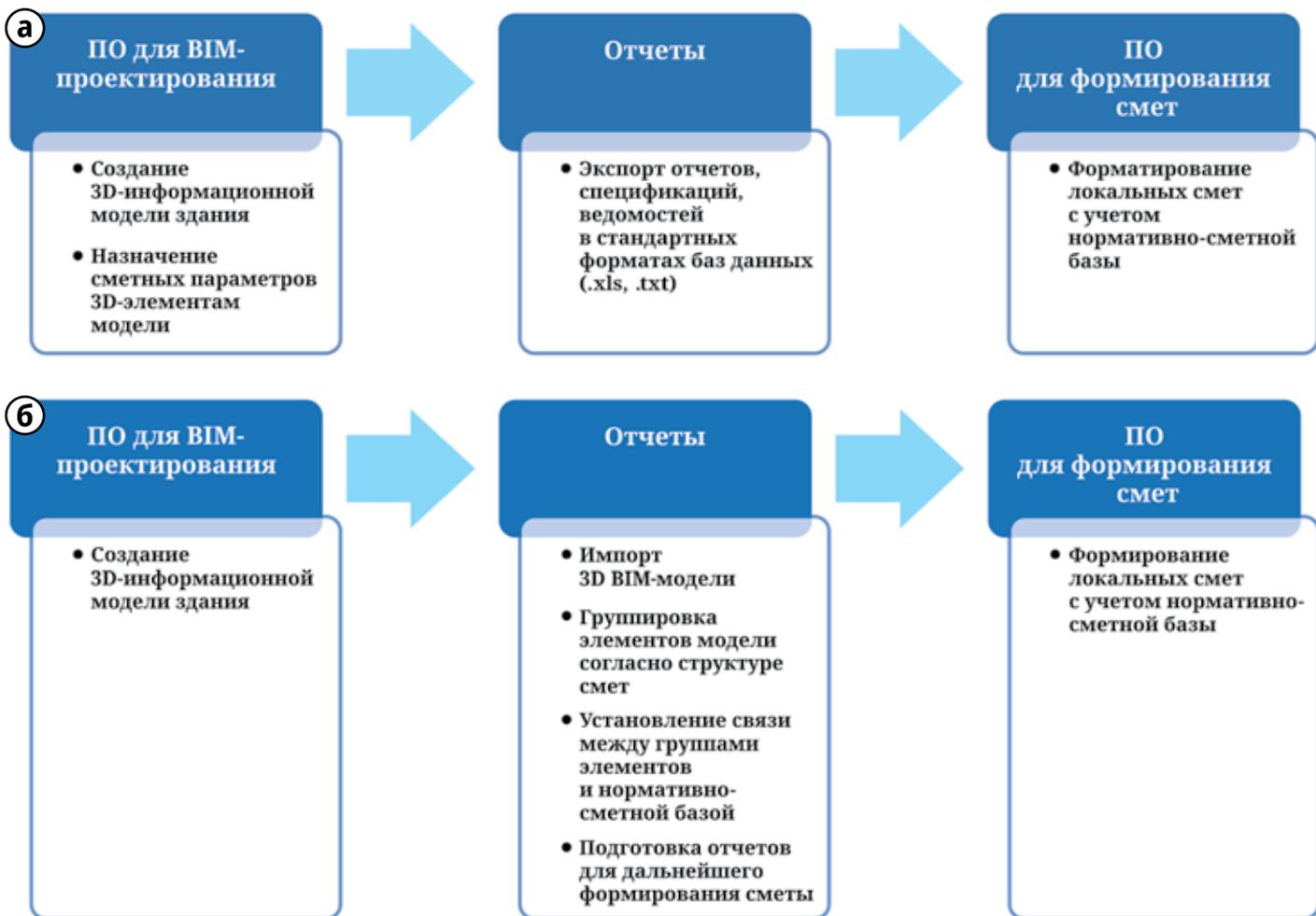


Рис. 1. Процесс формирования проектно-сметной документации на основе 3D BIM-модели:

а) при присвоении сметных параметров внутри модели;

б) при назначении сметных параметров в специализированном ПО

Fig. 1. The process of generating design estimates based on 3D BIM models:

a) when assigning estimated parameters within the model; b) when assigning estimated parameters in specialized software

выбор группы элементов на модели, используя фильтры или непосредственно указывая элементы, и сопоставляет их вручную с нормативной базой.

Оба подхода предполагают ручное введение данных и формирование дополнительных звеньев в передаче данных от модели к смете (см. рис. 1), что не позволяет говорить о полной автоматизации получения проектно-сметной документации.

Рассмотрим основные сложности реализации первого подхода, основанного на добавлении параметров непосредственно в 3D BIM-модель. 3D BIM-модель состоит из 3D-конструктивных элементов – семейств, имеющих определенные параметры: геометрические размеры, их расположение в пространстве, характеристики материалов (например, теплопроводность, прочность). Возможно добавление параметров экономического характера, сведений о подрядчике и поставщиках материалов, конструкций и т. п. При определенных условиях данные параметры можно вывести в ведомости и спецификации. Таким образом, чтобы параметр, характеризую-

щий сметное свойство или реальную стоимость, можно было использовать для локальных смет, необходимо назначить этот параметр абсолютно всем используемым в проекте 3D-элементам, что затруднено по нескольким причинам:

1. Параметр должен назначать непосредственно проектировщик, чья квалификация может быть не достаточной при работе со сметами и семействами. Также это значительно увеличивает продолжительность работы проектировщика.
2. Использование семейств от различных производителей изделий затрудняет унификацию параметров.
3. Наиболее полно можно реализовать данный подход при работе в одном BIM-продукте всеми участниками рынка (например, так реализована интеграция Allplan и ПК «ГРАНД-Смета»), что невозможно в условиях честной конкуренции. Таким образом, участники используют различное ПО от разных разработчиков, что приводит к появлению 3D-элементов, выполненных во внутренних форматах используемых

программ. Одним из решений этой проблемы может стать разработка элементов для модели в универсальном формате .ifc, соответствующем определенным стандартам.

4. Реализация такого подхода подразумевает разработку проекта на уровне не ниже чем LOD 300. Значит, предварительные затраты невозможно оценить на стадии концептуальной модели.
5. Один и тот же конструктивный элемент может иметь различное сметное свойство (например, внутренняя и внешняя стена, конструкции ниже и выше отметки 0.000). Это не позволяет добавить сметное свойство (параметр) на уровне разработчика семейства.

Более перспективным, с точки зрения автоматизации, видится первый поход. Однако он

же является более затратным и менее универсальным. Поэтому большинство программного обеспечения для интеграции смет и BIM-модели следуют второму подходу.

Как видно из вышеописанного, современное программное обеспечение способно автоматизировать лишь часть работы по формированию проектно-сметной документации. Однако даже частичная автоматизация приводит к существенному сокращению времени работы специалиста и ошибок, связанных с человеческим фактором. Основная проблема заключается в несоответствии внутренней структуры информационной модели здания (сооружения) структуре календарного плана и структуре формируемых смет, а также невозможности извлечь из модели данных о затратах на эксплуатацию машин и механизмов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дронов Д. С. Проблемы внедрения BIM-технологий в России / Д. С. Дронов, Н. Р. Киметова, В. П. Ткаченко // Синергия Наук. – 2017. – № 10. – С. 529–549.
2. Буравлёва А. Ф. Внедрение BIM-технологий в процесс проектирования и строительства объектов недвижимости / А. Ф. Буравлёва, Н. А. Клипина, М. О. Крутилова // Вестник научных конференций. – 2016. – № 10-3 (14). – С. 36–39.
3. Shradha B. Kulkarni. Cost Control Technique Using Building Information Modeling (BIM) for a Residential Building / Shradha B. Kulkarni, Gouri Mhetar // International Journal of Engineering Research and Technology. – 2017. – Vol. 10, № 1. – P. 324–330.
4. Мамаев А. Е. Прикладное применение BIM-модели здания для контроля инвестиционно-строительного проекта / А. Е. Мамаев, В. В. Шарманов, Ю. С. Золотова [и др.] // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2016. – № 1–3. – С. 83–87.
5. Давыдов Н. С. Внедрение BIM-технологий в части ценообразования посредством использования систем автоматизации в вопросах выпуска сметной документации / Н. С. Давыдов, С. В. Придвижкин, А. В. Белькевич // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры : материалы Всерос. науч.-практ. конф., 29–30 марта 2018 г., Санкт-Петербург / М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Санкт-Петербургский гос. арх.-строит. ун-т». – Санкт-Петербург, 2018. – С. 8–13.
6. Forgues D. Rethinking the Cost Estimating Process through 5D BIM: A Case Study / D. Forgues, I. Iordanova, F. Valdivieso [et al.]. – DOI 10.1061/9780784412329.079 // Construction Research Congress: Construction Challenges in a Flat World (ASCE 2012). – USA: American Society of Civil Engineers (ASCE), 2012. – P. 778–786.
7. Алексеевская Я. А. Разработка концепции ресурсно-информационной BIM-модели и ее взаимодействие с системой ценообразования и сметного нормирования / Я. А. Алексеевская // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры : материалы Всерос. науч.-практ. конф., 29–30 марта 2018 г., Санкт-Петербург / М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Санкт-Петербургский гос. арх.-строит. ун-т». – Санкт-Петербург, 2018. – С. 40–45.
8. Lei Lan. BIM-based cost management of large engineering projects / Lei Lan // 2nd International Conference on Education Technology and Information System (ICETIS 2014), China. – 2014. – P. 442–445.

REFERENCESE

1. Dronov D. S. Problemy vnedreniya BIM-tekhnologij v Rossii [Problems of introduction of BIM technologies in Russia] / D. S. Dronov, N. R. Kimetova, V. P. Tkachenkova // Sinergiya Nauk. – 2017. – № 10. – P. 529–549.
2. Buravlyova A. F. Vnedrenie BIM-tekhnologij v protsess proektirovaniya i stroitel'stva ob'ektov nedvizhimosti [The introduction of BIM technologies in the design and construction of real estate] / A. F. Buravleva, N. A. Klipina, M. O. Krutilova // Vestnik nauchnih konferency [Bulletin of Scientific Conferences]. – 2016. – № 10-3 (14). – P. 36–39.
3. Shradha B. Kulkarni. Cost Control Technique Using Building Information Modeling (BIM) for a Residential Building / Shradha B. Kulkarni, Gouri Mhetar // International Journal of Engineering Research and Technology. – 2017. – Vol. 10, № 1. – P. 324–330.
4. Mamaev A. E. Prikladnoe primenenie BIM-modeli zdaniya dla kontrolya investitsionno-stroitel'nogo proekta [Applied application of the BIM model of the building to control the investment and construction project] / A. E. Mamaev, V. V. Sharmanov, Ju. S. Zolotova [i dr.] // Aktual'nie problemi gumanitarnih i estestvennih nauk [Actual problems of the humanities and natural sciences]. – 2016. – № 1–3. – P. 83–87.
5. Davydov N. S. Vnedrenie BIM-tekhnologij v chasti tsenoobrazovaniya posredstvom ispol'zovaniya sistem avtomatizatsii v voprosah vypuska smetnoj dokumentatsii [Implementation of BIM technologies in the part of pricing by means of using automation systems of issue estimate documentation] / N. S. Davydov, S. V. Pridvishkin, A. V. Bel'kevich // BIM-modelirovanie v zadachakh stroitel'stva i arkhitektury : materialy Vseros. nauch.-prakt. konf., 29–30 marta 2018 g., Sankt-Peterburg [BIM modeling in the problems of construction and architecture: materials of Russian scientific and practical conference, 29–30 March 2018] / The Ministry of Education and Science, Federal State Educational Institution of Higher Education «Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering». – Saint Petersburg, 2018. – P. 8–13.
6. Forgues D. Rethinking the Cost Estimating Process Through 5D BIM: A Case Study / D. Forgues, I. Iordanova, F. Valdivieso [et al.]. – DOI 10.1061/9780784412329.079 // Construction Research Congress: Construction Challenges in a Flat World (ASCE 2012). – USA: American Society of Civil Engineers (ASCE), 2012. – P. 778–786.
7. Alekseevskaya Ya. A. Razrabotka kontseptsii resursno-informatsionnoj BIM-modeli i ee vzaimodeistvie s sistemoy tsenoobrazovaniya i smetnogo normirovaniya [Development of the concept of resource-information BIM model and its interaction with the pricing system

9. Smith P. Project cost management with 5D BIM / P. Smith. – DOI 10.1016/j.sbspro.2016.06.179 // 29th World Congress International Project Management Association (IPMA 2015), Panama. – 2016. – P. 193–200.
10. Информационное моделирование в строительстве. Правила обмена между информационными моделями объектов и моделями, используемыми в программных комплексах [Текст] : СП 331.1325800.2017: утв. М-вом стр-ва и ЖКХ Рос. Федерации 18.09.17 : введ. в действие с 19.03.18. – Москва : Минстрой России, 2017. – 32 с.
11. Kim D. Automatic Estimation System of Building Frames with Integrated Structural Design Information (AutoES) / D. Kim, C. Lim, Y. Liu [et al.]. – DOI 10.1007/s40996-019-00308-5 // Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Civil Engineering. – 2019.
12. Шик Алшабаб М. Предварительный расчет объемов работ на основе информационного моделирования зданий / М. Шик Алшабаб, А. Е. Высоцкий, Т. Халил [и др.]. – DOI: 10.18720/CUBS.55.8 // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2017. – № 4 (55). – С. 124–134.
13. Elbeltagi E. BIM Based Cost Estimation / Monitoring For Building Construction / E. Elbeltagi, O. Hosny, M. Dawood [et al.] // International Journal of Engineering Research and Applications. – 2014. – Vol. 4, iss. 7 (version 4). – P. 56–66.
- and estimate rationing] / Ya. A. Alekseevskaya // BIM-modelirovanie v zadachakh stroitel'stva i arkhitektury : materialy Vseros. nauch.-prakt. konf., 29–30 marta 2018 g., Sankt-Peterburg [BIM modeling in the problems of construction and architecture: materials of Russian scientific and practical conference, 29–30 March 2018] / The Ministry of Education and Science, Federal State Educational Institution of Higher Education «Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering». – Saint Petersburg, 2018. – P. 40–45.
8. Lei Lan. BIM-based cost management of large engineering projects / Lei Lan // 2nd International Conference on Education Technology and Information System (ICETIS 2014), China. – 2014. – P. 442–445.
9. Smith P. Project Cost Management with 5D BIM / P. Smith. – DOI 10.1016/j.sbspro.2016.06.179 // 29th World Congress International Project Management Association (IPMA 2015), Panama. – 2016. – P. 193–200.
10. Informatsionnoe modelirovanie v stroitel'stve. Pravila obmena mezhdru informatsionnymi modelyami ob'ektov i modelyami, ispol'zuemymi v programmykh kompleksakh [Information modeling in construction. Rules for the exchange between information models of objects and models used in software systems] : SP 331.1325800.2017 : utv. M-vom str-va i ZhKKh Ros. Federacii 18.09.17. : vved. v dejstvie s 19.03.18. – Moscow : Ministroy Rossii, 2017. – 32 p.
11. Kim D. Automatic Estimation System of Building Frames with Integrated Structural Design Information (AutoES) / D. Kim, C. Lim, Y. Liu [et al.]. – DOI 10.1007/s40996-019-00308-5 // Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Civil Engineering. – 2019.
12. Shik Alshabab M. Predvaritel'nyj raschet ob'emov rabot na osnove informatsionnogo modelirovaniya zdaniyj [BIM Based Quantity Takeoff] / M. Shik Alshabab, A. E. Vysockiy, T. Halili [et al.]. – DOI 10.18720/CUBS.55.8 // Stroitel'stvo unikal'nikh zdaniy i sooruzhenij [Construction of unique buildings and structures]. – 2017. – № 4 (55). – P. 124–134.
13. Elbeltagi E. BIM Based Cost Estimation / Monitoring for Building Construction / E. Elbeltagi, O. Hosny, M. Dawood [et al.] // International Journal of Engineering Research and Applications. – 2014. – Vol. 4, iss. 7 (version 4). – P. 56–66.

УДК 69.059.1

Методы диагностики технического состояния конструкций зданий и сооружений

Methods of Diagnostics of Technical Condition of Structures of Buildings and Structures

Ушаков Андрей Юрьевич

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Металлические и деревянные конструкции», ФГБОУ «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), 129337, Россия, Москва, Ярославское шоссе, 26, 903714@mail.ru

Ushakov Andrew Yur'evich

Ph.D., Associate Professor of the Department «Metal and Wooden Structures», National Research Moscow State University of Civil Engineering National Research University (NRU MGSU), 129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26, 903714@mail.ru

Зинкевич Екатерина Сергеевна

Студент бакалавриата, ФГБОУ «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), 129337, Россия, Москва, Ярославское шоссе, 26, zinkevichka@ya.ru

Zinkevich Ekaterina Sergeevna

Bachelor student, National Research Moscow State University of Civil Engineering National Research University (NRU MGSU), 129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26, zinkevichka@ya.ru

Аннотация

Основной задачей диагностики технического состояния строительных конструкций, зданий и сооружений является определение их действительного технического состояния и прогнозирование возможности их дальнейшей эксплуатации, производимые на основании глубокого анализа количественных показателей качества (прочности, устойчивости, соответствия требованиям строительных норм), с учетом имеющихся изменений свойств материалов и технических параметров элементов, произошедших в процессе эксплуатации.

Рассмотрены средства и методы для качественной оценки состояния строительных объектов, изучения процессов, протекающих в них, выявления конструктивных и эксплуатационных свойств элементов и конструкций, зданий и сооружений в целом и установления соответствия их техническим требованиям.

В зависимости от поставленной цели, используют визуально-инструментальный и визуальный методы диагностики инженерного состояния конструкций, зданий и сооружений, каждый из которых имеет свои достоинства и недостатки.

В статье представлен сопоставительный анализ этих методов и сделан вывод о преимуществах неразрушающих методов контроля. На основании проведенного анализа сделан вывод, что на практике наиболее оптимальными являются методы, сформированные на рас-

Abstract

The main task of diagnostics of technical condition of building structures, buildings and structures is to determine their actual technical condition and to predict the possibility of their further operation, carried out on the basis of in-depth analysis of quantitative indicators of quality (strength, stability, compliance with requirements of building codes) taking into account the existing changes in properties of materials and technical parameters of elements, which occurred during operation.

Means and methods for qualitative assessment of the state of construction objects, study of processes taking place in them, detection of structural and operational properties of elements and structures, buildings and structures as a whole and establishment of their compliance with technical requirements are considered.

Depending on the purpose, visual-instrumental and visual methods of diagnostics of engineering state of buildings and structures, each of which has its own advantages and disadvantages, are used.

The article provides a comparative analysis of these methods and concludes the benefits of non-destructive testing methods. Based on the analysis carried out, it is concluded that in practice the most optimal methods are those formed on the design-experimental version with the use of vibration diagnostics.

четно-экспериментальном варианте с использованием вибродиагностики.

Ключевые слова: физический и моральный износ, амортизация конструкций, обследование, методы контроля, ресурс здания, метод вибродиагностики, неразрушающий метод.

В целях безопасной и комфортной эксплуатации жилых зданий необходимо соблюдать межремонтные сроки капитального ремонта. Своевременные осмотры и анализ физического и морального износа позволяют разработать планы их ремонтов и реконструкции. От правильной эксплуатации жилого фонда зависят объемы ремонтов и комфортного проживания жителей.

В процессе эксплуатации здания и сооружения подвергаются различным природным, технологическим и функциональным воздействиям. Конструкции стареют, изнашиваются, что приводит к снижению эксплуатационных качеств сооружения. Потеря эксплуатационного качества конструкций характеризуется величиной физического износа конструкции.

Большое значение для обеспечения безопасной эксплуатации сооружений имеет задача поддержания их в хорошем техническом состоянии. Амортизацию конструкций можно разделить на следующие этапы:

- первый период – это гарантийный период, в течение которого производится ремонт вследствие осадки фундамента и деформации здания;
- второй период – период эксплуатации здания, во время которого происходят структурные изменения материала и накапливаются деформации в конструкциях;
- третий период – критический для эксплуатации конструкций, как следствие, встает вопрос либо о ремонте, либо о сносе сооружения.

В конструкциях здания в результате воздействия различных факторов и аварий могут возникать повреждения, которые приводят к ускоренному износу, что делает необходимым оценку целесообразности ремонта и вероятности возникновения аварийной ситуации, вызванной разрушением конструкций. Профилактика износа является важным фактором в предупреждении подобных чрезвычайных ситуаций, необходима система по предупреждению разрушения объекта в установленные сроки службы [1, 2, 3, 4, 5].

Своевременный визуальный осмотр имеет важное значение в профилактике износа зданий и сооружений, а при необходимости для проверки технического состояния требуется инструментальный контроль, систематическая проверка целостности строительных конструкций. Техническое обслуживание входит в состав работ по регламенту эксплуатации.

Keywords: physical and moral wear, depreciation of structures, inspection, control methods, resource of the building, vibration diagnostics method, non-destructive method.

В зависимости от целей, существуют те или иные виды и методы обследования:

- предварительное обследование,
- детальное обследование.

Предварительное обследование – это экспертная оценка на основании осмотра здания и его конструкций с применением простейших средств, приборов и методов. Визуальный осмотр является основным методом сплошного предварительного обследования. На этой стадии обследования выявляют видимые дефекты, производят обмеры, измерения, наброски и фотографирование [6]. В случае необходимости выполняются расчеты и испытания.

При обнаружении повреждений или дефектов в здании или сооружении необходимо детальное обследование строительных конструкций и их элементов. Необходимо определить, какие факторы воздействия влияют на их надежность, несущую способность, на эксплуатационные параметры, а также параметры, влияющие на изменение расчетной несущей способности строительных конструкций.

Для тщательного обследования строительных конструкций используются специальное оборудование и инженерные методы, требующие соответствующей специальной подготовки, знаний, умений и навыков [7]. По полученным данным обследования проводятся расчеты, и делается анализ оценки несущей способности зданий и сооружений. В результате тщательного обследования делается техническое заключение о возможности дальнейшей эксплуатации, реконструкции или ремонте. Техническая диагностика строительных конструкций зданий и сооружений позволяет объективно оценивать техническое состояние строительных конструкций, возможность их дальнейшей эксплуатации, позволяет выявлять имеющиеся повреждения, дефекты и обоснованно устанавливать причины их возникновения.

На практике используют визуальный и визуально-инструментальный методы диагностики инженерного состояния конструкций, зданий и сооружений.

При визуальном обследовании выявляются недостатки и уязвимые места, производятся необходимые измерения, эскизы и фотографии обнаруженных мест расположения дефектов, используются методы обследования с применением приборов и инструментов для диагностического исследования.

При визуально-инструментальном обследовании из конструкций отбираются образцы

строительных материалов [8] с целью исследования и проведения испытаний в лабораторных условиях. Такое исследование может привести к ослаблению конструкции – оно сложно, трудоемко и в эксплуатации не всегда возможно. Поэтому на практике отдается предпочтение неразрушающим методам контроля состояния строительных конструкций.

К методам неразрушающего контроля состояния конструкций относятся:

- 1) тепловой – дает возможность производить теплофизические исследования строительных объектов [9, 10];
- 2) акустический – основан на возбуждении упругих механических колебаний (ультразвуковой метод, резонансный метод, методы поверхностной волны), используется для определения толщины обследуемых конструкций, прочности, обнаружения скрытых дефектов;
- 3) геодезические методы контроля общих деформаций здания (метод нивелирования) [8];
- 4) радиационные методы контроля – для оценки физических и механических характеристик строительных материалов и качества конструкций: плотности и однородности материалов и дефектоскопии сварных соединений (нейтронные методы, методы гамма-излучений, ультразвуковая дефектоскопия);
- 5) электромагнитный метод (поглощения СВЧ-волн, электромагнитной индукции) – позволяет определить положения арматуры и закладных деталей, с его помощью можно оценить влажность, плотность, пористость строительных материалов, величину защитного слоя в железобетонных конструкциях;
- 6) тензометрические методы исследования – позволяют определить деформации, напряжения и перемещения в элементах конструкций.

Для получения достоверной информации о техническом состоянии объекта при применении этих методов необходим тщательный и скрупулезный анализ большого количества конструкций сооружения, в особенности в тех местах, где обнаружены локальные повреждения. Обследование вышеперечисленными методами не дешево и требует специального оборудования, знаний и квалификации работников [7, 11]. Выбор места для проведения визуального обследования подобными методами осуществляется субъективно, что не всегда позволяет выявить скрытые повреждения и дефекты.

В настоящее время для определения реального инженерно-технического состояния конструкций, подготовки заключения о техническом состоянии и рекомендаций по поддержанию их эксплуатационной пригодности и возможности проведения реконструкции ши-

рокое распространение получил метод вибродиагностики. Данный метод позволяет решать целый ряд сложных задач, связанных с обеспечением динамической устойчивости конструкций при воздействии на них эксплуатационных, ветровых, сейсмических, динамических и других нагрузок. Названный метод основан на сравнении параметров, полученных в результате испытания и расчетного отклика сооружения при динамических нагружениях в низкочастотном диапазоне собственных колебаний.

Работы по обследованию можно разделить на два этапа:

- первый этап – проведение измерений по определению виброперемещений или виброскорости строительных конструкций помещений (фундаментов) на объекте;
- второй этап – обработка результатов вибродиагностики строительных конструкций (фундаментов), подготовка заключения о степени воздействия виброколебаний и разработка рекомендаций по их устранению.

В настоящее время используют два способа проведения вибродиагностического исследования – пассивное и активное.

Методы пассивной вибродиагностики используются при недоступности специальной системы загрузки исследуемой конструкции, а в качестве режима нагружения используются временные и постоянные нагрузки естественного или искусственного происхождения, передаваемые непосредственно на конструкцию или через грунт (микросейсмы, транспортные воздействия и т. д.).

Недостатком метода является необходимость использования специального оборудования, которое для массивных сооружений должно иметь большие мощности и, как следствие, ведет к большим финансовым затратам на проведение исследований.

Применение метода вибродиагностики дает возможность получить реальные динамические характеристики конструкции, что позволяет снизить время и затраты на техническое обследование строительных объектов.

Заключение о техническом состоянии строительных конструкций можно выполнить на основании следующих методов их оценки: статистического, расчетного, расчетно-экспериментального, экспертного.

Статистические методы – это методы, основанные на анализе информации собранного банка данных [4].

Расчетные методы базируются на выполнении контрольных вычислений, направленных на определение несущей способности зданий и сооружений в соответствии с правилами строительной механики и динамики.

Расчетно-экспериментальные методы анализа инженерного состояния строительных конструкций основаны на результатах объективных лабораторных исследований и на теорети-

ческих расчетах надежности и качественности конструкций.

Экспертные методы основываются на нормативных документах, сводах правил, ГОСТах, положениях, актах и актуальны для случаев, когда необходимо быстро провести анализ состояния поврежденных зданий и сделать выводы о несоответствии эксплуатационно-технических свойств обследуемых конструкций. Заключение о техническом состоянии и ресурсе здания

или сооружения [12] делают по результатам технического обследования, включающего учет множества факторов и расчетно-аналитический анализ.

Проведенный анализ методов позволяет сделать вывод, что наиболее оптимальными для оценки состояния зданий и сооружений являются методы, сформированные на расчетно-экспериментальном варианте с использованием вибродиагностики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лепеш А. Г., Спроге Г. А. Сравнительный анализ методов технического диагностирования при оценке технического состояния объекта // Технико-технологические проблемы сервиса. – 2016. – № 2 (36). – С. 22–40.
2. Новосёлова В. И., Никитина Т. А. Обследование зданий при реконструкции // Безопасность строительного фонда России: проблемы и решения : материалы Международных академических чтений, Курск. – 2019. – С. 288–293.
3. Гроздов В. Т. Техническое обследование строительных конструкций зданий и сооружений / В. Т. Гроздов. – Санкт-Петербург: Издательский Дом KN+, 2016.
4. Соколов В. А. Статистические методы технической диагностики при распознавании состояний строительных конструкций зданий // Академическая наука – проблемы и достижения : материалы III Международной научно-практической конференции, Норт-Чарлстон. – 2014. – 142 с.
5. Салов А. С., Гайнанова Э. С. Особенности мониторинга и проведения обследования теплотехнического состояния строительных конструкций // Вестник Евразийской науки. – 2019. – Т. 11, № 1. – С. 54.
6. Мальянова Л. И., Сергеева М. А. Методы предварительного обследования конструкций зданий и сооружений // Тенденции развития науки и образования. – 2019. – № 55–1. – С. 64–67.
7. Полонская О. А., Батин М. О. Методы и приборы диагностики технического состояния конструктивных элементов зданий и сооружений // Современный взгляд на будущее управленческой науки : сборник трудов Всероссийской (национальной) студенческой научно-практической конференции, Новосибирск. – 2019. – С. 159–162.
8. Бойко М. Д. Техническое обслуживание и ремонт зданий и сооружений : справ. пособие / М. Д. Бойко. – Москва: Стройиздат, 1993. – 207 с.
9. Горячев В. Я., Голобоков С. В., Бростилова Т. Ю. Диагностика технического состояния зданий и сооружений методом тепловизионных исследований // Энергоресурсоэффективность в интересах устойчивого развития : сборник научных трудов Международной научной конференции. – 2018. – С. 32–34.
10. Карпов Д. Ф. Тепловизионный метод определения влажностных полей поверхностей строительных конструкций зданий и сооружений // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. – 2019. – № 6. – С. 28–33.
11. Кашеварова Г. Г., Тонков Ю. Л. Интеллектуальные технологии в обследовании строительных конструкций // Academia. Архитектура и строительство. – 2018. – № 1. – С. 92–99.
12. Соколов В. А. Остаточный ресурс строительных конструкций эксплуатируемых зданий // Современные проблемы создания и эксплуатации вооружения, военной и специальной техники : сборник статей III Всероссийской научно-практической конференции, Санкт-Петербург. – 2016. – С. 431–435.

REFERENCES

1. Lepesh A. G., Sproge G. A. Sravnitel'nyj analiz metodov tekhnicheskogo diagnostirovaniya pri otsenke tekhnicheskogo sostoyaniya ob'ekta [Comparative analysis of technical diagnostics methods when assessing the technical condition of the facility] // Tekhniko-tekhnologicheskie problemy servisa [Technical and technological problems of service]. – 2016, № 2 (36). – P. 22–40.
2. Novosyolova V. I., Nikitina T. A. Obsledovanie zdaniy pri rekonstruktsii [Survey of buildings during reconstruction] // Bezopasnost' stroitel'nogo fonda Rossii: problemy i resheniya [Security of the construction fund in Russia: problems and solutions] : materialy Mezhdunarodnykh akademicheskikh chtenij [materials of the International Academic Readings], Kursk. – 2019. – P. 288–293.
3. Grozdov V. T. Tekhnicheskoe obsledovanie stroitel'nykh konstruksij zdaniy i sooruzhenij [Technical survey of building structures of buildings and structures] / V. T. Grozdov. – Saint Petersburg, Izdatel'skij Dom KN+, 2016.
4. Sokolov V. A. Statisticheskie metody tekhnicheskoy diagnostiki pri raspoznavanii sostoyanij stroitel'nykh konstruksij zdaniy [Statistical methods of technical diagnostics during recognition of building structures conditions] // Akademicheskaya nauka – problemy i dostizheniya [Academic Science - Problems and Achievements] : materialy III Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii [proceedings of the III International Scientific and Practical Conference], North Charleston. – 2014. – 142 p.
5. Salov A. S., Gajnanova E. S. Osobennosti monitoringa i provedeniya obsledovaniya teplotekhnicheskogo sostoyaniya stroitel'nykh konstruksij [Peculiarities of monitoring and survey of thermal engineering state of building structures] // Vestnik Evrazijskoy nauki [Bulletin of Eurasian Science]. – 2019. – Vol. 11, № 1. – 54 p.
6. Malyanova L. I., Sergeeva M. A. Metody predvaritel'nogo obsledovaniya konstruksij zdaniy i sooruzhenij [Methods of preliminary examination of buildings and structures] // Tendencii razvitiya nauki i obrazovaniya [Trends in the development of science and education]. – 2019, № 55–1. – P. 64–67.
7. Polonskaya O. A., Batin M. O. Metody i pribory diagnostiki tekhnicheskogo sostoyaniya konstruktivnykh elementov zdaniy i sooruzhenij [Methods and instruments for diagnostics of technical condition of structural elements of buildings and structures] // Sovremennyy vzglyad na budushhee upravlencheskoj nauki [A modern look at the future of management science] : sbornik trudov Vserossijskoj (natsional'noj) studencheskoj nauchno-prakticheskoy konferentsii [collection of proceedings of the All-Russian (national) student scientific and practical conference], Novosibirsk. – 2019. – P. 159–162.
8. Bojko M. D. Tekhnicheskoe obsluzhivanie i remont zdaniy i sooruzhenij [Maintenance and repair of buildings and structures : textbook] / M. D. Bojko. – Moscow: Strojizdat, 1993. – 207 p.
9. Goryachev V. Ya., Golobokov S. V., Brostilova T. Yu. Diagnostika tekhnicheskogo sostoyaniya zdaniy i sooru-

zhenij metodom teplovizionnykh issledovanij [Diagnostics of technical condition of buildings and structures by thermal imaging studies] // Energoresursoeffektivnost' v interesakh ustojchivogo razvitiya [Energy Efficiency for Sustainable Development]: sbornik nauchnykh trudov Mezhdunarodnoj nauchnoj konferentsii [collection of Scientific Papers of the International Scientific Conference]. – 2018. – P. 32–34.

10. Karpov D. F. Teplovizionnyj metod opredeleniya vlazhnostnykh polej poverkhnostej stroitel'nykh konstruksij zdaniy i sooruzhenij [Thermal imaging method of determination of moisture fields of surfaces of building structures of buildings and structures] // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V. G. Shuhova [Bulletin of the Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhova]. – 2019. – № 6. – P. 28–33.
11. Kashevarova G. G., Tonkov Yu. L. Intellektual'nye tekhnologii v obsledovanii stroitel'nykh konstruksij [Intelligent technologies in the survey of building structures] // Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo [Architecture and construction]. – 2018. – № 1. – P. 92–99.
12. Sokolov V. A. Ostatochnyj resurs stroitel'nykh konstruksij ekspluatiruemykh zdaniy [Residual life of building structures of operated buildings] // Sovremennye problemy sozdaniya i ekspluatatsii vooruzheniya, voennoj i spetsial'noj tekhniki [Modern problems of the creation and operation of weapons, military and special equipment] : sbornik statej III Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferentsii [collection of articles of the III All-Russian scientific and practical conference], Saint Petersburg. – 2016. – P. 431–435.

НОВОСТЬ

К системе мониторинга инцидентов и аварий на объектах ЖКХ Минстроя России в тестовом режиме подключились уже восемь регионов

Минстрой России подвел итоги первой недели работы системы мониторинга инцидентов и аварий на объектах ЖКХ (МКА ЖКХ).

Ее опытная эксплуатация была признана успешной – регионы подключаются к системе и отлаживают информационный обмен между участниками отрасли жилищно-коммунальных услуг в соответствии с утвержденными планами первоочередных мероприятий.

С июля в тестовом режиме уже подключились восемь регионов: Калининградская, Кемеровская, Московская, Нижегородская, Сахалинская, Ярославская области, республики Саха (Якутия) и Коми. После 1 сентября в системе мониторинга должны фиксироваться инциденты и аварии на объектах ЖКХ по всей стране.

«Несмотря на сжатые сроки по подготовке и запуску системы, старт прошел достаточно хорошо: пилотные регионы успешно прошли все начальные фазы запуска, приступили к реализации необходимых мероприятий. Большинство субъектов уже утвердили планы подключения и готовы включиться в работу. Тем не менее, до 1 сентября, когда система должна полностью

запуститься, предстоит еще немалый объем задач – в частности, необходимо наладить оперативный информационный обмен по авариям и инцидентам с МЧС и Минэнерго, создав единую информационную среду», – рассказал заместитель министра строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации Максим Егоров.

В начале июня Минстрой России утвердил методические рекомендации о порядке мониторинга и контроля устранения аварий и инцидентов на объектах ЖКХ, которые зафиксировали единый стандарт предоставления информации и классификации событий, порядок ввода и верификации данных, мониторинга и контроля событий с учетом привязки к конкретным объектам ЖКХ.

«Применение этих рекомендаций позволит обеспечить единый унифицированный подход к классификации происшествий на объектах ЖКХ и благодаря этому получать корректные данные по аварийности», – обозначал Максим Егоров.

Источник: сайт Минстроя России <https://minstroyrf.gov.ru>

УДК 69.009

Особенности разработки методов эффективного использования материально-технических ресурсов органа инспекции при экспертизе строительных конструкций

Features of the Development of Methods for the Use of Material and Technical Resources of Inspection Bodies in the Examination of Building Structures

Кузьмина Татьяна Константиновна

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии и организация строительного производства», ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), 129337, Россия, Москва, Ярославское шоссе, 26, kuzminatk@mgsu.ru

Kuz'mina Tat'yana Konstantinovna

Ph.D., Associate Professor at the Department «Technology and Organization Construction Production», Moscow State University of Civil Engineering National Research University (NRU MGSU), 129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26, kuzminatk@mgsu.ru

Ларин Дмитрий Олегович

Аспирант кафедры «Технологии и организация строительного производства», ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), 129337, Москва, Ярославское шоссе, 26

Larin Dmitriy Olegovich

Post-graduate student of the Department «Technology and Organization Construction Production», Moscow State University of Civil Engineering National Research University (NRU MGSU), 129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26

Аннотация

Исследование вопросов, посвященных разработке методов эффективного использования материально-технических ресурсов в процессе проведения экспертизы строительных конструкций, представляет собой важную теоретическую и практическую задачу, решению которой и посвящена данная статья.

Отдельный акцент сделан на институциональной составляющей данного процесса, в частности предложено создание специализированного органа инспекции. Также особое внимание уделено методам и подходам, позволяющим рационально и эффективно использовать материально-технические ресурсы органа инспекции.

Статья посвящена изучению актуальных вопросов, связанных с развитием институционального и материально-технического обеспечения экспертизы строительных конструкций. Значимость проводимого исследования заключается в необходимости формализации на практике процедур и порядков проведения строительных экспертиз, предполагающих четкое определение уполномоченных учреждений, которые имеют право проводить строитель-

Abstract

The study of issues devoted to the development of methods for the efficient use of material and technical resources in the process of conducting an examination of building structures represents a major theoretical and practical problem, the solution of which this article is devoted to.

Special emphasis is placed on the institutional component of this process, in particular, the creation of a specialized inspection body has been proposed. Particular attention is paid to methods and approaches that allow rational and efficient use of material and technical resources of the inspection body.

The article is devoted to the study of topical issues related to the development of institutional and logistical support of building structures expertise. The significance of the research is in the need to formalize in practice the procedures and procedures for conducting construction expertise, which involves a clear definition of the authorized institutions that are entitled to conduct construction expertise with the allocation of their powers and responsibilities. In addition, a critical requirement for high quality evaluation is that the designated authority be adequately equipped with the material and

ную экспертизу с выделением их полномочий и ответственности. Помимо этого, критически важным условием высокого качества оценивания является надлежащее комплектование уполномоченного органа материально-техническими ресурсами, которые он может использовать в процессе проведения экспертизы. Научная новизна исследования заключается в обосновании необходимости и целесообразности создания специализированного органа инспекции. Кроме того, в статье особое внимание уделено методам и подходам, позволяющим рационально и эффективно использовать материально-технические ресурсы органа инспекции.

Предложена необходимость внедрения и использования методов, позволяющих эффективно использовать материально-технические ресурсы в процессе проведения экспертиз строительных конструкций, объединенных в единую оптимизационную модель. Описаны концептуальные аспекты, на которых должна базироваться оптимизационная модель.

Представляется, что субъектами, в задачи которых входит материальное, техническое и финансовое обеспечение органа инспекции, должны стать, с одной стороны, государство (выделение средств из государственного и местных бюджетов), а с другой – заказчик экспертизы (средства заказчика).

В статье обоснована целесообразность создания специализированного органа инспекции и предложено внедрение метода в процедуры оценивания, которое позволит сэкономить его материально-технические ресурсы.

Ключевые слова: экспертиза, строительство, материально-технические ресурсы, эффективность, BIM, орган инспекции.

Введение

Строительство – это одна из системообразующих отраслей экономики, основа и стимул развития смежных производств, поэтому создание благоприятных условий для строительного бизнеса является крайне необходимым на современном этапе [1].

В свою очередь, субъекты хозяйствования в процессе организации строительного производства – независимо от того, связано оно с новым строительством, реконструкцией, реставрацией, капитальным ремонтом или техническим переоснащением зданий, строений, сооружений, линейных объектов инженерно-транспортной инфраструктуры – должны обеспечивать его соответствие законодательно установленным нормам и правилам.

Эти четко формализованные требования направлены на контроль за соблюдением санитарного и эпидемиологического благополучия населения, экологии, охраны труда, энергосбережения, пожарной, техногенной, ядерной и радиационной безопасности, прочности, надежности, долговечности зданий и сооружений, их эксплуатационной безопасности и инженерного обеспечения [2].

Такое законодательное требование, в свою очередь, предусматривает обязательное про-

technical resources that it can use in the evaluation process. The scientific novelty of the study is to justify the necessity and expediency of establishing a specialized inspection body. In addition, the article focuses on methods and approaches to make efficient and effective use of the material and technical resources of the inspection institution.

The necessity of introducing and using methods that allow the efficient use of material and technical resources in the process of examination of building structures combined into a single optimization model is proposed.

Entities whose tasks include the material, technical and financial support of the inspection body should be, on the one hand, the state (allocation of funds from state and local budgets), and on the other, the customer of expertise (customer funds).

The article substantiates the feasibility of creating a specialized inspection body.

Keywords: examination, construction, material resources, efficiency, BIM, inspection body.

ведение экспертизы строительных конструкций по всем направлениям, независимо от специфики конкретного проекта: например, при проведении только капитального ремонта объекта или использовании проектов повторного применения.

Современная глобализация и интеграция международных норм в национальное законодательство открывают новые задачи и приоритеты для включения международных стандартов в экспертную деятельность. Так, изучение мирового опыта и практики осуществления экспертиз в строительстве позволяет прийти к выводу, что для повышения качества и профессионализма проведения экспертного оценивания строительных конструкций целесообразным является создание специализированного учреждения, которое будет проводить соответствующие процедуры на высоком научном и методологическом уровне.

При этом следует отметить, что создание и успешное функционирование подобного специализированного учреждения, наряду с обязательным законодательным обеспечением, предусматривает создание соответствующей материально-технической базы, которая позволит использовать современные, автоматизированные системы решения типовых экспертных

задач, обеспечивающих достоверность заключений экспертов.

Таким образом, с учетом вышеизложенного, актуальность выбранной темы исследования не подлежит сомнению, а исследование вопросов, посвященных разработке методов эффективного использования материально-технических ресурсов в процессе проведения экспертизы строительных конструкций, представляет собой важную теоретическую и практическую задачу, решению которой и посвящена данная статья.

Материалы и методы

Несмотря на имеющиеся наработки и научные достижения, остается еще ряд открытых вопросов, которые требуют более углубленного исследования и анализа. Так, прежде всего эти вопросы связаны с тем, что проведение экспертизы строительных конструкций имеет специфику, которая не присуща подавляющему большинству других экспертиз. Эта специфика заключается в том, что для формирования вывода необходимо исследовать объекты, которые расположены на значительных площадях, занимают большие территории, соответственно, надлежащее материально-техническое обеспечение экспертных процедур имеет очень важное значение.

Экспертиза строительных конструкций представляет собой комплекс квалифицированных экспертных исследований, которые позволяют точно определить текущие характеристики жилых, промышленных и инженерно-технических объектов.

Целями проведения такой экспертизы являются:

- исследование разнообразной технической документации на предмет соответствия содержания установленным стандартам и правилам;
- технический мониторинг эксплуатируемых объектов, целью которого является определение безопасности дальнейшего использования зданий, необходимости капитального ремонта, возможности реконструкции или изменения целевого назначения;
- исследование прочности и целостности фундамента, несущих конструкций, кровельных частей, фасада с помощью передовых методов неразрушающего контроля и образцов с использованием специальных лабораторий;
- фиксация факторов, которые привели к аварийной ситуации [3].

Анализ отечественной нормативно-правовой базы проведения экспертизы строительных конструкций свидетельствует о том, что она является весомой, но в то же время устаревшей и фрагментарной, а общественные отношения в строительном секторе, которые нуждаются в правовом регулировании, достаточно сложны и специфичны. Таким образом, в настоящее вре-

мя в России остро стоит вопрос о необходимости создания нового комплекса законодательных актов, которые будут регулировать новую отрасль – строительно-экспертное право. Очевидно, что данная отрасль будет иметь свой предмет, объект, метод, систему, а также обязательное институциональное обеспечение в виде специализированного органа инспекции по проведению экспертизы строительных конструкций.

Не подлежит сомнению тот факт, что в соответствующих нормативно-правовых актах, комплексных программах, концепциях должна быть четко зафиксирована логическая структура органа инспекции, его вспомогательных экспертных служб и подразделений, а также четко определено их подчинение, разграничение компетенции, механизмы налаживания тесного взаимодействия с другими органами.

Результаты

В качестве положительного примера в данном случае можно привести ГБУ «ЦЭИИС» – Государственное бюджетное учреждение города Москвы «Центр экспертиз, исследований и испытаний в строительстве», которое было создано согласно распоряжению Правительства Москвы от 4 сентября 2012 года № 498-РП. Основной целью деятельности ГБУ «ЦЭИИС» является проведение обследований, лабораторных и иных испытаний, а также экспертиз в целях выявления и предупреждения нарушений при осуществлении строительства и реконструкции капитальных объектов в Москве. Схема взаимодействия Мосгосстройнадзора и ГБУ «ЦЭИИС» представлена на рис. 1.

Совершенно очевидно, что деятельность специализированного органа инспекции по проведению экспертизы строительных конструкций не может осуществляться без соответствующих материально-технических ресурсов и финансовой основы.

Материально-техническое обеспечение – это комплекс мер по оснащению научно-исследовательских специализированных учреждений необходимым оборудованием для реализации функций эксперта при выполнении экспертизы [4]. Технические средства, используемые в процессе экспертизы строительных конструкций, должны пройти соответствующую апробацию в практической плоскости, поверку уполномоченными органами, должны соответствовать стандартам ГОСТ, ISO и др. Поэтому в настоящее время приоритетным для России является внедрение международных стандартов управления качеством в деятельность экспертных учреждений путем их аккредитации в соответствии с требованиями международного стандарта ISO / IEC 17025:2005 [5, 6, 7].

Представляется, что субъектами, в задачи которых входит материальное, техническое и финансовое обеспечение органа инспекции, должны стать, с одной стороны, государство (выделение средств из государственного и местных

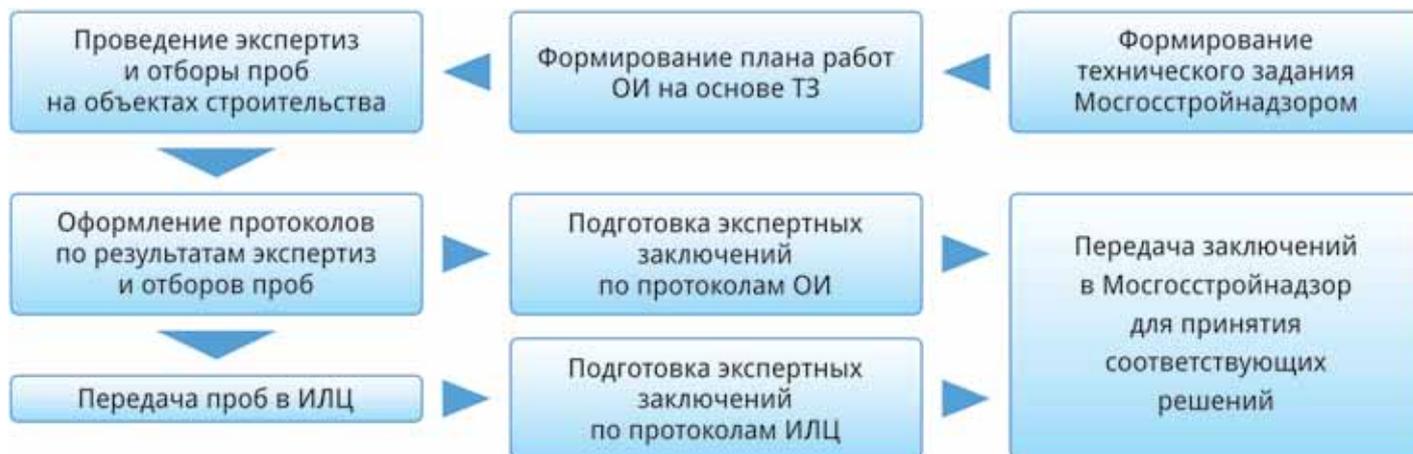


Рис. 1. Схема взаимодействия Мосгосстройнадзора и ГБУ «ЦЭИИС»

Fig. 1. The interaction scheme of the Moscow State Construction Supervision Agency and the State Budget Institution «CEIS»

бюджетов), а с другой – заказчик экспертизы (средства заказчика).

Все расходы в сфере судебно-экспертной деятельности можно разделить на две категории:

- расходы, связанные с организационно-управленческой деятельностью органа инспекции (содержание помещений, выплата заработной платы администрации учреждения и экспертов, оборудование рабочих мест, канцелярские расходы и т. п.);
- расходы, связанные с проведением конкретной экспертизы (стоимость работы эксперта, расходы на материалы, техническое обслуживание и использование оборудования, лабораторные испытания, энергоресурсы и т. д.).

Надлежащее материально-техническое обеспечение экспертиз позволит повысить научную достоверность экспертного заключения, вооружит эксперта новыми, современными методами исследования, также будет способствовать достижению организационного совершенства экспертного исследования (сокращение сроков экспертного исследования, повышение коэффициента производительности эксперта, освобождение экспертов от рутинной работы и др.).

Кроме того, немаловажно, что представительства экспертной организации в регионах должны быть укомплектованы подразделениями и специалистами, обеспечивающими выполнение административно-руководящих, производственно-технических и других вспомогательных функций. Также они должны иметь собственное или арендованное помещение для размещения персонала, отвечающее противопожарным, санитарным нормам и правилам, надлежащее материально-техническое оснащение рабочих мест, подключение к сети Интернет, электронную почту и т. д.

Необеспеченность и неэффективное использование материально-технических ресурсов специализированным органом инспекции не позволит достичь намеченной цели обеспече-

ния безопасности строительных объектов. При этом низкий уровень заработной платы будет способствовать оттоку персонала и падению престижа профессии эксперта. Негативно на результаты работы сотрудников органа инспекции будет влиять нерешенность социально-бытовых вопросов.

Все эти факторы в совокупности будут способствовать появлению некачественных проектных решений в строительстве, нарушению технических норм и условий безопасности труда, снижению прочности, надежности и долговечности объектов строительства, их эксплуатационной безопасности и инженерного обеспечения.

Обозначенные обстоятельства, в свою очередь, предполагают необходимость внедрения и использования методов, позволяющих эффективно использовать материально-технические ресурсы в процессе проведения экспертиз строительных конструкций, которые будут органично объединены в единую оптимизационную модель.

Следует выделить следующие концептуальные аспекты, на которых должна базироваться оптимизационная модель:

- 1) реализация научных подходов к процессу нормирования материально-технических ресурсов, что требует перехода от метода отчетно-статистического нормирования к аналитико-расчетному методу;
- 2) повышение точности диагностики состояния использования материальных ресурсов, для чего целесообразным является проведение анализа по обобщенным показателям оценки и установление корреляционной зависимости между качеством экспертных выводов и уровнем эффективности использования материальных ресурсов;
- 3) совершенствование организационной структуры органа инспекции в части выделения самостоятельного подразделения

по нормированию и оценке использования материальных ресурсов с созданием автоматизированных рабочих мест для его сотрудников. Такой отдел должен реализовывать функции стратегического и текущего нормирования затрат материальных ресурсов, их расходования, разработки и обоснования управленческих решений, которые направлены на повышение эффективности использования ресурсов и контроля за их реализацией;

- 4) развитие системы материального стимулирования за экономное использование материальных ресурсов, которая направлена на предотвращение удорожания себестоимости экспертных процедур и др.

В настоящее время одним из перспективных методов, который позволит эффективно использовать материально-технические ресурсы при проведении экспертиз строительных конструкций, является информационное моделирование зданий (BIM) [8, 9, 10].

Выводы

Внедрение данного метода в процедуры оценивания позволит экономить материально-технические ресурсы органа инспекции благодаря:

- использованию интегрированных баз данных на основе информации производителей и поставщиков строительных материалов, конструкций, машин, механизмов, технического и технологического оборудования;
- включению в единое информационное пространство строительной отрасли и жилищ-

но-коммунального хозяйства на основе единой системы классификации и кодирования строительной продукции, конструктивных элементов, которые будут использоваться в процессе проектирования и их дальнейшей эксплуатации;

- усовершенствованию процессов тендерных процедур и контрактов, алгоритмов проектирования и экспертизы строительных конструкций с применением соответствующих программных комплексов.

Таким образом, подводя итоги, отметим, что перспективы развития экспертизы строительных конструкций и, соответственно, безопасности строительного производства в России зависят от эффективности государственной политики по надлежащему институциональному обеспечению этих процедур. С учетом данного требования, а также международных стандартов и норм, в работе обоснована целесообразность создания специализированного органа инспекции.

Кроме того, отдельный акцент сделан на необходимости применения прогрессивных методов и подходов, позволяющих обеспечить эффективность использования материально-технических ресурсов данного органа, в частности, формализованы концептуальные основы оптимизационной модели управления ресурсами, рассмотрены возможности внедрения информационного моделирования зданий в оценочные процедуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дуденко В. И. Роль и место строительства в экономике страны // Интернаука. – 2020. – № 1–2 (130). – С. 32–33.
2. Салуквадзе Г. А. Применение неразрушающих методов строительного контроля при проведении технической экспертизы и технического надзора за строительством // Экономика и предпринимательство. – 2018. – № 4. – С. 1055–1058.
3. Волкович А. А. Установление факта влияния нового строительства на окружающую застройку в рамках судебной строительной-технической экспертизы // Colloquium-journal. – 2019. – № 13–2 (37). – С. 17–19.
4. Акрстиний В. А., Жарков Д. А. Анализ реализуемых методов строительной-технической экспертизы проектной документации // Международный журнал прикладных наук и технологий Integral. – 2019. – № 4–2. – С. 16.
5. Mianes, R. L. Organisation of proficiency schemes by testing and calibration laboratories // Accreditation and quality assurance: journal for quality, comparability and reliability in chemical measurement. – 2007. – № 3. – P. 119–123.
6. Георгиевский Н. Н., Лобанова Т. А. Методы проведения строительной экспертизы // Теория и практика современной науки. – 2018. – № 10. – С. 109–111.
7. Строительная экспертиза – порядок проведения строительной-технической экспертизы // Официальный сайт Всероссийского центра сертификации «Роспромтест». – URL: <http://www.rospromtest.ru/content.php?id=224>.
8. Топчий Д. В., Токарский А. Я. Концепция контроля качества организации строительных процессов при проведении строительного надзора на основе использования информационных технологий // Вестник евразийской науки. – 2019. – Т. 11, № 3. – С. 49.

REFERENCES

1. Dudenko V. I. Rol' i mesto stroitel'stva v ehkonomie strany [The role and place of construction in the country's economy] // Internauka. – 2020. – № 1–2 (130). – P. 32–33.
2. Salukvadze G. A. Primenenie nerazrushayushhikh metodov stroitel'nogo kontrolya pri provedenii tekhnicheskoy ehkspertizy i tekhnicheskogo nadzora za stroitel'stvom [The use of non-destructive methods of construction control during the technical examination and technical supervision of construction] // Ehkonomika i predprinimatel'stvo [Economics and entrepreneurship]. – 2018. – № 4. – P. 1055–1058.
3. Volkovich A. A. Ustanovlenie fakta vliyaniya novogo stroitel'stva na okruzhayushhuyu zastroyku v ramkakh sudebnoy stroitel'no-tekhnicheskoy ehkspertizy [Establishment of the fact of the impact of new construction on the surrounding development as part of a judicial construction and technical examination] // Colloquium-journal. – 2019. – № 13–2 (37). – P. 17–19.
4. Akrstinij V. A., Zharkov D. A. Analiz realizuemykh metodov stroitel'no-tekhnicheskoy ehkspertizy proektnoj dokumentatsii [Analysis of the implemented methods of construction and technical expertise of project documentation] // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnykh nauk i tekhnologij Integral [international journal of applied Sciences and technologies Integral]. – 2019. – № 4–2. – P. 16.
5. Mianes, R. L. Organisation of proficiency schemes by testing and calibration laboratories // Accreditation and quality assurance: journal for quality, comparability and reliability in chemical measurement. – 2007. – № 3. – P. 119–123.

9. Lapidus A., Khubaev A., Bidov T. Organizational and technological solutions justifying use of non-destructive methods of control when building monolithic constructions of civil buildings and structures // MATEC Web of Conferences. – 2018. – P. 05014.
10. Kuzmina T., Cherednichenko N. Systematization of the major stages of the client in certain branches of construction production // MATEC Web of Conferences. – 2016. – P. 05012.
6. Georgievskij N. N., Lobanova T. A. Metody provedeniya stroitel'noj ehkspertizy [Construction examination methods] // Teoriya i praktika sovremennoj nauki [Theory and practice of modern science]. – 2018. – № 10. – P. 109–111.
7. Stroitel'naya ehkspertiza – poryadok provedeniya stroitel'no-tehnicheskoy ehkspertizy [Construction expertise-procedure for conducting construction and technical expertise] // Ofitsial'nyj sayt Vserossijskogo tsentra sertifikatsii «Rospromtest» [Official website of the all-Russian certification center «Rospromtest»]: [electronic resource]. – URL: <http://www.rospromtest.ru/content.php?id=224>.
8. Topchij D. V., Tokarskij A. Ya. Kontseptsiya kontrolya kachestva organizatsii stroitel'nykh protsessov pri provedenii stroitel'nogo nadzora na osnove ispol'zovaniya informatsionnykh tekhnologij [The concept of quality control of the organization of construction processes during construction supervision based on the use of information technology] // Vestnik evrazijskoj nauki [Bulletin of the Eurasian science]. – 2019. – Vol. 11, № 3. – P. 49.
9. Lapidus A., Khubaev A., Bidov T. Organizational and technological solutions justifying use of non-destructive methods of control when building monolithic constructions of civil buildings and structures // MATEC Web of Conferences. – 2018. – P. 05014.
10. Kuzmina T., Cherednichenko N. Systematization of the major stages of the client in certain branches of construction production // MATEC Web of Conferences. – 2016. – P. 05012.

НОВОСТЬ

С 1 июня 2020 года вступает в силу стандарт по устройству зеленых крыш

В стандарте впервые изложены требования к обустройству и эксплуатации зеленой кровли, которые должны учитываться проектировщиками и строителями.

28 мая 2020 года Росстандарт утвердил Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 58875-2020 «Озеленяемые и эксплуатируемые крыши зданий и сооружений. Технические и экологические требования». Он вступил в силу с 1 июня 2020 года.

Стандарт разработан Научно-образовательным центром «Экологическая безопасность, зеленые стандарты и технологии» НИУ МГСУ на базе Технического комитета по стандартизации «"Зеленые" технологии среды жизнедеятельности и "зеленая" инновационная продукция» (ТК 366).

«В стандарте впервые изложены требования к обустройству и эксплуатации зеленой кровли, которые должны учитываться проектировщиками и строителями. ГОСТ позволяет более широко использовать высокотехнологичные материалы, применять энергоэффективные и современные конструктивные решения при снижении негативного воздействия на окружающую среду. Разработанный стандарт направлен на улучшение городской среды, ее комфорт и экологическую безопасность для жителей», –

подчеркнул президент НИУ МГСУ Валерий Теличенко.

В стандарте определены основные положения и общие требования к озеленяемым и эксплуатируемым крышам, впервые развернуто представлена типология зеленых крыш, введены четкие определения экстенсивного, полунтенсивного и интенсивного типов озеленения. В ГОСТе подробно изложены требования к субстратам, весовым нагрузкам, к конструктивным решениям, требования к производству и сдаче работ, а также требования к эксплуатации и содержанию зеленых насаждений.

Настоящий стандарт распространяется на проектирование, строительство озеленяемых крыш, ремонт, реконструкцию и эксплуатацию озелененных и эксплуатируемых конструкций на крышах зданий и сооружений различного функционального назначения во всех климатических зонах Российской Федерации.

При проектировании и устройстве озеленяемых и эксплуатируемых конструкций на крышах зданий и сооружений, кроме требований настоящего стандарта, должны быть соблюдены правила действующих норм проектирования зданий и сооружений, техники безопасности и правил по охране труда.

Источник: сайт Мэра Москвы <https://www.mos.ru/news/>

УДК 69

Особенности моделирования процессов зимнего бетонирования при формировании планов работ производственных программ

Features of Modeling Winter Concreting Processes in the Formation of Work Plans for Production Programs

Царенко Анна Алексеевна

Ассистент кафедры «Организация строительства», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», 190005, Россия, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская улица, 4, annatsarenko1@yandex.ru

Tsarenko Anna Alekseevna

Assistant of the Department «Organization of Construction», Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Saint Petersburg State University of Architecture and Construction», 190005, Russia, Saint Petersburg, 2nd Krasnoarmejskaya ulitsa, 4, annatsarenko1@yandex.ru

Юргайтис Алексей Юрьевич

Преподаватель кафедры «Технологии и организация строительного производства», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), 129337, Россия, Москва, Ярославское шоссе, 26, aljurgaitis@gmail.com

Yurgajtis Aleksej Yur'evich

Ph.D., lecturer at the Department «Technology and Organization of Construction Production», Federal State Budget Educational Institution of Higher Educational «National Research Moscow State University of Civil Engineering», 129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoe sh., 26, aljurgaitis@gmail.com

Третьяков Алексей Владимирович

Студент бакалавриата, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), 129337, Россия, Москва, Ярославское шоссе, 26

Tret'yakov Aleksej Vladimirovich

Bachelor student, Federal State Budget Educational Institution of Higher Educational «National Research Moscow State University of Civil Engineering» (NRU MGSU), 129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26

Иванов Григорий Сергеевич

Студент бакалавриата, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), 129337, Россия, Москва, Ярославское шоссе, 26

Ivanov Grigory Sergeevich

Bachelor student, Federal State Budget Educational Institution of Higher Educational «National Research Moscow State University of Civil Engineering» (NRU MGSU), 129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26

Аннотация

В современном мире монолитный железобетон является одним из самых популярных материалов в строительстве. Область применения железобетона как конструкционного материала весьма обширна, поскольку сам материал обладает рядом значительных достоинств, что делает его одним из самых востребованных на производстве. В первую очередь, данный материал обладает экологически чистыми компонентами, высокой степенью огнестойкости и высокими технологическими показателями при возведении соответствующих конструкций. Однако не стоит забывать, что есть и особенности, присущие монолитному строительству, а именно необходимость поддержания нормальных температурно-влажностных условий для бетонирования при пониженных температурах. Данный вопрос затрагивает ключевые периоды в монолитном строительстве: выдерживание, уход и интенсификацию твердения. В данной работе авторы изучили влияние сезонности на строительную отрасль, нормативное регулирование учета природно-климатических параметров среды, а также особенности производства монолитных работ в условиях отрицательных температур окружающей среды и формализация данных особенностей в организационно-технологической документации.

Ключевые слова: зимнее бетонирование, условия пониженных температур, сезонность, природно-климатические параметры, производство, трудоемкость, планирование, календарное планирование, моделирование строительно-монтажных работ.

Понятие сезонности в строительстве – это фактор, устанавливающий связь между производственной деятельностью и природно-климатическими условиями. Традиционно принято считать, что основные аспекты, которые подвергаются значительным изменениям в силу сезонности, – это технологии производственных процессов, финансирование и сроки возведения объектов. Однако следует отметить, что с развитием современных технологий в индустрии прогрессирует возможность осуществлять строительство в течение всего года без оглядки на сезонность и погодные условия [1, 2].

Если говорить о природно-климатических параметрах, которые наиболее значимо влияют на процесс бетонирования, то первый – это температурный режим и его изменчивость. Пониженные температурные условия, которые продолжают на территории России в среднем на протяжении 6 месяцев в году, подразумевают установление среднесуточной температуры воздуха снаружи не выше 5 °C или понижение минимальной температуры ниже 0 °C [3, 4].

Дело в том, что в зимних условиях прочностные характеристики бетона при формировании имеют определенные особенности. При отрицательных температурах вода преобразует свое агрегатное состояние из жидкого в твердое. Следовательно, та часть воды, которая не успевает прореагировать с цементом и переходит в лед, уже не способна вступить в химическое соеди-

Abstract

In the modern world, solid concrete is one of the most popular materials in construction. The field of solid concrete is very extensive, since the material itself has a number of significant advantages, which makes it one of the most popular in manufacture. First of all, this material has environmentally friendly components, a high degree of fire resistance and can be constructed fast. However, we shall not forget that there are also features inherent in solid concrete construction, namely the need to maintain normal temperature conditions for concreting at low temperatures. This issue refers to the key periods in monolithic construction – seasoning, maintenance and hardening intensification. In this paper, we have studied the effect of seasonality on the construction industry, the normative regulation of taking into account the natural and climatic parameters of the environment, as well as the features of the production of solid concreting work in various climatic conditions with the reflection of these changes in the organizational and technological documentation.

Keywords: winter concreting, conditions of low temperatures, seasonality, climatic parameters, production, labor input, planning, scheduling, modeling of construction works.

нение. В результате данного процесса реакция гидратации не протекает, соответственно, бетон перестает твердеть.

Также нельзя исключать фактор развития сил внутреннего давления, спровоцированных увеличением объема воды при переходе из жидкого состояния в твердое. Структура бетона нарушается, так как при раннем замораживании она еще не способна противостоять возникающим внутренним усилиям. При дальнейшем оттаивании и преобразовании льда в воду процесс гидратации цемента возобновляется, но структурные связи, подвергшиеся разрушению, в бетоне полноценно уже не восстановятся. Как следствие, окончательная прочность бетона не соответствует прочности при нормальных условиях твердения примерно на 15–20 %, аналогично уменьшаются его долговечность и стойкость. Подобные следствия недопустимы, именно поэтому процесс бетонирования требует тщательной проработки еще на стадии планирования производственной программы [5, 6].

Рассмотрим параметры строительной климатологии, принципы выполнения анализа природно-климатических условий, их комплексные и общие характеристики, а также нормативную документацию, которая осуществляет регулирование этих параметров.

Климат – это совокупность изменений состояний атмосферы, характерных для заданной местности. Для каждой отдельной местности су-

ществует закономерная последовательность атмосферных процессов, определяющих климат. Строительная климатология, в свою очередь, изучает именно те аспекты климата, которые оказывают воздействия на здания и сооружения, а также необходимы для учета при проектировании, строительстве и эксплуатации. В процессе изучения рассматриваются все большие территории страны, далее происходит выделение близких параметров климата по районам. После этого формируют закономерности изменения атмосферных процессов климатического районирования.

Выполняемый анализ климатических ресурсов служит базой для создания типологических требований, которые являются необходимым материалом для архитекторов и проектировщиков. Это помогает рационально оценивать условия района строительства и устанавливать рекомендации к проектируемым зданиям и сооружениям различного назначения.

Принцип выполнения климатического анализа происходит «от общего к частному». Начальной фазой является оценка фоновых параметров общего характера, а завершающей – непосредственно сбор локальных данных для конкретного участка, где планируется строительство. Важно отметить, что при анализе и работе с общими фоновыми условиями используют как комплексные, так и пофакторные характеристики климата.

Как уже упоминалось ранее, весь описанный комплекс мероприятия выполняется с целью разработки требований, правил и даже методических указаний, применяемых в строительной индустрии (СП – строительные правила, МДС – методическая документация в строительстве и др.). Соответственно, основной нормативной базой, устанавливающей типологические требования и содержащей информацию о климатических характеристиках территории, является СП 131.13330.2012 «Строительная климатология». Что касается непосредственно вопроса нормативного регулирования производства зимнего бетонирования – данный вопрос рассматривается в СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции» (п. 5.3.3).

Следует отметить, что существуют и отдельно разработанные нормативные документы для производства бетонных работ в особенных условиях, например, СП 357.1325800.2017 «Конструкции бетонные гидротехнических сооружений. Правила производства и приемки работ». В данном документе также подробно рассматривают процесс бетонирования в зимних условиях, для которого устанавливают определенные нормативные критерии (п. 6.21, п. 6.48, п. 9.17, п. 14.4 и т. д.). Кроме того, находят свое применение на практике методические указания и материалы, которые создаются с целью применения узконаправленных технологических решений в таких ситуациях, как зимние условия производства

бетонных работ. Примером может послужить МДС 12-48.2009 «Зимнее бетонирование с применением нагревательных проводов».

Тем не менее, проанализировав нормативную документацию на наличие требований, устанавливающих особенности технологического процесса бетонирования в условиях низких температур, мы приходим к выводу, что разработка нормативной базы по заданной тематике остается актуальным вопросом на сегодняшний день.

Одним из важных аспектов в строительном производстве является разработка организационно-технологической документации. Она представляет собой совокупность документов, отражающих поэтапную организацию подготовки и технологические операции процесса строительства. Разработка такой документации позволяет обеспечивать процесс строительства необходимыми материально-техническими ресурсами, кадровым составом и служит основанием для проведения организационно-подготовительных работ и соответствующих мероприятий для индустриальной базы строительного производства. Также выделяют и следующую цель разработки организационно-технологической документации: осуществление учета и контроля при возведении зданий и сооружений на протяжении всего процесса строительства объекта и его комплексов.

В состав организационно-технологической документации входят проекты производства работ (ППР), технологические карты (ТК), документы, в которых содержатся решения, направленные на организацию строительства и разработку технологий различных видов работ. Данный комплекс документации разрабатывается в соответствии с актуальной нормативно-технической базой по заданной области работ, включая необходимые мероприятия по охране труда и промышленной безопасности. Следует заметить, что проект организации строительства – это обязательный документ, разрабатываемый генеральной проектной организацией, который необходим как для заказчика, так и для подрядных организаций. Разработка проекта производства работ, в свою очередь, осуществляется генеральным подрядчиком либо субподрядной организацией, которая производит строительные-монтажные работы.

Не менее важной частью комплекса организационно-технологической документации являются технологические карты (ТК), либо входящие в ППР, либо рассматриваемые в качестве отдельного документа в составе всего комплекса документации. Технологические карты разрабатываются для таких видов работ, которые производят на постоянной основе (армирование, опалубочные работы и др.). В основном подобные технологические карты разрабатывают для использования в субподрядных организациях, целью которых является выполнение от-

веденных им специализированных работ на строительном объекте. Как упоминалось, технологические карты разрабатываются на конкретные виды строительных процессов, однако следует понимать, что у некоторых видов работ существуют определенные особенности производства, которые напрямую зависят от климатических условий территории строительства. Следовательно, в силу влияния климатических параметров среды на процесс производства работ имеют место быть и особенности разработки ТК [7–9].

Ранее были рассмотрены особенности формирования прочностных характеристик бетона при пониженных температурных условиях, то есть в зимнее время года. Соответственно, при разработке технологических карт для процесса зимнего бетонирования эти особенности нельзя не учитывать. В случае производства монолитных работ основной сложностью является установление нормальных условий для температурно-влажностного выдерживания бетона (сохранения жидкой фазы воды). Таким образом, в состав технологической карты включают такие необходимые дополнительные разделы, как:

- способ и температурно-влажностный режим выдерживания бетона;
- сведения о материале опалубки с учетом необходимых теплоизоляционных показателей;
- сведения о пароизоляционном и теплоизоляционном укрытии открытых поверхностей;
- схемы для размещения точек, в которых необходимо измерять температуру бетона, и наименования приборов для осуществления измерений;
- ожидаемые величины прочности бетона;
- сроки и порядок разопалубки и загрузки конструкций.

Количество и наименование дополнительно разрабатываемых разделов в ТК зависит от способов и методик, применяемых на производстве. Следует подчеркнуть, что с развитием технологий в строительной индустрии становятся

доступными новые возможности решения непростых производственных задач, одной из которых является зимнее бетонирование. Таким образом, на сегодняшний день существуют методы, способствующие беспрепятственной реализации производственных процессов бетонирования в зимнее время года (рис. 1).

Производство бетонных работ – сложный, многофазный процесс, включающий в себя множество нюансов, которые необходимо принимать во внимание для получения необходимого результата. Основным фактором, оказывающим влияние на производство работ, безусловно, являются природно-климатические параметры. Влияние этих параметров сопровождается существенными изменениями в последовательности процесса бетонирования.

Для наглядности проведем сравнение процессов производства бетонных работ в нормальных условиях и при пониженной температуре (табл. 1).

Таким образом, количество выполняемых операций при производстве бетонных работ при пониженной температуре возрастает. Соответственно, при увеличении числа операций возрастает и трудоемкость процесса выполнения работ.

Повышение трудоемкости реализуемого проекта, в свою очередь, сопровождается такими факторами, как увеличение финансирования и сроков выполнения работ. Оба аспекта являются важнейшими на производстве, в связи с чем требуют детальной проработки на стадии организационно-технологического проектирования и, в частности, моделирования строительно-монтажных работ (например, с использованием инструментов календарного и ресурсного планирования).

Как упоминалось ранее, трудоемкость в сравнении с производством работ по бетонированию в нормальных условиях и при пониженной температуре изменяется. С целью установления более точного влияния природно-климатических параметров на трудоемкость процесса проведем детальный анализ сравнения заданных усло-



Рис. 1. Способы производства бетонных работ в условиях пониженных температур

Fig. 1. Methods for the production of concrete at low temperatures

Процессы	Условия	
	Нормальные	Пониженная температура
Подготовительные мероприятия	<ul style="list-style-type: none"> • Монтаж бетононасоса • Прокладка бетоновода • Прочистка бетоновода 	<ul style="list-style-type: none"> • Монтаж бетононасоса • Прокладка бетоновода • Прочистка бетоновода • Прокладка доп. электросетей • Утепление бетоносмесительных установок • Защита от промерзания оснований под фундаменты • Утепление опалубки
Приготовление бетонной смеси (стационарный БСУ)	<ul style="list-style-type: none"> • Смешение компонентов • Затворение • Перемешивание 	<ul style="list-style-type: none"> • Смешение компонентов • Затворение • Подогрев заполнителей и воды • Добавление противоморозных компонентов • Перемешивание (T_n в 1,5–2 раза больше, чем при НУ)
Транспортирование бетонной смеси	Для транспортирования бетонной смеси применяются	
	<ul style="list-style-type: none"> • Автобетоносмесители • Автобетоновозы • Автосамосвалы • Бадьи и бункеры, установленные на автомашинах • Железнодорожные платформы с мото- или электротягой 	<ul style="list-style-type: none"> • Кузова автосамосвалов оборудуют двойными бортами и дном и через образовавшийся зазор пропускают горячие отработанные газы от двигателя • При $t < -15$ °С максимальную дальность перевозки бетонной смеси уменьшают на 30–50 %
Подача бетонной смеси	Подача бетонной смеси осуществляется	
	<ul style="list-style-type: none"> • Бункерами и ковшами в сочетании с различными кранами • Ленточными транспортерами и бетоноукладчиками • Бетононасосами и пневмонагнетателями, виброхоботами, виброжелобами и т. п. 	<ul style="list-style-type: none"> • Бункерами, обшитыми снаружи фанерой по войлоку и снабженными утепленными крышками, и ковшами в сочетании с различными кранами • Бетононасосами, установленными в теплых помещениях. При $t > -10$ °С звенья бетоноводов обворачивают войлоком или шлаковатой. Перед началом работ бетоновод прогревают горячим паром или горячей водой
Укладка и уплотнение бетонной смеси	<ul style="list-style-type: none"> • Очистка основания от пыли, грязи и мусора • Очистка горизонтальных и наклонных поверхностей от цементной пленки при подготовке бетонных оснований и рабочих швов • Уплотнение бетонной смеси глубинными, поверхностными или навешиваемыми на опалубку наружными вибраторами 	<ul style="list-style-type: none"> • Очистка опалубки и арматуры от наледи и снега • Прогрев пучинистых грунтов (при бетонировании фундаментов) • Прогрев ранее уложенного слоя бетона на 400 мм • Укладка бетонной смеси небольшими участками по длине и ширине для уменьшения тепловпотерь
Выдерживание бетонной смеси	<ul style="list-style-type: none"> • Защита поверхности свежеложенного бетона от действия прямых солнечных лучей и ветра • Уход в течение 7–14 дней в зависимости от погоды и вида применяемого цемента до достижения бетоном прочности 50–70 % от проектной 	<ul style="list-style-type: none"> • Укрытие открытых поверхностей свежеложенного бетона по окончании работ слоем утеплителя, теплоизоляционными кожухами или чехлами

Табл. 1. Сравнение процессов производства бетонных работ
Tab. 1. Comparison of concrete production processes

Процесс	Объем работ		Норма времени, чел. ч	Трудоемкость, чел. см	Продолжительность, дни
	Ед. изм.	Кол-во			
Установка арматуры	т	1	8,5	1,0625	2
Монтаж опалубки	м ²	1	0,25	0,03125	1
Укладка бетонной смеси	м ³	1	1,2	0,15	1
Уход за бетоном	—	1	—	—	7
ΣX₁				1,24375	11

Табл. 2. Нормативная трудоемкость производства бетонных работ в летний период

Tab. 2. Normative labor input for concrete work in summer

Процесс	Объем работ		Норма времени, чел. ч	Трудоемкость, чел. см	Продолжительность, дни
	Ед. изм.	Кол-во			
Установка арматуры	т	1	8,5	1,0625	2
Монтаж опалубки	м ²	1	1,2	0,03125	1
Утепление опалубки	100 м ²	0,01	6,7	0,008375	1
Укладка бетонной смеси	м ³	1	1,2	0,15	1
Электропрогрев бетона	м ³	1	0,98	0,1225	7
Уход за бетоном	—	—	—	—	7
ΣX₂				1,374625	19

$$\sum X_2 - \sum X_1 = \Delta \sum X \quad (1)$$

$$1,374625 - 1,24375 = 0,130875$$

Табл. 3. Нормативная трудоемкость производства бетонных работ в зимний период

Tab. 3. Normative labor input for concrete work in winter

вий методом калькуляции трудозатрат (табл. 2, табл. 3).

Полученная разница в трудоемкостях подтверждает, что процесс создания монолитных конструкций при пониженных температурах имеет не только большее количество операций, но является более трудозатратным (при пересчете на полный объем работ данный небольшой процент будет иметь значительное физическое выражение).

Для графической формализации полученных данных произведем моделирование процессов устройства монолитных железобетонных конструкций с использованием инструментов календарного планирования: построим графики производства работ с целью последующего формирования ресурсных графиков движения рабочей силы при производстве бетонных работ – аналогично для нормальных условий и для рассматриваемых условий с пониженной температурой (табл. 4, 5, 6, 7).

Для наглядности принимаем, что производство работ осуществляется в 2 смены каждый

рабочий день. Рассмотрим площади фигур, полученные из графиков движения рабочей силы с принятым ранее изменением (рис. 2).

Проанализировав площади заданных фигур, получаем: $S_{ну} > S_{шт}$ в 0,16 раз, что свидетельствует о разнице трудозатрат на производстве при наличии влияния природно-климатического фактора.

Наряду с учетом изменения стоимости производства бетонных работ за счет использования коэффициентов зимнего удорожания в сметных расчетах, требуется также рассчитывать подобное приращение трудоемкости и требуемых трудовых ресурсов при разработке организационно-технологической документации на стадии планирования строительного производства. Недостаток нормативного и справочно-методического обеспечения процессов моделирования подобных процессов зимнего бетонирования при разработке организационно-технологической документации диктует необходимость формирования унифицированных подходов к вариативному технологическому проектирова-

нию. Указанный принцип построения эпюр по ресурсным графикам движения рабочей силы возможно использовать при комбинаторном анализе формирования оптимальных графиков движения трудовых ресурсов по объектам производственной программы, учитывая факторы сезонности и влияние пониженных температурных условий на физико-химические процессы гидратации. При таком планировании (при разработке планов работ на различные объекты программы) важен учет действительной про-

изводственной ситуации, когда под действием различных дестабилизирующих факторов возникает флуктуация трудоемкости выполнения строительно-монтажных работ. Графическое моделирование процессов с использованием инструментов календарного и ресурсного планирования с учетом влияющих факторов (таких, как сезонность) позволяет системно подойти к формированию организационно-технологических документов и совершенствовать систему планирования в целом.

Наименование технологического процесса	Ед. изм.	Объем работ	Затраты труда, чел. см	Пр-ть, дни	Дни									
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Установка арматуры	т	1	1,0625	2										
Монтаж опалубки	м ²	1	0,03125	1										
Укладка бетонной смеси	м ³	1	0,15	1										
Уход за бетоном	—	1	—	7										

Табл. 4. График производства работ (нормальные условия)
Tab. 4. Schedule of work (normal conditions)

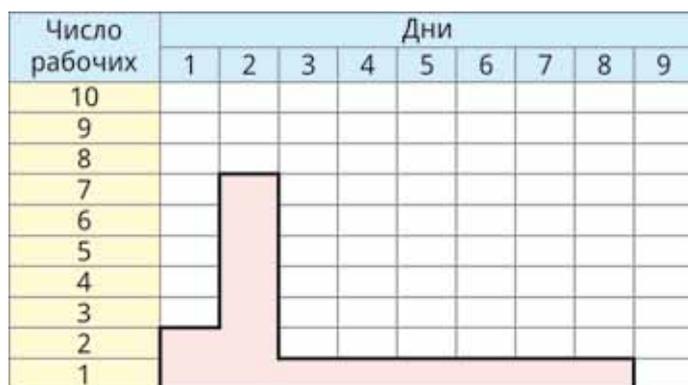


Табл. 5. График движения рабочей силы (нормальные условия)

Tab. 5. Schedule of labor movement (normal conditions)

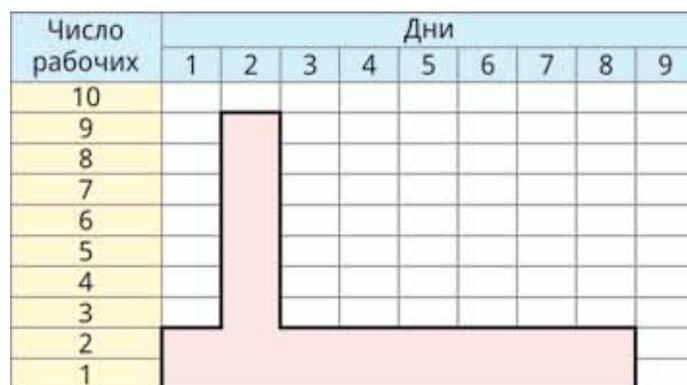


Табл. 7. График движения рабочей силы (условия пониженных температур)

Tab. 7. Schedule of labor movement (low temperature conditions)

Наименование технологического процесса	Ед. изм.	Объем работ	Затраты труда, чел. см	Пр-ть, дни	Дни									
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Установка арматуры	т	3	1,0625	2										
Монтаж опалубки	м ²	1	0,03125	1										
Утепление опалубки	м ³	1	0,00838	1										
Укладка бетонной смеси	м ³	1	0,15	1										
Электропрогрев бетона	м ³	1	1,1225	7										
Уход за бетоном	—	1	—	7										

Табл. 4. График производства работ (нормальные условия)
Tab. 4. Schedule of work (normal conditions)



Рис. 2. Эпюры графиков движения рабочей силы
 Fig. 2. Diagrams charting the schedules of labor movement

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технологические процессы в строительстве : Технологии монолитного бетона и железобетона : учебник / М. Н. Ершов, А. А. Лapidус, В. И. Теличенко. – Москва : Изд-во АСВ, 2016. – 55 с.
2. Бессер Я. Р. Методы зимнего бетонирования / Я. Р. Бессер. – Москва : Стройиздат, 1976. – С. 18–19.
3. Проектирование зданий, проектные работы, быстро-возводимые здания в Красноярске и Сибири // Официальный сайт проектно-строительной компании «Стройтрэйдинг» : [электронный ресурс]. – Красноярск. – 2014. – URL: <http://stroy-trading.ru/information/article/469> (дата обращения: 14.12.2015).
4. Осипов А. М. Бетонирование при низких температурах // Инженерный вестник Дона. – 2012. – № 4 (часть 2). – С. 2–3.
5. Толкынбаев Т. А., Головнев С. Г., Торпищев Ш. К. Добавка для зимнего бетонирования монолитных сооружений // Вестник Южно-Уральского государственного университета : Строительство и архитектура. – 2013. – Т. 13, № 2. – С. 2.
6. Усов Б. А. Бетонирование монолитных конструкций из литых смесей в зимних условиях // Системные технологии. – 2016. – № 4 (21). – С. 5–6.
7. Миронов С. А. Теория и методы зимнего бетонирования / С. А. Миронов. – 2-е изд, доп. и перераб. – Москва : Гос. издат. лит. по строит. и архитект., 1956. – 405 с.
8. Крылов Б. А. Руководство по прогреву бетона в монолитных конструкциях / Б. А. Крылов [и др.]. – Москва, 2005.
9. Киреева Ю. И., Лазаренко О. В. Строительные материалы и изделия / Ю. И. Киреева, О. В. Лазаренко. – 3-е изд., доп. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2010.

REFERENCES

1. Tekhnologicheskie protsessy v stroitel'stve : Tekhnologii monolitnogo betona i zhelezobetona : uchebnik [Technological processes in construction : Technologies of monolithic concrete and reinforced concrete: textbook] / M. N. Ershov, A. A. Lapidus, V. I. Telichenko. – Moscow : ASV, 2016. – 55 p.
2. Besser Ya. R. Metody zimnego betonirovaniya [Methods of winter concreting] / Ya. R. Besser. – Moscow : Strooizdat, 1976. – P. 18–19.
3. Proektirovanie zdaniy, proektnye raboty, bystrovozvodimye zdaniya v Krasnoyarske i Sibiri [The design of buildings, engineering works, prefabricated buildings in Krasnoyarsk, Siberia] // Ofitsial'nyj sayt proektno-stroitel'noj kompanii «Stroytrehjding» [Official website of the design and construction company «Stroytrading»] : [electronic resource]. – Krasnoyarsk, 2014. – URL: <http://stroy-trading.ru/information/article/469> (accessed: 12/14/2015).
4. Osipov A. M. Betonirovanie pri nizkikh temperaturakh [Concreting at low temperatures] // Inzhenernyj vestnik Dona. – 2012. – № 4 (part 2). – P. 2–3.
5. Tolkyimbaev T. A., Golovnev S. G., Torpishhev Sh. K. Dobavka dlya zimnego betonirovaniya monolitnykh sooruzhenij [Additive for winter concreting of monolithic structures] // Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta : Stroitel'stvo i arkhitektura [Bulletin of the South Ural state University : Construction and architecture]. – 2013. – Vol. 13, № 2. – P. 2.
6. Usov B. A. Betonirovanie monolitnykh konstruksij iz litykh smesey v zimnikh usloviyakh [Concreting of monolithic structures from cast mixes in winter conditions] // Systemnye Tekhnologii [System technologies]. – 2016. – № 4 (21). – P. 5–6.
7. Mironov S. A. Teoriya i metody zimnego betonirovaniya [Theory and methods of winter concreting] / S. A. Mironov. – 2nd ed., upd. and rev. – Moscow: State publishing house lit. software builds. and an architect., 1956. – 405 p.
8. Krylov B. A. Rukovodstvo po progrevu betona v monolitnykh konstruksiyakh [Guide to concrete heating in monolithic structures] / B. A. Krylov [et al.]. – Moscow, 2005.
9. Kireeva Yu. I., Lazarenko O. V. Stroitel'nye materialy i izdeliya [Construction materials and products] / Yu. I. Kireeva, O. V. Lazarenko. – 3rd ed., upd. – Rostov-on-don : Phoenix, 2010.

УДК 65.011.56

Функционирование автоматизированных систем строительного контроля на объектах капитального строительства

The Functioning of the Automated Systems of Building Control in Objects of Capital Construction

Болотова Алина Сергеевна

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии и организация строительного производства», ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), 129337, Россия, Москва, Ярославское шоссе, 26, bolotova63@mail.ru

Bolotova Alina Sergeevna

Ph.D., Associate Professor of Department «Technology and Organization of Construction Production», Moscow State University of Civil Engineering National Research University (NRU MGSU), 129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26, bolotova63@mail.ru

Романовская Маргарита Евгеньевна

Студент, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), 129337, Россия, Москва, Ярославское шоссе, 26, mromano202@yandex.ru

Romanovskaya Margarita Evgen'evna

Student, Department «Technology and Organization of Construction Production», Moscow State University of Civil Engineering National Research University (NRU MGSU), 129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26, mromano202@yandex.ru

Аннотация

В данной статье рассмотрена возможность применения автоматизированных систем строительного контроля на объектах капитального строительства. Строительство зданий и сооружений, как правило, разнесено по времени и имеет множество различных процессов, не связанных между собой. Своевременный комплексный контроль на всем протяжении строительства играет важную роль при возведении здания или сооружения. Обеспечение надежного выполнения различных работ в запланированный срок играет существенную роль в общей надежности и стабильности строительного комплекса.

Между тем, анализ данных практического опыта указывает на ряд нерешенных проблем, снижающих эффективность ведения строительного контроля. В настоящее время стоит острая необходимость в оптимизации системы контроля качества за строительством для исключения ошибок и нарушений, вызванных недостатками информационного обеспечения, отсутствием учета человеческого фактора. В этом случае использование автоматизированных систем строительного контроля призвано устранить ряд проблем, оказывающих влияние на деятельность технического заказчика на объекте строительства. Переход на автоматизированные системы строительного контроля

Abstract

In the present article the authors study the possibility of application of automated systems of building control in the construction of capital objects. Buildings and structures construction usually occur at different time and includes many different processes which are not interconnected. Timely and comprehensive control of the construction process plays a very important role in the construction of buildings and structures. Reliable and timely execution of different kinds of works is very important for the whole construction sector sustainability.

Meanwhile, the analysis of the practical experience data shows a number of unsolved problems that decrease the effectiveness of building control. There is currently a critical need for the optimisation of construction quality control which could eliminate the mistakes and malpractice caused by the drawbacks of the information management and the lack of human factor consideration. In this case, automated systems of building control application are aimed at eliminating a number of problems affecting the activity of technical clients at the construction objects. The integration of automated systems of building control will reduce the time needed for execution of different kinds of works, increase the productivity of both the client and the contractors, minimize the mistakes and

позволяет уменьшить срок выполнения различного рода задач, повысить эффективность работы как заказчика, так и подрядных организаций, минимизировать появление ошибок и неточностей. В связи с этим разработка методики формирования и оценки деятельности технического заказчика на объектах капитального строительства является актуальной задачей, а создание автоматизированной системы строительного контроля призвано ускорить и упростить деятельность технического заказчика.

Ключевые слова: строительный контроль, автоматизация строительства, контроль качества, технический заказчик, автоматизированные системы, организация производства.

Строительство зданий и сооружений представляет собой множество взаимосвязанных процессов, различных по своему назначению. Но даже небольшая часть работ имеет свои последствия в будущем. Именно поэтому на всем протяжении строительства необходимо отслеживать качество выполнения всех работ, а также их соответствие заявленным нормам. В рамках одного участка работ все кажется довольно просто. Но если взять во внимание всю территорию стройки, то задача контроля уже не воспринимается такой простой. Как обеспечить надзор за каждым процессом строительства? На сегодняшний день актуальны проблемы, связанные с ошибками и нарушениями при строительстве, которые можно предотвратить и избежать при своевременном проведении строительного контроля. Большая часть нарушений вызвана недостатками информационного обеспечения и своевременного контроля за качеством выполненных работ.

Более подробный анализ причинно-следственных связей между нарушениями и их причинами проделан в ранее опубликованных работах [1–4] с применением диаграммы Исикавы и экспертного опроса. Анализ факторов по диаграмме Исикавы позволяет выявить ключевые параметры производственных процессов и установить причины проблем процесса. Однако остается ряд проблем, в частности связанных с недостатками информационного обеспечения, которые на сегодняшний день остаются нерешенными. Для детального исследования данной проблемы необходимо совершенствовать и внедрять в практику автоматизированные системы строительного контроля [6, 10–13]. Первостепенной задачей является изучение функционала автоматизированной системы строительного контроля для последующего применения в деятельности технического заказчика с целью предотвращения ошибок и нарушений при строительстве, а также сокращение временных и материальных затрат на исправление ошибок.

Для начала рассмотрим понятие строительного контроля и возможности его автоматизации. Согласно Градостроительному кодексу РФ (статья 53), строительный контроль – совокуп-

inaccuracies. Consequently, the development of methods for forming and evaluating the technical client activity at the objects of capital construction is an urgent task. Creation of the automated system of building control is aimed at accelerating and simplifying the activity of the technical authority.

Keywords: building control, building automation, quality control, technical authority, automated systems, organization of production.

ность мероприятий, которые проводятся на всем протяжении строительства, позволяющих выявить несоответствия между «реальностью» и проектной документацией, рабочей документацией и техническими регламентами. Контроль могут осуществлять организации:

- подрядчик,
- застройщик,
- заказчик или организация, осуществляющая подготовку проектной документации, которая привлечена заказчиком (застройщиком) по договору для осуществления строительного контроля (в части проверки соответствия выполняемых работ проектной документацией).

Подразумевается, что строительный контроль призван решить ряд важных задач. Одной из таких является качество строительной продукции. К сожалению, в большинстве случаев подрядчик привлекает для работ неквалифицированную рабочую силу. Соответственно, возникает множество коллизий, работы не выполняются в срок, их качество падает, и само сооружение не соответствует заявленным требованиям. Основная проблема в том, что нет контроля непосредственно над выполнением работ [2]. Если бы своевременный контроль присутствовал, можно было бы избежать временных задержек, а также затрат на переделку. Помимо этого, ресурсы и материалы могут использоваться расточительно или нецелесообразно [3–4]. Из-за этого приходится делать дополнительные траты на закупку недостающих материалов. Контроль над ресурсами также немаловажен, поскольку их недостаток увеличивает продолжительность выполнения работ, тем самым нарушая график строительства [1].

Еще одной неотъемлемой частью строительства являются инвестиции. Из-за ошибок рабочих или же намеренных действий возникает потребность в большем вложении средств. Получается, сколько бы ни инвестировали вначале – конечный итог будет намного больше. Подчас это получается совсем не выгодное вложение, и его можно избежать или, по крайней мере, уменьшить, для чего необходим контроль за финансовыми потоками: как расходуются

средства, их назначение, размер, составление плана затрат и др.

Но контролировать всё и везде – очень трудная и кропотливая работа. Для проведения контрольных мероприятий необходимы десятки специалистов, которые хорошо разбираются в своей области. К тому же, возникают «третьи лица», которым необходимо оперативно передавать текущую информацию со стройки. Именно из-за проблем с организацией контроль как таковой упраздняется или делается условным. Это, в свою очередь, создает благоприятные условия для коррупции. Но с недавних пор набирают популярность автоматизированные системы строительного контроля, призванные устранить все несовершенства контроля за строительством в целом [8, 11].

В любой сфере деятельности автоматизация является неким «спасательным кругом», так как облегчает решение сразу нескольких задач. Создаются специальные автоматизированные системы, направленные на конкретный комплекс задач, связанных с управлением, проектированием, технологическими процессами и др. [12–15]. В строительстве также применяются такие системы: яркий пример – САПР (Системы автоматизированного проектирования и расчета). Но они решают лишь часть задач. На сегодняшний день большую популярность приобретают системы автоматизации строительного контроля. Благодаря им «полный контроль» становится вполне реальным – программная реализация намного облегчает задачу человека [4–5]. Автоматизация строительного контроля позволяет:

- сэкономить время, так как в программе существуют необходимые шаблоны, по которым идет проверка [8];
- сэкономить ресурсы, так как на это требуется меньшее число работников;

- обеспечить безопасность данных, так как ими, в основном, распоряжается программа;
- противодействовать коррупции: решение будет принимать не человек, а программа с заданным алгоритмом.

На мировом рынке представлено достаточное количество программных комплексов, связанных с автоматизацией строительного контроля. Рассмотрим одну из них.

Автоматизированная система строительного контроля Ed Controls – это программный комплекс, основная задача которого состоит в фиксации замечаний на объекте строительства и осуществлении контроля за их исправлением на любом из устройств: смартфоне, планшете и персональном компьютере [7]. Ed Controls обеспечивает эффективное управление проектами благодаря четкой связи данных. Программа также позволяет человеку осуществлять контроль, выписывать предписания, формировать отчеты и при этом находиться в офисе. Благодаря единому пространству обеспечивается безопасное хранение документации любого типа, связанного со строительным контролем (акты выполненных работ, чертежи, фото- и видеотчеты и др.).

С помощью данного инструмента можно сформировать реестр нарушений по видам работ. Он позволяет своевременно создавать замечания, прилагая фотофиксацию. Затем устанавливаются сроки их исправления и исполнители. Благодаря такому реестру руководитель проекта может контролировать все замечания, не выезжая на стройку. Программное обеспечение можно использовать как онлайн, так и офлайн, через браузер или в приложении. Элементы управления Ed также могут быть связаны с привычной рабочей системой.

Рассмотрим интерфейс программы. На главной странице сразу открывается раздел «про-

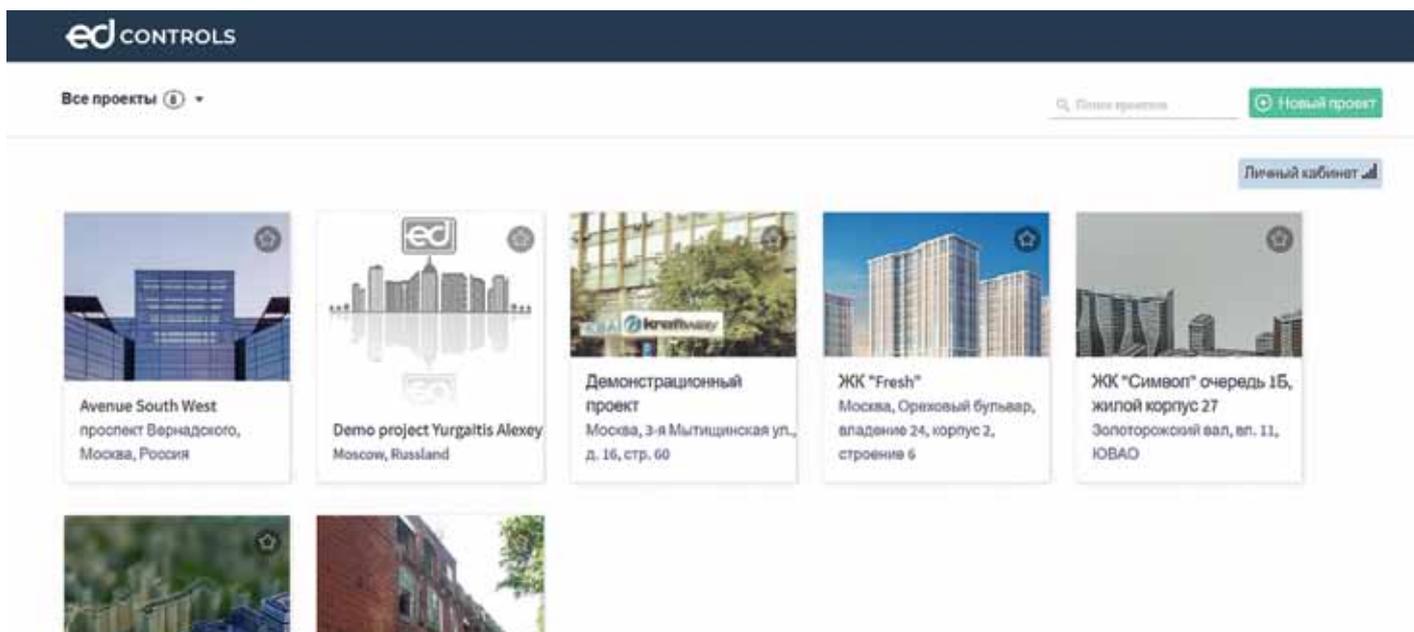


Рис. 1. Общий вид интерфейса пользователя
Fig. 1. General view of the user interface

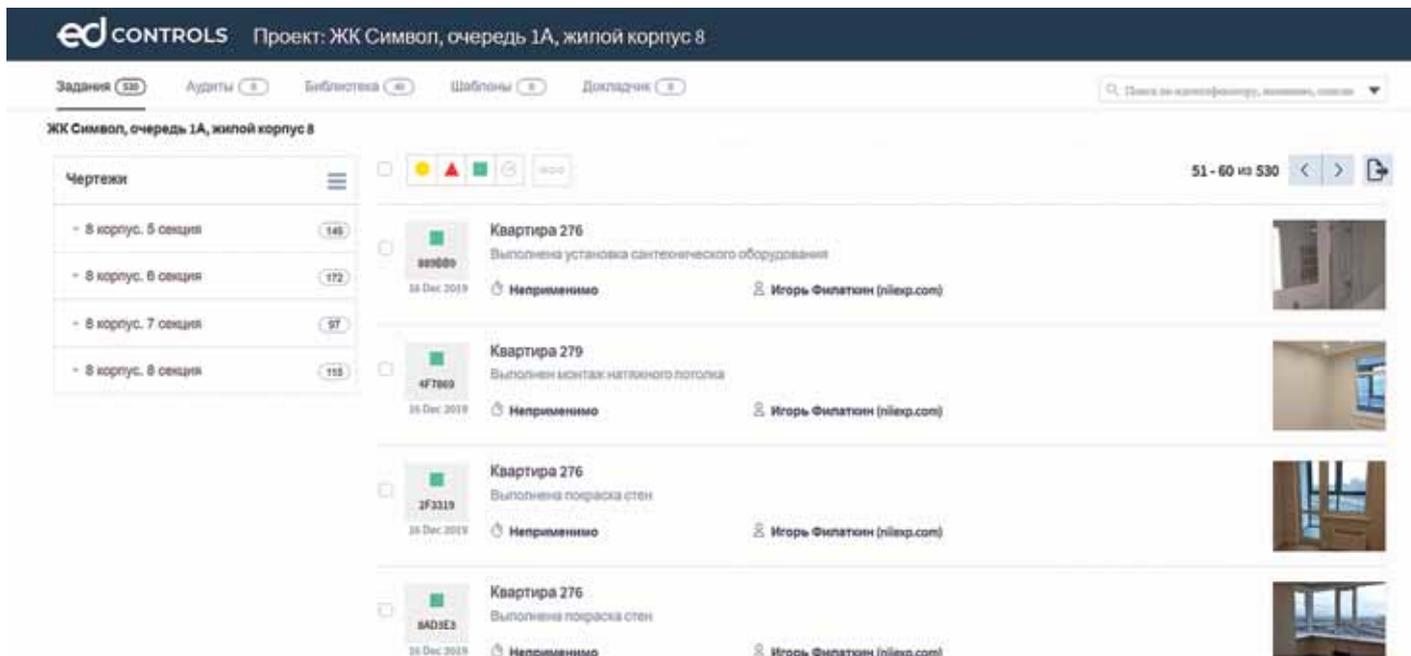


Рис. 2. Страница с выбранным проектом
Fig. 2. Page with the selected project

екты». На этой вкладке можно увидеть все проекты компании – текущие и завершенные. Общий вид интерфейса пользователя представлен на рисунке 1. В правом верхнем углу находится вход в «личный кабинет» пользователя, а также «поиск», который осуществляется по идентификатору, названию или описанию. При нажатии кнопки «новый проект» откроется окно регистрации проекта с обязательным заполнением полей названия, месторасположения и ответственного контактного лица по объекту.

Если выбрать конкретный проект, то откроется страница со специальными вкладками: «задания», «аудиты», «библиотека», «шаблоны», «докладчик». В целом каждая из вкладок представляет собой подробную информацию о проекте: структуру, документацию, замечания, его участников и даже аналитику. Открыв каждую из вкладок, можно увидеть ее детальное описание и функции, относящиеся к конкретной части проекта. Это говорит о том, что программа позволяет полностью управлять проектом на всем его жизненном цикле: все данные будут в полной сохранности в одном месте, есть возможность изменять статус работ и замечаний, а также происходит своевременное обновление информации – все, что необходимо для качественного проведения контрольных мероприятий.

На рисунке 2 представлена страница с выбранным проектом. Слева даны чертежи на каждый контролируемый рабочий участок. В центральной части отображаются контрольные мероприятия в виде крупных эскизов с указанием названия (номер квартиры, МОП, ЛК), описания мероприятия (выполненные работы или нарушения), дата выдачи или устранения, статус мероприятия (начато – желтый круг, завершено – зеленый квадрат, несоответствие –

красный треугольник), ответственное лицо и фотофиксация.

Если в левой части страницы выбрать конкретные корпус, секцию и этаж, то откроется окно с ранее загруженным планом этажа (рисунок 3). В том случае, когда в выбранном участке инженер технического заказчика уже проводил контрольные мероприятия, их статус и месторасположение будут отображаться на плане цветом и формой, как показано на рисунке 3. Выделенные на плане зеленым цветом контрольные точки указывают на 100 % завершенные работы в данном месторасположении. Их наименование и описание можно уточнить, нажав на контрольную точку.

Экспортировать задания в форму отчета можно, нажав кнопку «экспорт» в правом верхнем углу. Отчет состоит из титульного листа с указанием названия объекта, заказчика, логотипа предприятия, даты формирования. По желанию в отчет могут быть включены чертежи, описание, фотофиксация крупными или мелкими изображениями, карта местности, дата начала, срок устранения (для замечаний), хронология изменений, ответственное лицо, контролирующее лицо, вложения. Проект отчета сохраняется в формате PDF и отправляется на почту заказчика, ответственным лицам и в личный кабинет пользователя.

Таким образом, с помощью Ed Controls можно быстро и точно проводить инспекции и проверки качества в цифровом виде и на месте. Благодаря данному программному обеспечению системы менеджмента качества собранная информация становится постоянно доступной вместе с автоматически генерируемыми отчетами о проверке. Кроме того, производительность сторон, участвующих в проекте, отображается в режиме



Рис. 3. План 1-го этажа с указанием контрольных точек
 Fig. 3. Plan of the 1st floor with reference points

реального времени, что способствует эффективному управлению. Руководитель проекта может проанализировать производительность проекта позже и легко преобразовать входные данные в полезную статистику. Эти статистические данные помогают оптимизировать метод работы, используемый для будущих проектов. Все данные хранятся в двух отдельных центрах обработки данных в ЕС в соответствии с ISO 27001 и ISO 9001. Доступ к ним контролируется протоколом безопасности OAuth.

Выделим основные требования к подсистемам разрабатываемой для предприятия автоматизированной системы строительного контроля:

1. Электронный архив строительной документации – надежное хранилище всей документации, связанной с процедурами контроля. Должны быть предусмотрены права доступа для каждого сотрудника, поиск по всей базе, а также сохранение истории изменений каждого из файлов.
2. Интеграционная шина данных – предназначена для интеграции системы с различными сторонними программами. Например, загрузка документов в базу из сторонних приложений, подключение камер видеонаблюдения, установленных на стройке и др. Помимо этого, программный комплекс должен интегрироваться со многими другими программными средствами, такими как AutoCad, Revit, Oracle Primavera, 1С, Консультант+, что позволит загружать документы сразу в базу, а также интегрировать их между собой, например, для проверки соответствия законодательству.
3. Строительный контроль – отдаленно похож на календарный график. Данная подсисте-

ма позволит отслеживать объемы и сроки выполненных работ, отклонение от графика с возможностью хранения документов и фотоотчетов, а также ставить новые задачи с возможностью комментариев.

4. Мониторинг строительства – предназначен для контроля над финансовой стороной строительства, а также построения графиков, диаграмм и таблиц.
5. Сервер мобильных приложений – должен обеспечивать полноценный доступ ко всем подсистемам с мобильных устройств.
6. Рабочее место руководителя – обеспечивает руководителю полный доступ ко всем подсистемам в одном окне.

Рассмотрев, для чего используется строительный контроль, можно сделать вывод, что без него невозможно вести «грамотное» строительство. Ввиду причин, таких как неквалифицированная рабочая сила, некомпетентные проверяющие, даже погодные условия и многих других, стройка превращается в большой хаос, и в результате получают некачественно выполненные работы, которые делают аварийным завершенные здания и сооружения.

Для того, чтобы такого не происходило, существует строительный контроль. Но и здесь есть свои нюансы. Необходимо контролировать огромный объем различной информации и выполнение работ. Даже нескольким работникам будет физически тяжело справиться с данной обязанностью – тут может возникнуть коррупция, при том, что работы также будут выполнены некачественно [3–4]. Чтобы облегчить процесс контроля, но в то же время сделать его строже, создается специальная автоматизированная система. Она сможет упорядочить информацию по разделам, отмечать стадии работ,

замечаний по ним, а также степени их выполнения. Данный инструмент будет удобным ассистентом для представителей контролирующей организации.

Функционирование автоматизированных систем строительного контроля – неотъемлемая и важная часть современного строительства. Актуальность проведенного исследования заключается в возможности создания системы, позволяющей значительно сократить временные затраты в процессе ведения строительного кон-

троля. Следует отметить, что процесс оценки всех показателей качества строительства весьма проблематичен и вызывает массу затруднений, поэтому целесообразным является применение новых подходов к автоматизации данных процессов. Практическая значимость исследования заключается в возможности применения автоматизированных систем строительного контроля на объектах капитального строительства и решения с их помощью определенного круга задач отдела технического заказчика.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Болотова А. С., Кирюхин С. А., Олесов Д. А. Анализ результатов контроля качества монолитного строительства на примере транспортных объектов // Актуальные проблемы технических наук : сборник статей Международной научно-практической конференции. – Уфа : Аэтерна, 2015. – С. 30–34.
2. Болотова А. С. Технологические особенности монолитного строительства, особо влияющие на его безопасность и качество // Строительство – формирование среды жизнедеятельности : сборник докладов XVIII Международной научно-практической конференции. – Москва : МГСУ, 2015. – С. 459–462.
3. Болотова А. С., Свиридов В. Н. Основные проблемы при организации и проведении контроля качественных показателей в монолитном строительстве // Научное обозрение. – 2016. – № 24. – С. 25–29.
4. Топчий Д. В., Юргайтис Д. Ю., Болотова А. С. Возможности применения глобальных спутниковых навигационных систем для функций строительного контроля и регулирования ресурсного обеспечения строительных предприятий за счет оптимизации маневровой работы // Инновации и инвестиции. – 2019. – № 2. – С. 258–263.
5. Беляев А. Ю., Захаров П. В., Воеводин И. Г., Лим В. Г., Климов Ю. Н. Информационные системы контроля качества строительного производства с использованием проблемно-ориентированного web-сервера // Научно-техническая информация : Организация и методика информационной работы. – 2007. – № 4. – С. 28–29.
6. Скакалов В. А. Разработка организационно-технологической модели ведения строительного контроля при возведении многоэтажных жилых зданий // Вестник современных исследований. – 2017. – № 5–1 (8). – С. 168–170.
7. Руководство пользователя для программного комплекса «СтройКонтроль» // Официальный сайт компании «Мобильные решения для строительства» : [электронный ресурс]. – Йошкар-Ола, 2017. – URL: <https://mrspro.ru/solutions/strojkontrol>.
8. Кожевникова С. Т., Гинзбург А. В. Информационная система материального обеспечения объекта строительства // Системотехника строительства. Киберфизические строительные системы : материалы VI Международной научной конференции. – 2018. – С. 137–141.
9. Salem A., Salah A., Moselhi O. Fuzzy-based configuration of automated data acquisition systems for earthmoving operations // Journal of Information Technology in Construction (ITcon). – 2018. – Vol. 23. – P. 122–137. – URL: <https://www.itcon.org/2018/6>. – ISSN: 1874-4753.
10. Topchiy D., Bolotova A. Studying specific features of the monolithic construction technology based on systemic analysis // IOP Conf. Series : Materials Science and Engineering. – 2019. – Vol. 603. – URL: <https://www.wmcaus.org>.
11. Гинзбург А. В., Кожевников М. М. Модернизация алгоритмов строительного контроля при организации мостового строительства // Промышленное и гражданское строительство. – 2017. – № 6. – С. 64–70.

REFERENCES

1. Bolotova A. S., Kiryukhin S. A., Olesov D. A. Analiz rezul'tatov kontrolya kachestva monolitnogo stroitel'stva na primere transportnykh ob'ektov [Analysis of the results of quality control of monolithic construction based on an example of transportation facilities] // Aktual'nye problemy tekhnicheskikh nauk : sbornik Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii [Current problems of technical sciences: Collection of articles of the International scientific and practical conference]. – Ufa : Aeterna, 2015. – P. 30–34.
2. Bolotova A. Tekhnologicheskie osobennosti monolitnogo stroitel'stva, osobo vliyayushhie na ego bezopasnost' i kachestvo [Technological features of monolithic construction influencing its safety and quality] // Stroitel'stvo – formirovanie sredy zhiznedeyatel'nosti : sbornik dokladov XVIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii [Construction is forming the environment. In the collection of reports of the XVIII international scientific and practical conference]. – Moscow : MGSU, 2015. – P. 459–462.
3. Bolotova A. S., Sviridov V. N. Osnovnye problemy pri organizatsii i provedenii kontrolya kachestvennykh pokazatelej v monolitnom stroitel'stve [The major problems in organization and control of qualitative indicators in monolithic construction] // Nauchnoe obozrenie [Scientific review]. – 2016. – № 24. – P. 25–29.
4. Topchiy D. V., Yurgajtis D. Yu., Bolotova A. S. Vozmozhnosti primeneniya global'nykh sputnikovykh navigatsionnykh sistem dlya funktsij stroitel'nogo kontrolya i regulirovaniya resursnogo obespecheniya stroitel'nykh predpriyatij za schet optimizatsii manevrovoy rabot [The Possibility of using global satellite navigation systems for the functions of construction control and regulation of resource support for construction enterprises by optimizing maneuvering] // Innovatsii i Investitsii [Innovations and investment]. – 2019. – № 2. – P. 258–263.
5. Belyaev A. Yu., Zakharov P. V., Voevodin I. G., Lim V. G., Klimov Yu. N. Informatsionnye sistemy kontrolya kachestva stroitel'nogo proizvodstva s ispol'zovaniem problemno-orientirovannogo web-servera [Informational systems of construction quality control using a problem oriented web-server] // Nauchno-tekhnicheskaya informatsiya [Scientific and technological information : Organization and methodology of informational work]. – 2007. – № 4. – P. 28–29.
6. Skakalov V. A. Razrabotka organizatsionno-tekhnologicheskoy modeli vedeniya stroitel'nogo kontrolya, pri vozvedenii mnogoetazhnykh zhilykh zdaniy [Elaboration of an organizational and technological model of building control in manystoreyed apartment buildings construction] // Vestnik sovremennykh issledovaniy [Gazette of modern researches]. – 2017. – № 5 – 1 (8). – P. 168–170.
7. Rukovodstvo pol'zovatelya dlya programmnoy kompleksa «StroyKontrol'» [User's guide for the software complex «Stroykontrol»] // Official website of the company «Mobile solutions for construction» : [electronic resource]. – Yoshkar-Ola. – 2017. – URL: <https://mrspro.ru/solutions/strojkontrol>.

12. Guven G., Ergen E. A rule-based methodology for automated progress monitoring of construction activities: a case for masonry work // *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*. – 2019. – Vol. 24. – P. 188–208. – URL: <http://www.itcon.org/2019/11>. – ISSN: 1874-4753.
13. Zach R., Hofstätter H., Taube C., Mahdavi A. A distributed and scalable approach to building monitoring: Special issue ECPPM 2014 – 10th European Conference on Product and Process Modelling // *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*. – 2015. – Vol. 20. – P. 159–172. – URL: <https://www.itcon.org/2015/12>. – ISSN: 1874-4753.
14. Akhavian R., Behzadan A. H. Coupling human activity recognition and wearable sensors for data-driven construction simulation // *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*. – 2018. – Vol. 23. – P. 1–15. – URL: <https://www.itcon.org/2018/1>. – ISSN 1874-4753.
8. Kozhevnikova S. T., Ginzburg A. V. Informatsionnaya sistema material'nogo obespecheniya ob'ekta stroitel'stva [Informational system of material provision of the object of construction] // *Sistemotekhnika stroitel'stva. Kiberfizicheskie stroitel'nye sistemy: sbornik materialov seminarov VI Mezhdunarodnoj nauchnoj konferentsii [System design for Construction. Cyber-Physical construction systems: collection of Articles of the Seminar held within the International scientific conference]*. – 2018. – P. 137–141.
9. Salem A., Salah A., Moselhi O. Fuzzy-based configuration of automated data acquisition systems for earthmoving operations // *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*. – 2018. – Vol. 23. – P. 122–137. – URL: <https://www.itcon.org/2018/6>. – ISSN: 1874-4753.
10. Topchiy D., Bolotova A. Studying specific features of the monolithic construction technology based on systemic analysis // *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. – 2019. – Vol. 603. – URL: <https://www.wmcaus.org>.
11. Ginzburg A., Kozhevnikov M. Modernization of the Building Control Algorithms in bridge construction organization // *Industrial and civil construction*. – 2017. – № 6. – P. 64–70.
12. Guven G., Ergen E. A rule-based methodology for automated progress monitoring of construction activities: a case for masonry work // *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*. – 2019. – Vol. 24. – P. 188–208. – URL: <http://www.itcon.org/2019/11>. – ISSN: 1874-4753.
13. Zach R., Hofstätter H., Taube C., Mahdavi A. A distributed and scalable approach to building monitoring: Special issue ECPPM 2014 – 10th European Conference on Product and Process Modelling // *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*. – 2015. – Vol. 20. – P. 159–172. – URL: <https://www.itcon.org/2015/12>. – ISSN: 1874-4753.
14. Akhavian R., Behzadan A. H. Coupling human activity recognition and wearable sensors for data-driven construction simulation // *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*. – 2018. – Vol. 23. – P. 1–15. – URL: <https://www.itcon.org/2018/1>. – ISSN 1874-4753.

НОВОСТЬ

Единое информпространство повысит эффективность саморегулируемых организаций

Городские власти рассматривают возможность включения СРО в Единую цифровую площадку взаимодействия участников строительства.

Как сообщил руководитель Департамента градостроительной политики города Москвы Сергей Лёвкин, это позволило бы саморегулируемым организациям более эффективно взаимодействовать с организациями, работающими по контрактам города, и получать необходимую информацию, в том числе и от контролирующих органов – Мосгосстройнадзора и Мосгосэкспертизы.

«На прошедшей недавно Всероссийской онлайн-конференции “Цифровизация строительной отрасли: организация электронного взаимодействия участников процесса строительства” обсуждался вопрос более эффективного взаимодействия СРО со строительными компаниями, входящими в них. Как известно, на саморегулируемые организации законом возложен контроль за исполнением договорных обязательств своих членов, поэтому СРО важно видеть пол-

ный объем информации, в том числе замечания Мосгосстройнадзора и Мосгосэкспертизы для оперативного реагирования», – отметил Сергей Лёвкин. «Думаю, что для этого нам нужно наладить электронное взаимодействие по линии НОСТРОЙ–СРО–Департамент градостроительной политики–Мосгосстройнадзор. Кроме того, нужно проработать вопрос об интеграции алгоритмов и систем, разработанных НОСТРОЕМ в Единую цифровую площадку взаимодействия всех участников строительного процесса», – добавил он.

По словам Сергея Лёвкина, расширение участия СРО в информационном взаимодействии с органами исполнительной власти может значительно улучшить контроль за исполнением подрядчиками своих контрактных обязательств на строительстве объектов городского заказа.

Ранее Сергей Собянин сообщил, что в Москве с 12 мая сняты частичные ограничения на строительство, которые были введены из-за распространения коронавирусной инфекции.

Источник: сайт Мэра Москвы <https://www.mos.ru/news/>

УДК 65

Методы формирования оптимальных решений годовой производственной программы строительной организации

Methods of Forming Optimal Solutions of Construction Organization's Annual Production Program

Юргайтис Алексей Юрьевич

Преподаватель кафедры «Технологии и организация строительного производства»,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ),
129337, Россия, Москва, Ярославское шоссе, 26, aljurgaitis@gmail.com

Yurgajtis Aleksej Yur'evich

Lecturer of the Department «Technologies and Organizations of Construction Production»,
Moscow State University of Civil Engineering National Research University (NRU MGSU),
129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26

Аннотация

Автор данной статьи описывает возможности применения некоторых популярных математических методов при формировании решений годовой (двухлетней) производственной программы строительной организации. Цель исследования – алгоритмизировать принципиальный подход к созданию гибкого инструментария текущего планирования в организациях.

По результатам авторами сформирована принципиальная схема распределения трудового ресурса по объектам этих годовых программ с учетом логических ограничений, таких как константность производственной мощности организации и сроки выполнения договоров генерального подряда. Формирование производственной программы как основного результирующего документа текущего планирования на предприятии в соответствии с предложенным алгоритмом позволяет создать адаптивную систему, учитывающую дестабилизирующие факторы внешней и внутренней среды, а также оснащенную математическим аппаратом осознанного перебора вариантов распределения трудовых ресурсов по пусковым объектам для выбора наиболее оптимального соотношения по ключевым показателям планирования.

Такой подход позволяет существенно снизить трудозатраты оператора, осуществляющего деятельность по планированию в строительной организации, обеспечить равномерную загрузку штатных производственных подразделений, реализовать вводимые ограничения по численности используемого ресурса, которая не должна превышать исходную мощность организации в части ведущего потока на строительномонтажных работах.

Ключевые слова: текущее планирование, производственная программа строительной организации, органи-

Abstract

The author of this article describes the possibilities of applying mathematical methods in the formation of solutions for the annual production program of a construction organization. The purpose of the study is to algorithmize a principled approach to creating flexible tools for current planning in organizations.

According to the results, the authors have formed a schematic diagram of the distribution of labor resources for the objects of such annual programs, taking into account logical constraints, such as the constancy of the organization's production capacity and the timeframes for the implementation of general contract agreements. The formation of the production program as the main resultant document of the current planning at the enterprise, in accordance with the proposed algorithm, allows you to create an adaptive system that takes into account the destabilizing factors of the external and internal environment, as well as equipped with mathematical devices for deliberate enumeration of the options for distributing labor resources to launch facilities to select the most optimal ratio by key planning indicators.

This approach allows to significantly reduce the labor costs of the operator carrying out planning activities in the construction organization, to ensure uniform loading of full-time production units, to implement the introduced restrictions on the number of resources used, which should not exceed the initial capacity of the organization in terms of the lead flow in construction and installation works.

Keywords: current planning, production program of a construction company, construction management,

зация строительства, оптимизация строительного производства, управление строительными проектами, моделирование организационно-технологических систем, календарное планирование, математические методы в решении задач строительства.

Текущее планирование строительного производства в условиях современной экономической и организационно-технологической формации представляет собой сложную многокритериальную задачу. Если говорить об истории становления планирования строительной деятельности в организациях и предприятиях СССР и Российской Федерации, то можно выделить ряд основных особенностей и положений двух подходов при распределении ресурсов по объектам текущей программы (см. табл. 1) [1–7].

В изучении вопроса рационального формирования производственных программ, являющихся основным результирующим документом текущего планирования, принципиально важным представляется именно механизм распределения ресурсов по объектам такой программы. Дело в том, что мощность строительно-монтажной организации, понятие которой часто приводится в научной литературе как основной критерий оптимизации процессов планирования (в том числе и текущего), сама по себе при оптимизационных расчетах не должна выражаться в физических единицах объема выполненной продукции, так как этот объем, очевидно, обеспечивается не чем иным, как трудовым ресурсом данной организации (штатные и внештатные рабочие) (см. рис. 1).

Поэтому современные подходы к формированию планов работ, календарных планов и графиков производства работ (что в классическом понимании и является ядром разработанной программы на определенный расчетный период), как раз, отталкиваются от аппарата ресурсорегулирования с учетом потенциала внедрения актуальных математических методов [8–15].

Таким образом, при математическом моделировании производственной программы как структурного матричного элемента планирования, который подвержен воздействию различных дестабилизирующих факторов в процессе формирования и реализации, важно описать подобное воздействие для дальнейшего учета в качестве некоторого ресурсного буфера (резерва). Оценка степени влияния каждого действующего фактора осуществляется с применением принципов популярных методов экспертного исследования с соответствующей математической верификацией, в результате которых возможна математическая формализация зависимости приращения трудоемкости выполнения строительно-монтажных работ и трудового ресурса, который данную трудоемкость «обеспечивает» (см. рис. 2).

Сформированные базовые регрессии для учета номенклатуры дестабилизирующих факто-

optimization of construction, construction project management, modeling organizational and technological systems, scheduling, mathematical methods in solving construction problems.

ров позволяют через выявленные зависимости для трудоемкости и продолжительности вычислить и потребное значение в резервном трудовом ресурсе для перекрытия дополнительно образующейся трудоемкости по строительно-монтажным работам (см. формулы 1, 2).

$$\begin{aligned} 1) \quad Q_1 &= (532) \cdot 10^5 + 514 \cdot F_3 \cdot 10^5 + 453 \cdot F_4 \cdot 10^2 + 184 \cdot F_5 \cdot 10^4 \\ 2) \quad Q_2 &= (210) \cdot 10^3 + 215 \cdot F_1 \cdot 10^3 - 5 \cdot F_2 \cdot 10^3 \end{aligned}$$

Следующей за расчетом действительного эффекта воздействия дестабилизирующих факторов задачей, которая возникает при формировании рациональных планов работ в составе производственных программ строительных организаций, является методика непосредственного подбора рациональных (оптимальных) схем ресурсораспределения с учетом действующей номенклатуры объектов, константных сроков контрактов и т. д. В этом случае определенную эффективность продемонстрировали методы реализации искусственного (программируемого) интеллекта, обеспечивающие скоростной осознанный перебор всевозможных вариантов с учетом заданных исходных и граничных условий (см. рис. 3).

В результате проведенного исследования потенциала действия дестабилизирующих факторов, с учетом которых возможно нивелирование простоев рабочих и срывов сроков выполнения строительно-монтажных работ, а также принципов математического формирования рациональных календарных планов в процессе оптимизации производственной программы, был сформирован принципиальный методический алгоритм (см. рис. 4).

Следуя данной пошаговой инструкции, оператор текущего планирования на строительном производстве получает в свое распоряжение инструмент оперативного формирования и последующей регулярной адаптации плана работ под действительные производственные условия. Учет дестабилизирующих факторов, а также применение современных математических методов осознанного перебора комбинации вариантов распределения трудового ресурса по объектам программы позволяют существенно сократить трудозатраты ответственных лиц, осуществляющих подобные операции планирования в строительно-монтажных организациях, а также снизить риски возникновения непрогнозируемых простоев при реализации заключенных договоров подряда.

№ п/п	Особенности статической системы распределения ресурсов в условиях плановой экономики (СССР)	Особенности динамической системы распределения ресурсов в условиях современной рыночной экономики (РФ)
1	Тресты имеют четкую отраслевую и технологическую специализацию, в соответствии с которыми выстраивался производственный план и программы	Современные строительные предприятия «подстраиваются» под заказы на рынке
2		Снижение уровня механизации и автоматизации строительства ввиду невозможности превентивного формирования столь разнопланового парка строительных машин и наборов механизмов и инструмента
3		Снижение уровня квалификации рабочих на строительном производстве (при потенциальной возможности найма дополнительных кадров на рынке труда сформировать обученную и квалифицированную команду на практике в столь сжатые сроки не представляется возможным)
4		Отсутствие материального стимулирования
5	Константное ресурсопотребление в соответствии с утвержденными планом и программами (утвержденный план нарушался крайне редко)	Интуитивное динамическое распределение ресурсов во времени по объектам в отсутствие утвержденного алгоритма
6		Экстренное привлечение ресурса извне при добавлении нового объекта в сформированную производственную программу
7		Национальная проблема в строительном производстве, связанная с использованием большой доли иностранных кадров ввиду неконкурентоспособности отечественного рынка труда и оперативной необходимостью увеличения общей интенсивности потребления ресурса при добавлении нового объекта в сформированную производственную программу
8	Равномерно загруженный фронт работ в ходе строительного производства	Ввиду хаотичной переброски трудовых кадров на объекты критического пути производственной программы, фронты работ загружаются неравномерно

Табл. 1. Особенности распределения ресурсов при формировании программ в различных условиях экономической и организационно-технологической формации

Tab. 1. Features of the distribution of resources in the formation of programs in various conditions of the economic, organizational and technological formation



Рис. 1. Связь уровней планирования и эквивалентов мощности для дальнейшего моделирования производственной программы

Fig. 1. The relationship of planning levels and power equivalents for further modeling of the production program

Q + 0	Трудоемкость выполнения монолитных работ		Q + Δ
T + 0	Продолжительность выполнения монолитных работ		T + Δ
Влияние очередности отсутствует	→		Максимальное влияние очередности
Организационно-технологические особенности	Объект относится к первой очереди строительства (первому пусковому комплексу)	Объект не относится к первой очереди строительства (первому пусковому комплексу)	Максимальное влияние очередности

Рис. 2. Принципиальная схема анализа потенциала воздействия дестабилизирующего фактора при реализации производственной программы строительной организации в результате наукометрического анализа и экспертного исследования (на примере условного градиента приращения трудоемкости и продолжительности выполнения монолитных работ при реализации объектов программы за счет влияния очередности возведения пусковых комплексов)

Fig. 2. Schematic diagram of the analysis of the potential impact of the destabilizing factor during the implementation of the production program of the construction organization as a result of scientometric analysis and expert research (using the conditional gradient of the increment in labor intensity and duration of the execution of monolithic works when implementing program objects due to the influence of the order of construction of launch complexes)



Рис. 3. Применение популярных математических методов для решения задач осознанного перебора в строительной отрасли (при решении задач текущего планирования)

Fig. 3. The use of popular mathematical methods to solve the tasks of deliberate search in the construction industry (when solving problems of current planning)

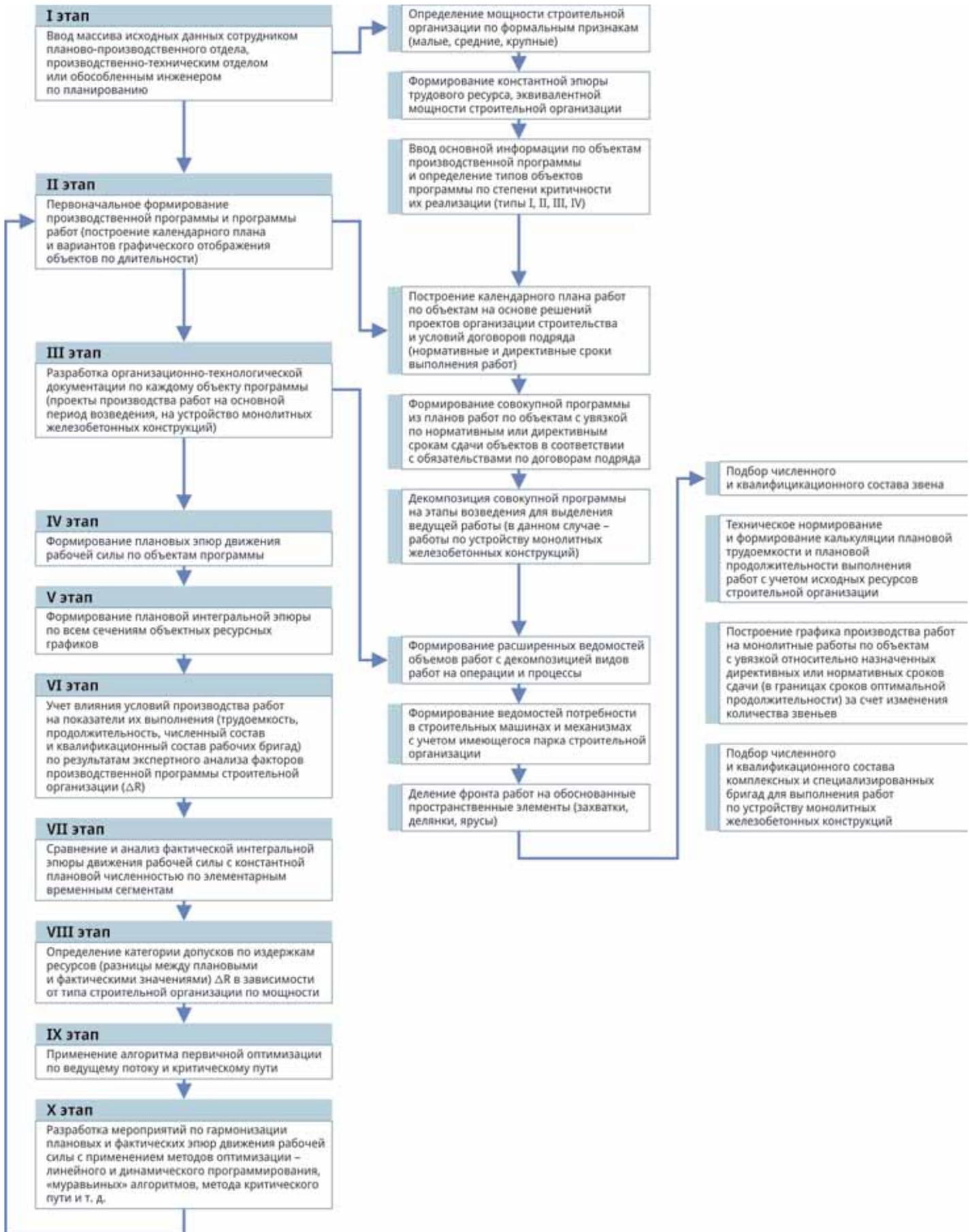


Рис. 4. Принципиальная схема формирования рациональных планов работ в составе производственной программы строительной организации на основе оптимизации загрузки штатных производственных подразделений на пусковых объектах
Fig. 4. Schematic diagram of the formation of rational work plans as part of the production program of a construction organization based on load optimization of full-time production units at launch facilities

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Олейник П. П., Юргайтис А. Ю., Воронина Г. О., Макаренко А. В. Методы формирования и оптимизации календарных планов строительных предприятий // Технология и организация строительного производства. – 2017. – № 1 (2). – С. 3–7.
2. Олейник П. П., Юргайтис А. Ю. Моделирование распределения производственных ресурсов по объектам годовой программы работ // Технология и организация строительного производства. – 2018. – № 3. – С. 8–10.
3. Олейник П. П., Юргайтис А. Ю. Понятие годового производственно-экономического плана строительного предприятия // Бюллетень строительной техники. – 2019. – № 4 (1016). – С. 30–32.
4. Юргайтис А. Ю., Зуева А. В., Бабушкин Е. С., Зеленцов А. А. Формирование организационно-технологических решений как фактора интенсификации проектов производственных программ строительных предприятий // Инновации и инвестиции. – 2019. – № 5. – С. 227–231.
5. Юргайтис А. Ю. Моделирование параметров производственной программы строительной организации // Вестник Евразийской науки. – 2019 № 5. – URL: <https://esj.today/PDF/42SAVN519.pdf>.
6. Олейник П. П., Юргайтис А. Ю., Даниловичкин М. Н., Гребенников А. Т. Оптимизация планов работ производственной программы строительной организации // Строительное производство. – 2020. – № 1. – С. 33–37.
7. Топчий Д. В., Юргайтис А. Ю., Первова Е. И., Дернов Р. В. Эффективность применения алгоритмизации при разработке ППР для снижения уровня травматизма на строительной площадке при капитальном строительстве, реконструкции и перепрофилировании. – DOI 10.23968/1999-5571-2019-16-3-94-98 // Вестник гражданских инженеров. – 2019. – № 3 (74). – С. 94–98.
8. Rogalska M., Bozejko W., Hejducki Z. Time/cost optimization using hybrid evolutionary algorithm in construction project scheduling // Automation in Construction. – 2008. – Vol. 18, № 1. – P. 24–31.
9. Bozejko W., Hejducki Z., Uchroński M., Wodecki M. Solving resource-constrained construction scheduling problems with overlaps by metaheuristic // Journal of Civil Engineering and Management. – 2014. – Vol. 20, № 5. – P. 649–659.
10. Bozejko W., Hejducki Z., Wodecki M. Applying metaheuristic strategies in construction projects management // Journal of Civil Engineering and Management. – 2012. – Vol. 18, № 5. – P. 621–630.
11. Rogalska M., Bozejko W., Hejducki Z., Wodecki M. Development of time couplings method using evolutionary algorithms // Proceedings from the 25th International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC, 2008), Lithuania. – 2008.
12. Rogalska M., Hejducki Z. Time buffers in construction process scheduling // Journal of Civil Engineering and Management. – 2007. – Vol. 8, № 2. – P. 143–148.
13. Rogalska M., Hejducki Z. // Journal of Civil Engineering and Management. – 2005. – Vol. 5. – P. 7858.
14. Hejducki Z. Sequencing problems in methods of organising construction processes // Engineering, Construction and Architectural Management. – 2004. – Vol. 11, № 1. – P. 20–32.
15. Sinenko S., Poznakhirko T. Summarising progressive approaches to choosing organisational and technological solutions for the construction of buildings // International Scientific Conference Environmental Science for Construction Industry (ESCI 2018) : MATEC Web of Conferences. – Vietnam, 2018. – Vol. 193. – P. 05011.

REFERENCES

1. Oleinik P. P., Yurgaitis A. Yu., Voronina G. O., Makarenko A. V. Metody formirovaniya i optimizatsii kalendarnykh planov stroitel'nykh predpriyatij [Methods for the formation and optimization of calendar plans of construction enterprises] // Technology and organization of construction production. – 2017. – № 1 (2). – P. 3–7.
2. Oleinik P. P., Yurgaitis A. Yu. Modelirovanie raspredeleniya proizvodstvennykh resursov po ob'ektam godovoj programmy rabot [Modeling the distribution of production resources for the objects of the annual work program] // Technology and organization of construction production. – 2018. – № 3. – P. 8–10.
3. Oleinik P. P., Yurgaitis A. Yu. Ponyatie godovogo proizvodstvenno-ekonomicheskogo plana stroitel'nogo predpriyatiya [The concept of the annual production and economic plan of a construction enterprise] // Bulletin of construction equipment. – 2019. – № 4 (1016). – P. 30–32.
4. Yurgaitis A. Yu., Zueva A. V., Babushkin E. S., Zelentsov A. A. Formirovanie organizatsionno-tekhnologicheskikh reshenij kak faktora intensivatsii proektov proizvodstvennykh programm stroitel'nykh predpriyatij [Formation of organizational and technological solutions as a factor in the intensification of projects of production programs of construction enterprises] // Innovatsii i investitsii [Innovations and Investments]. – 2019. – № 5. – P. 227–231.
5. Yurgaitis A. Yu. Modelirovanie parametrov proizvodstvennoj programmy stroitel'noj organizatsii [Modeling the parameters of the production program of a construction organization] // Bulletin of Eurasian Science. – 2019. – № 5.
6. Oleinik P. P., Yurgaitis A. Yu., Danilochkin M. N., Grebennikov A. T. Optimizatsiya planov rabot proizvodstvennoj programmy stroitel'noj organizatsii [Optimization of work plans for the production program of a construction organization] // Stroitel'noe proizvodstvo [Construction Production]. – 2020. – № 1. – P. 33–37.
7. Topchiy D. V., Yurgaitis A. Yu., Pervova E. I., Dernov R. V. Effektivnost' primeneniya algoritmizatsii pri razrabotke PPR dlya snizheniya urovnya travmatizma na stroitel'noj ploshhadke pri kapital'nom stroitel'stve, rekonstruktsii i pereprofilirovani [The effectiveness of the use of algorithms in the development of PPR to reduce injuries at the construction site during major construction, reconstruction and reprofiling] // Bulletin of Civil Engineers. – 2019. – № 3 (74). – P. 94–98.
8. Rogalska M., Bozejko W., Hejducki Z. Time/cost optimization using hybrid evolutionary algorithm in construction project scheduling // Automation in Construction. – 2008. – Vol. 18, № 1. – P. 24–31.
9. Bozejko W., Hejducki Z., Uchroński M., Wodecki M. Solving resource-constrained construction scheduling problems with overlaps by metaheuristic // Journal of Civil Engineering and Management. – 2014. – Vol. 20, № 5. – P. 649–659.
10. Bozejko W., Hejducki Z., Wodecki M. Applying metaheuristic strategies in construction projects management // Journal of Civil Engineering and Management. – 2012. – Vol. 18, № 5. – P. 621–630.
11. Rogalska M., Bozejko W., Hejducki Z., Wodecki M. Development of time couplings method using evolutionary algorithms // 25th International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC, 2008). – 2008.
12. Rogalska M., Hejducki Z. Time buffers in construction process scheduling // Journal of Civil Engineering and Management. – 2007. – Vol. 8, № 2. – P. 143–148.
13. Rogalska M., Hejducki Z. // Journal of Civil Engineering and Management. – 2005. – Vol. 5. – P. 7858.
14. Hejducki Z. Sequencing problems in methods of organising construction processes // Engineering, Construction and Architectural Management. – 2004. – Vol. 11, № 1. – P. 20.
15. Sinenko S., Poznakhirko T. Summarising progressive approaches to choosing organisational and technological solutions for the construction of buildings // MATEC Web of Conferences. – Vietnam, 2018. – Vol. 193. – P. 05011.

УДК 69.033.1

Оперативно-организационное управление в автоматизированных цехах производства объемно-блочных изделий

Operational Organizational Managements in the Automated Shops of Production of Volume and Block Products

Баркалов Сергей Алексеевич

Заведующий кафедрой «Управление», ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» (ВГТУ), 394006, Россия, Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84, sbarkalov@mail.ru

Barkalov Sergej Alekseevich

The head of the Department of «Management», Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Voronezh State Technical University» (VGTU), 394006, Russia, Voronezh, ulitsa 20-letiya October, 84, sbarkalov@mail.ru

Белоусов Вадим Евгеньевич

Заведующий кафедрой «Кибернетика в системах организационного управления», ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» (ВГТУ), 394006, Россия, Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84, belousov@vgasu.vrn.ru

Belousov Vadim Evgen'evich

The head of the Department of «Cybernetics in the Systems of Organizational Management», Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Voronezh State Technical University» (VGTU), 394006, Russia, Voronezh, ulitsa 20-letiya October, 84, belousov@vgasu.vrn.ru

Тутаришев Заур Батырбиевич

Аспирант кафедры «Управление», ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» (ВГТУ), 394006, Россия, Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84, bztutarishev@mail.ru

Tutarishev Zaur Batyrbievich

Graduate student at the Department «Management», Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Voronezh State Technical University» (VGTU), 394006, Russia, Voronezh, ulitsa 20-letiya October, 84, bztutarishev@mail.ru

Аннотация

Введение. Работа посвящена исследованию подходов при решении задач вторичной оптимизации оперативно-организационного управления в автоматизированных цехах производства объемно-блочных изделий, когда следует учитывать разделение общей задачи на независимый, или параметрически связанный, набор подзадач. Их декомпозиция практически связана с распределением областей автономного контроля, где график работы основан на задачах выполнения только основных видов работы до определенного времени (чаще всего это вспомогательные, служебные области цеха, которые имеют задержку либо ускорение планов работ).

Abstract

Introduction. Work is devoted to research of approaches at the solution of problems of secondary optimization of operational organizational management in the automated shops of production of volume and block products when it is necessary to consider separation of the general task into independent or parametrically the related set of subtasks. Their decomposition is almost connected with distribution of fields of autonomous control where the working schedule is based on problems of accomplishment only of main types of work till certain time (most often it is auxiliary, office areas of the shop which have delay or acceleration of work plans).

Algorithm of secondary optimization. In problems of optimization of operational organizational management by

Алгоритм вторичной оптимизации. В задачах оптимизации оперативно-организационного управления методом динамического программирования выбор оптимальной стратегии представляет собой многошаговый процесс принятия решений, в котором число шагов определяется числом конфликтных ситуаций на выбранном интервале планирования, представляющем собой узел дерева возможных стратегий управления, в котором сходятся все локальные траектории. Наличие локальных стратегий, сходящихся в узел дерева, объясняется возможностью избежать конфликтную ситуацию не только форсированием и задержкой периодов, непосредственно образующих конфликт, но и периодов, предшествующих конфликтным. Число стратегий, подлежащих исследованию после минимизации локальных траекторий, можно еще более сократить, если учесть их влияние на последующие конфликтные ситуации. Каждая из стратегий первого шага планирования приводит к некоторым определяющим условиям последующих шагов. Если две или несколько стратегий первого шага приводят к одним и тем же определяющим условиям оставшихся шагов планирования, то они оказывают на дальнейший ход процесса одинаковое влияние, и из них можно выбрать одну, соответствующую минимуму целевой функции от реализации первого шага планирования.

Заключение. Для каждого типа объемно-блочных изделий необходимо разработать техническое задание на формируемую систему производства, определив объект внедрения ее головного и экспериментального образцов. Для этого необходимо назначать экспертов – руководителей данных работ: начальника цеха и технолога. Работы должны проходить по долговременному календарному графику с поэтапным вводом подсистем в эксплуатацию. Созданный и освоенный персоналом вариант оперативно-организационного управления цехом по изготовлению объемно-блочных изделий позволит обеспечить минимизацию суммарной «стоимости» отклонения плана производства от заданного, при которой число шагов определяется количеством конфликтных ситуаций.

Ключевые слова: автоматизированная система, блок-схема, декомпозиция, оптимизация, объемно-блочные изделия, целевая функция, критерий оценивания, объекты строительства, эксперт.

В автоматизированных системах управления цехом производства объемно-блочных конструкций функции оперативно-организационного управления осуществляются соответствующими должностными лицами. Тем не менее, часто возникают задачи, требующие вторичной оптимизации (переход от условного к безусловному управлению), что относится к классу экстремальных задач комбинаторного типа. Трудности решения таких задач определяются, в основном, сложностью их формализации в классе известных математических моделей динамического программирования, необходимостью правильно учитывать особенности конкретных строительных компаний, занимающихся производством объемно-блочных изделий и последующим монтажом зданий и сооружений.

method of dynamic programming the choice of optimum strategy represents multistep decision making process in which the number of steps is defined by number of conflict situations on the chosen planning interval representing knot of tree of possible strategy of management in which all meet local trajectories. Availability of the local strategy meeting in tree knot is explained by opportunity to avoid conflict situation not only forcing and delay of the periods which are directly forming the conflict but also the periods preceding conflict. It is possible to reduce number of the strategy, which are subject to research after minimization of local trajectories even more if to consider their influence on the subsequent conflict situations. Each of the strategy of the first step of planning leads to some defining conditions of the subsequent steps. If two or several strategy of the first step lead to the same defining conditions of the remained planning steps, then they have identical impact on the further course of process, and of them it is possible to choose one, corresponding to minimum of target function from realization of the first step of planning.

Conclusion. It is necessary to develop technical specifications on the formed production system for each type of volume and block products, having defined subject to introduction of its head and experimental it is model. For this purpose, it is necessary to appoint experts – heads of these works: shop manager and technologist. Works have to take place according to the long-term schedule with stage-by-stage input of subsystems in operation. The option of operational organizational management by the shop created and mastered by personnel on production of volume and block products will allow to provide minimization of total «cost» of rejection of the production schedule from set at which the number of steps is defined by quantity of conflict situations.

Keywords: automated system, flowchart, decomposition, optimization, volume and block products, target function, criterion of estimation, construction objects, expert.

Основным подходом к решению проблем вторичной оптимизации оперативно и организационного управления в автоматизированных цехах производства объемно-блочных изделий следует считать декомпозицию общей функции управления на ряд независимых, или связанных параметрических, [1] подзадач. Диссоциация таких задач практически связана с распределением областей автономного контроля, в которых сетевой график работы основан на задачах выполнения только основных технологических операций до заданного времени. Помимо этих автономно контролируемых областей, связанных с основным оборудованием (производственные зоны, станки ЧПУ, где выполняется большинство работ, части основного технологического процесса), календарный график работ

влияет на комплексные показатели эффективности работы всего цеха. Если размер задачи оптимизации управления слишком высок, необходимо провести ее разбиение на несколько независимых областей. При этом возможен только один вариант оптимального контроля производственного процесса, обеспечивающий заданную эффективность управления со стороны должностных лиц.

Математические методы, используемые для вторичной оптимизации оперативного и организационного управления строительного производства, основаны на моделировании основных технологических процессов, прогнозировании графика работы бригад и принятии наилучших решений для корректировки результирующей программы. В рассматриваемой задаче целесообразно применение метода динамического программирования для принятия эффективных организационно-управленческих решений по результатам расчета и используемым вычислительным инструментам [2].

Пусть на предприятии по производству объемно-блочных изделий выделено l основных технологических процессов, разделенных на n_i периодов ($i=1, 2, \dots, l$). Известны оптимальные длительности τ_{ij} каждого j -го периода любого i -го процесса, возможные пределы задержек и ускорения $\tau_{i,j}^{\bar{z}}$ и $\tau_{i,j}^{\bar{\phi}}$, а также целевые функции $\phi(\tau_{i,j}^{\bar{z}})$ и $\chi(\tau_{i,j}^{\bar{\phi}})$ – составляющие критерия вторичной оптимизации, выражающие затраты от задержек и ускорения соответствующих периодов выполнения технологических операций [3].

Сформируем целевые функции так, что $\phi(0)=0$ и $\chi(0)=0$ для всех i, j . Это значит, что идеальным планом работы будет тот, который обеспечивает выполнение каждого периода за время τ_{ij} .

Введем систему ограничений:

$$J_p \leq h_q, p=1,2,\dots; q=1,2,\dots, \quad (1)$$

которые означают, что число одновременно выполняемых операций, помеченных индексом p , не превышает заданное число h_q .

Это требование обусловлено наличием на предприятии ограниченного числа ресурсов для проведения каждого технологического процесса [4]. С учетом ограничений (1) поставим задачу минимизации суммарной «стоимости» отклонения плана от заданного (со временем τ_{ij}):

$$E = \sum_i \sum_j (\chi_{i,j} + \phi_{i,j}) \rightarrow \min \quad (2)$$

В задачах оптимизации оперативно-организационного управления методом динамического программирования выбор оптимальной стратегии представляет собой N -шаговый процесс принятия решений, в котором число шагов определяется числом конфликтных ситуаций на выбранном интервале планирования [5].

Конфликтной ситуацией будем называть такую, когда ограничения (1) не выполняются.

Начиная с текущего момента времени t_0 , построим график вероятного выполнения технологических операций, откладывая по оси времени значения τ_{ij} , и определим на этом графике число N конфликтных ситуаций, каждая из которых характеризуется моментом начала $t^0(c_k)$, продолжительностью $\tau(c_k)$, числом процессов, «участвующих в конфликте» J , и допустимым числом периодов h_q , при одновременном совпадении которых конфликтная ситуация не возникает. Момент начала и продолжительность k -й конфликтной ситуации назовем определяющими условиями k -го шага планирования:

$$c_k = \{t^0(c_k), \tau(c_k)\} \quad (k=1, \dots, N). \quad (3)$$

Зададимся интервалом дискретности Δ и получим для каждой конфликтной ситуации $v(k)$ точек выбора оптимальной стратегии. Каждая такая точка является узлом дерева возможных стратегий управления, в которой сходятся $\mu_{k,v}$ локальных траекторий. Наличие локальных стратегий, сходящихся в узел дерева, объясняется возможностью избежать конфликтную ситуацию не только форсированием и задержкой периодов, непосредственно образующих конфликт, но и периодов, предшествующих конфликтным.

Для всех $v(1)$ точек первого шага планирования после рассмотрения локальных стратегий [6] получим $L(1)$ возможных стратегий управления с целевыми функциями $G_{1,v}$:

$$G_{1,v} = \min_{c_2} [\sum_{\lambda} \sum_j (\chi_{\lambda,j}(\tau_{\lambda,j}^{\bar{\phi}}) + \sum_r \sum_j (\chi_{r,j}(\tau_{r,j}^{\bar{z}}))] = \min_{c_2} g_{1,v} \quad (4)$$

Индексами g в уравнении (4) обозначены номера технологических процессов, где осуществляется задержка периодов, а индексами λ – их ускорение.

Количество стратегий, которые будут обнаружены после минимизации локальных задач, может быть дополнительно уменьшено, учитывая их влияние на более поздние конфликтные ситуации. Каждая из стратегий планирования первого шага приводит к некоторым определяющим условиям последующих шагов.

Если две или более стратегии первого шага приводят к тем же определяющим условиям оставшихся шагов планирования, они оказывают одинаковое влияние на ход процесса, и из реализации первого шага планирования можно выбрать тот, который соответствует минимальному значению целевой функции [7]. Минимизация определяющих условий на первом этапе планирования \min_{c_2} поможет сократить число стратегий первого шага до некоторого числа $L(1)$ – тогда получим:

$$f_{1,v} = \min_{c_2} G_{1,v} = \min_{c_2} \min_{\mu_{1,v}} g_{1,v}, s=1, \dots, L(1) \quad (5)$$

где $f_{1,s}$ – целевая функция от реализации s -й стратегии первого шага после двукратной минимизации. При второй минимизации рассматриваются все стратегии от 1-й до $L(1)$ -й.

Распространяя методику анализа первого шага на все последующие шаги планирования, в соответствии с принципом оптимального метода динамического программирования [1], получим рекуррентные зависимости для вычисления оптимальной стратегии:

$$f_N = \min_{\mu_{N,v}} (g_{N,v} + \min_{c_N} \min_{\mu_{N-1,v}} (g_{N-1,v} + \dots + \min_{c_2} \min_{\mu_{1,v}} g_{1,v} \dots)) \quad (6)$$

Блок-схема алгоритма [8] вторичной оптимизации оперативно-организационного управления приведена на рис. 1.

Перед каждым циклом расчета оптимального плана на выбранном интервале планирования в вычислительную систему вводятся исходные данные (моменты начала текущих периодов технологических процессов, значения τ_j для любого i, j , целевые функции, ресурсы предприятия h_q , значения $\tau_{i,j}^z$ и $\tau_{i,j}^p$).

Процесс принятия условно-оптимальных решений начинается с определения ограничений (1) в блоке моделирования. После этого условие 1 позволяет перейти в блок поиска конфликтных ситуаций, где проверяется истинность ограничений (1), созданных на всем интервале синхронизации, и ищутся конфликтные ситуации. Блок разрешения конфликтов определяет все параметры этих состояний. После этого

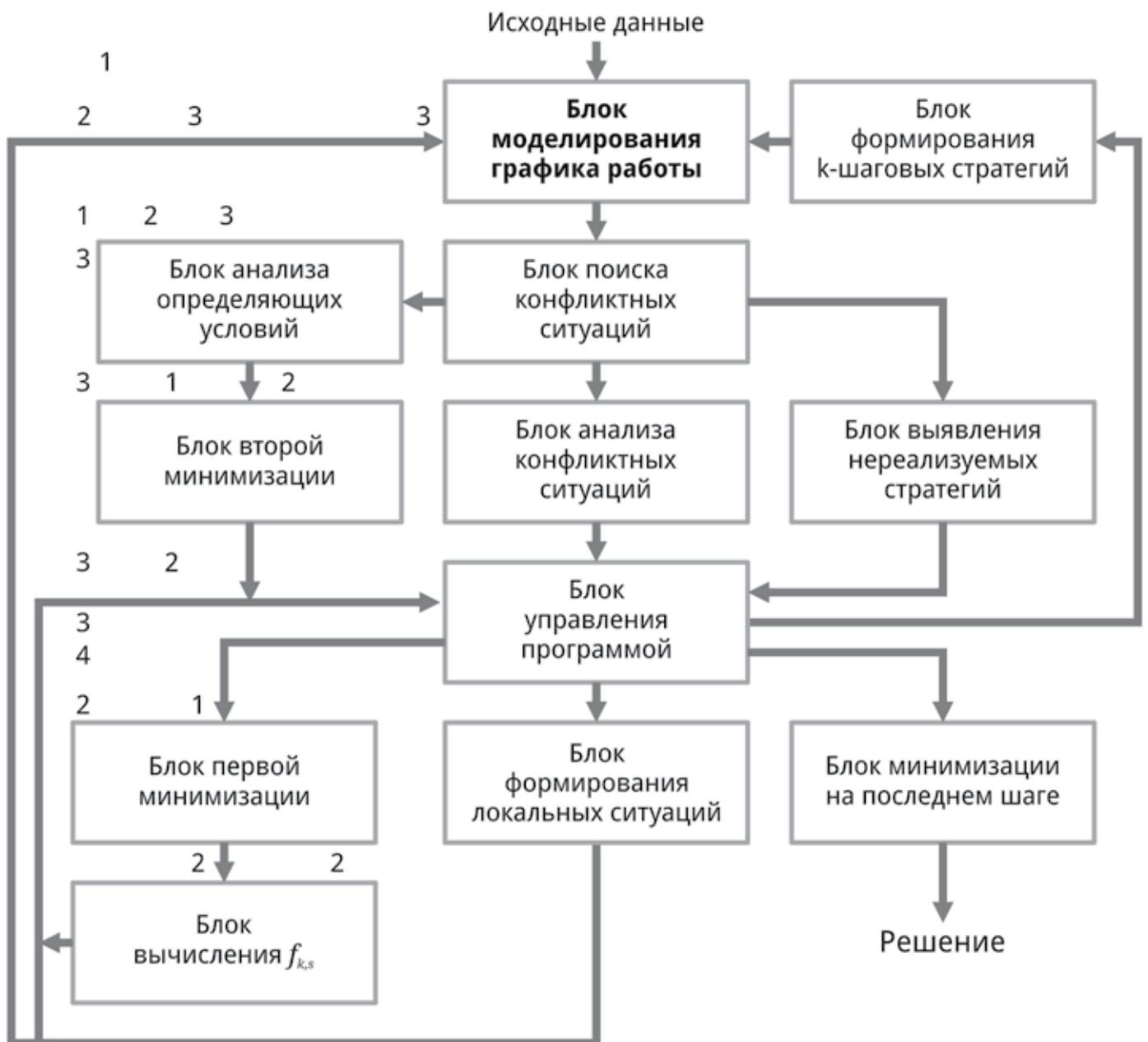


Рис. 1. Блок-схема алгоритма вторичной оптимизации оперативно-организационного управления
Fig. 1. Flowchart of algorithm of secondary optimization of operational organizational management

блок управления программой отправляет решение в локальный блок разработки стратегии для анализа первой конфликтной ситуации по стрелке 1.

Каждая из локальных стратегий должна быть протестирована на условие применимости. Стратегия может быть нереалистичной в устранении k -го конфликта; принуждение и задержка предыдущих периодов, новая конфликтная ситуация возникают во время, предшествующее k -му конфликту. Затем необходимо устранить конфликтную ситуацию, ускоряя и задерживая периоды «прямого участия в конфликте».

Чтобы определить стратегии [9], которые не могут быть выполнены по стрелке 2, процесс решения из локального блока построения переводится в блок моделирования календарного рабочего графика, который формирует ход процессов, начиная от времени планирования и заканчивая определенным отрезком конфликта, и учитывает контроль над реализацией локальных стратегий. Если в течение этого времени контролируются и выявляются конфликтные ситуации, блок обнаружения нереализованных стратегий выбирает только те технологические периоды, которые составляют эту конфликтную ситуацию. После этого процесс по стрелке 2 через блок управления программы переносится на первый блок минимизации, где текущая локальная стратегия сравнивается с предыдущей и где она соответствует минимуму целевых функций. Если анализируются все локальные стратегии на текущем этапе планирования для определенной точки ветвления, то вычислительный блок $f_{k,s}$ определяет целевые функции тех шагов, срок действия которых истек, с учетом наилучшей стратегии локально на текущем шаге. После этого активируется блок управления программой, который получает команду «переход по стрелке 3».

Когда для рассматриваемого k -го шага будет проведен перебор всех возможных переменных, то программа по стрелке 3 производит формирование локально-оптимальных стратегий с моделированием календарного графика производства работ. Блоком поиска конфликтных ситуаций определяются все возможные варианты от $(k+1)$ -го до N -го. Затем в блоке анализа определяющих условий осуществляется разбиение всех k -шаговых стратегий на группы с одинаковыми определяющими условиями оставшихся шагов планирования, а в блоке второй минимизации из каждой группы k -шаговых стратегий выбирается единственная, обеспечивающая минимум целевых функций за все k шагов принятия решений.

Далее по стрелке 4 производится оценка результативности текущей и предыдущей стратегий по критерию минимизации на каждом N -м шаге для выбора наиболее эффективной.

При решении рассмотренной задачи вторичной оптимизации оперативно-организацион-

ного управления в системах производства объемно-блочных изделий предполагалось, что целевые функции $\varphi(\tau_{ij}^p)$ и $\chi(\tau_{ij}^p)$ являются нелинейными. Если их можно линеаризовать, то алгоритм существенно упростится. Кроме того, вариации целевых функций позволяют решать задачи управления в различных постановках.

Например, положив $\tau_{i,j}^p = 0$, $\chi(\tau_{i,j}^p) = \infty$ и $\varphi(\tau_{i,j}^p) = t$, придем к задаче минимизации организационных задержек.

Слабая изменчивость функций систем управления автоматизированными цехами обеспечивает равномерный системный подход к поиску общих методологических и организационных путей решения проблемы. С системным подходом семинар считается единой системой со всем разнообразием и сложностью доступных соединений. Такой подход определяет целый комплекс требований к элементу «человек», к управлению со стороны человека в системе типа «человек–машина».

В общей системе цехов необходимо полностью учитывать роль человека в использовании автоматизированных технологических, или агрегатных, методов управления и использовании автоматических элементов управления. Некоторые примеры «неудачи» новой техники управления связаны с устранением результатов хорошо выполненных долгосрочных автоматизированных исследований управления, которые могут иметь значительный экономический эффект, – роль человека в этих системах явно недостаточна. Систематическое обращение со складом как экономической единицей учитывает не только управление операционными активами, но и управление основными активами.

В то же время цели управления и все виды цехов для обоих компонентов – как экономических, так и производственных сил – определяются как единые для обеспечения максимального производства продукции и максимальной эффективности работы. Для критерия управления для всех цехов берется прибыль, которая учитывает все цели управления. Следует отметить, что себестоимость не полностью учитывает цель обеспечения максимального производства продукта, а индекс рентабельности отражает то, что он по существу совпадает с прибылью из-за неизменности основных средств под управлением бизнеса. Критерий прибыли в целостных терминах не может применяться к отдельным подсистемам или их функциональным группам.

Выходные параметры подсистем содержат только часть величин, включенных в критерий. Однако дедукция позволяет устанавливать такие конкретные критерии контроля для каждой подсистемы, которая максимизирует общий критерий. Интеграция систем управления с системами цеха по производству объемно-блочных изделий на основе полного набора функций позволяет разрабатывать общие методологиче-

ские основы для создания математических моделей и алгоритмов, определения структуры системы, организации и планирования процесса разработки и реализации.

Для успешного решения проблем разработки систем автоматизированного управления цехом прежде всего необходима достаточно широкая ее популяризация. Необходимо также определить перечень основных производств в промышленности для освоения их системами, оценить общий объем работ, возможности и этапность их осуществления.

Заключение

Для каждого типа объемно-блочных изделий необходимо разработать техническое задание

на формируемую систему производства, определив объект внедрения ее головного и экспериментального образцов. Для этого необходимо назначать экспертов – руководителей данных работ: начальника цеха и технолога. Работы должны проходить по долговременному календарному графику с поэтапным вводом подсистем в эксплуатацию. Созданный и освоенный персоналом вариант оперативно-организационного управления цехом по изготовлению объемно-блочных изделий позволит обеспечить минимизацию суммарной «стоимости» отклонения плана производства от заданного, при которой число шагов определяется количеством конфликтных ситуаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беллман Р. Динамическое программирование / Р. Беллман. – Москва : Изд-во иностр. лит., 1960. – 364 с.
2. Нехай, Р. Г. Модель выбора рационального варианта технологического процесса строительного производства / Р. Г. Нехай, А. Л. Маилян // Экономика и менеджмент систем управления. – 2015. – № 3.1 (17). – С. 59–65.
3. Строганова Я. С. Разработка моделей для формирования оптимального расписания строительно-монтажных работ / Я. С. Строганова, С. А. Баркалов, А. Л. Маилян // Экономика и менеджмент систем управления. – Воронеж : Научная книга, 2015. – № 4.3 (18). – С. 300–306.
4. Сальников Л. А. Метод линейного программирования для задачи оптимального инвестирования денежных средств / Л. А. Сальников, И. И. Андреянова, С. И. Моисеев // Современные сложные системы управления : сборник статей по материалам конференции. – Воронеж : Воронежский ГАСУ, 2013. – С. 280–283.
5. Баркалов С. А. Алгоритм расчета временных параметров графа и прогнозирование срока завершения моделируемого процесса / С. А. Баркалов, Нгуен Ван Жанг, Нгуен Тхань Жанг // Системы управления и информационные технологии. – 2013. – № 3.1 (53). – С. 116–119.
6. Зильберов Р. Д. Формирование портфеля заказов объектного строительства с учетом рисков / Р. Д. Зильберов, Э. Ю. Околелова, Хонг Чонг Тоан // Экономика и менеджмент систем управления. – 2014. – № 1.1 (11). – С. 156–161.
7. Mager V. E. Information Analysis and Synthesis of Organizational Structure of the Unique project / V. E. Mager, E. N. Desyatirikova, V. E. Belousov, O. V. Horoshilova, O. A. Kavyrshina // Proceedings of the 2018 IEEE Conference «Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies» (IT&QM&IS 2018), September, 24-28 2018 / Saint Petersburg Electrotechnical University «LETI» (SPbETU). – Saint Petersburg, 2018. – P. 128–131.
8. Кончаков С. А. Алгоритм для анализа вариантов решений в многокритериальных задачах / С. А. Кончаков, П. Ю. Аксёненко, В. Е. Белоусов // Экономика и менеджмент систем управления. – 2015. – № 3.1 (17). – С. 45–54.
9. Бурков В. Н. Задача разработки календарных планов по критерию упущенной выгоды / В. Н. Бурков, В. Н. Бондарик, Нгуен Хоан Тынг, А. А. Селезнёв // Системы управления и информационные технологии. – Москва–Воронеж : Научная книга, 2013. – №3 (53). – С. 32–36.

REFERENCES

1. Bellman R. Dinamicheskoe programmirovaniye [Dynamic programming] / R. Bellman. – Moscow : Izdatel'stvo inostrannoy literatury [Foreign literature publishing house], 1960. – 364 p.
2. Nekhaj R. G. Model' vybora ratsional'nogo varianta tekhnologicheskogo protsessa stroitel'nogo proizvodstva [Model of choosing a rational variant of the technological process of construction production] / R. G. Nekhay, A. L. Mailyan // Ehkonomika i menedzhment sistem upravleniya [Economics and management of management systems]. – 2015. – № 3.1 (17). – P. 59–65.
3. Stroganova Ya. S. Razrabotka modelej dlya formirovaniya optimal'nogo raspisaniya stroitel'no-montazhnykh rabot [Development of models for forming the optimum schedule of installation and construction works] / Ya. S. Strogonova, S. A. Barkalov, A. L. Mailyan // Ehkonomika i menedzhment sistem upravleniya [Economics and management of management systems]. – Voronezh : Nauchnaya kniga, 2015. – № 4.3 (18). – P. 300–306.
4. Sal'nikov L. A. Metod linejnogo programmirovaniya dlya zadachi optimal'nogo investirovaniya denezhnykh sredstv [Method of linear programming for the problem of optimal investment of money] / L. A. Sal'nikov, I. I. Andreyanova, S. I. Moiseev // Sovremennye slozhnye sistemy upravleniya [Modern complex management systems] : sbornik statej po materialam konferentsii : [collection of articles based on the conference materials]. – Voronezh : Voronezh GASU. – 2013. – P. 280–283.
5. Barkalov S. A. Algoritm rascheta vremennykh parametrov grafa i prognozirovaniye sroka zaversheniya modeliruемого protsessa [Algorithm for calculating time parameters of the graph and forecasting the completion date of the modeled process] / S. A. Barkalov, Nguen Van Zhang, Nguen Tkhan' Zhang // Sistemy upravleniya i informatsionnye tekhnologii [Management systems and information technologies]. – 2013. – № 3.1 (53). – P. 116–119.
6. Zil'berov R. D. Formirovaniye portfelya zakazov ob'ektnogo stroitel'stva s uchetom riskov [Formation of a portfolio of orders of object construction taking into account risks] / R. D. Zil'berov, Eh. Yu. Okolelova, Khong Chong Toan // Ehkonomika i menedzhment sistem upravleniya [Economy and management of management systems]. – 2014. – № 1.1 (11). – P. 156–161.
7. Mager V. E. Information Analysis and Synthesis of Organizational Structure of the Unique project / V. E. Mager, E. N. Desyatirikova, V. E. Belousov, O. V. Horoshilova, O. A. Kavyrshina // Proceedings of the 2018 IEEE Conference «Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies» (IT&QM&IS 2018), September, 24-28 2018 / Saint Petersburg Electrotechnical University «LETI» (SPbETU). – Saint Petersburg, 2018. – P. 128–131.

8. Konchakov S. A. Algoritm dlya analiza variantov reshenij v mnogokriterial'nykh zadachakh [Algorithm for analyzing solution options in multi-criteria problems] / S. A. Konchakov, P. Yu. Aksyonenko, V. E. Belousov // *Ehkonomika i menedzhment sistem upravleniya* [Economics and management of management systems]. – 2015. – № 3.1 (17). – P. 45–54.
9. Burkov V. N. Zadacha razrabotki kalendar'nykh planov po kriteriyu upushhennoj vygody [The task of developing calendar plans for the criterion of lost profit] / V. N. Burkov, V. N. Bondarik, Nguen Khoan Tyng, A. A. Seleznyov // *Sistemy upravleniya i informatsionnye tekhnologii* [Management systems and information technologies]. – Moscow–Voronezh : Nauchnaya kniga, 2013. – № 3 (53). – P. 32–36.

НОВОСТЬ

Подкомитеты ТК 465 вносят предложения по вводу в нормативную базу практики строительства быстровозводимых зданий и сооружений

Эксперты ПК 3 «Строительство. Основные положения нормирования», ПК 10 «Жилые, общественные и производственные здания и сооружения» и ПК 11 «Проектирование и строительство транспортных сооружений» в ускоренном режиме готовят предложения по совершенствованию технического регулирования в строительстве для обеспечения устойчивого развития отрасли и преодоления экономических последствий от распространения новой коронавирусной инфекции.

Онлайн-совещание с руководящим составом и членами трех подкомитетов ТК 465 «Строительство» провел заместитель министра строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, председатель ТК 465 Дмитрий Волков.

Замминистра обратил внимание на проводимую Минстроем работу по поддержке отрасли, совершенствованию технического регулирования и оптимизации «Перечня 1521».

Отдельно Дмитрий Волков акцентировал внимание на необходимости разработки или внесении изменений в нормативно-правовые акты и документы по стандартизации на быстровозводимые здания и сооружения с учетом опыта строительства министерства обороны Российской Федерации.

«Научное сообщество имеет богатый опыт строительства быстровозводимых модульных зданий и сооружений», – отметил директор НИИЭМ НИУ МГСУ, руководитель ПК 3 «Строительство. Основные положения нормирования» Сергей Завалишин в ходе доклада «Разработка строительных правил о временных быстровозводимых модульных конструкциях». «Опыт строительства быстровозводимых модульных конструкций существует около 40 лет. НИУ МГСУ готов разработать техническое задание по подготовке и разработке необходимой нормативно-технической документации для производства и строительства данного вида зданий», – сказал он.

Заместитель генерального директора – научный руководитель АО «ЦНИИПромзданий», руководитель ПК 10 «Жилые, общественные и производственные здания и сооружения», д. т. н., профессор, заслуженный строитель РФ Виктор Гранев в своем выступлении подчеркнул, что институт «ЦНИИПромзданий» является разработчиком методических документов по быстровозводимым зданиям и готов продолжить работу в этом направлении.

В качестве мер по преодолению последствий новой коронавирусной инфекции, которые можно включить в существующие нормативные документы, Виктор Гранев назвал проработку требований по разделению потоков людей в зданиях и сооружениях, установление общественных пространств для бесконтактной передачи продуктов, одежды, документов и прочих мер, связанных с ограничением контактов.

Заместитель директора по науке ЗАО «ПРОМ-ТРАНСНИИПРОЕКТ», руководитель ПК 11 «Проектирование и строительство транспортных сооружений», д. т. н. Людмила Андреева отметила, что в транспортном строительстве в качестве возможных мер по устранению последствий коронавирусной инфекции необходимо проработать вопрос о разделении пассажиропотоков за счет использования малой авиации, учитывая эти меры при разработке сводов правил по проектированию аэропортов для малой авиации, а также вопрос расширения применения информационных технологий в транспортном строительстве и внедрения электронного документооборота на этапах экспертизы разрабатываемых нормативно-технических документов.

Подводя итог совещания, Дмитрий Волков обозначил задачи, которые подкомитеты ПК 3, ПК 10 и ПК 11 должны проработать совместно с подведомственным учреждением Минстроя России – ФАУ «ФЦС». Руководителям ПК 3, ПК 10, ПК 11 также поручено представить предложения по актуализации «Перечня 1521».

Источник: сайт Минстроя России <https://minstroyrf.gov.ru>

УДК 504.75.05

Роль и место экологического контроля в градостроительной деятельности

The Role and Place of Environmental Control in Urban Development

Ипполитов Дмитрий Евгеньевич

Отдел санитарно-экологического и радиационного контроля, государственное бюджетное учреждение города Москвы «Центр экспертиз, исследований и испытаний в строительстве», 109052, Россия, Москва, Рязанский проспект, 13, d.ippolitov@inbox.ru

Ippolitov Dmitrij Evgen'evich

Department of Sanitary and Ecological and Radiation Control, State Budgetary Institution of the City of Moscow «Center for Expertise, Research and Testing in Construction», 109052, Russia, Moscow, Ryazansky prospect, 13, d.ippolitov@inbox.ru

Топчий Дмитрий Владимирович

Кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), 129337, Москва, Ярославское шоссе, 26

Topchij Dmitrij Vladimirovich

Ph.D. Technical Sciences, Associate Professor of Federal State Budget Educational Institution of Higher Educational «National Research Moscow State University of Civil Engineering» (NRU MGSU), 129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoye shosse, 26

Аннотация

Введение. Мировое сообщество с каждым годом проявляет все большую заинтересованность в охране окружающей среды, обеспечении устойчивого развития стран и регионов, защите интересов будущих поколений. В современных условиях общественного развития среди приоритетов национальных интересов особенно выделяется обеспечение экологически и техногенно безопасных условий жизнедеятельности граждан и общества, сохранение и восстановление окружающей среды. В данном контексте особую актуальность приобретают вопросы реализации экологического контроля в градостроительной деятельности, а также четкой идентификации его места и роли, что и составляет целевую направленность проводимого исследования.

Материалы и методы. Методической основой исследования являются положения экономической теории, экономики природопользования и охраны окружающей среды, современные концепции устойчивого развития, научный потенциал отечественных и зарубежных ученых по вопросам осуществления экологического контроля.

Результаты. Проведенный анализ позволил рассмотреть место экологического контроля в градостроительной деятельности через призму институционального и процессного подхода. Это дало возможность установить, что экологический контроль является одним из важнейших элементов национальной экологической политики,

Abstract

Introduction. Every year the world community shows an increasing interest in protecting the environment, ensuring the sustainable development of countries and regions, protecting the interests of future generations. In modern conditions of social development, among the priorities of national interests, the provision of environmentally and technologically safe living conditions for citizens and society, and the preservation and restoration of the environment are especially notable. In this context, the implementation of environmental control in urban development, as well as the clear identification of the place and role, which is the target direction of the study, are of particular relevance.

Materials and methods. The methodological basis of the study is the provisions of economic theory, environmental economics and environmental protection, modern concepts of sustainable development, the scientific potential of domestic and foreign scientists on the assessment of environmental and economic damage.

Results. The analysis made it possible to consider the place of environmental control in urban development through the prism of an institutional and process approach. This made it possible to establish that environmental control is one of the most important elements of national environmental policy, implemented by the relevant state bodies, which can apply state coercive measures in cases provided for by law. Particular emphasis is placed on the fact that the role of

он реализуется соответствующими государственными органами, которые могут применять в предусмотренных законом случаях меры государственного принуждения. Отдельный акцент сделан на том, что роль экологического контроля в наибольшей степени проявляется посредством выполняемых им функций, предусматривающих принятие ряда технических, организационных, экономических и социальных решений, которые позволяют сделать вывод о соответствии проводимых строительных работ требованиям экологического законодательства. С практической точки зрения роль и значение экологического контроля рассмотрены на примере проекта строительства новых линий метрополитена в г. Казани.

Выводы. Основополагающая роль экологического контроля заключается в уменьшении негативного влияния результатов градостроительной деятельности на городскую окружающую среду и в улучшении экологической ситуации на определенной территории.

Ключевые слова: экологический контроль, строительство, оценка, охрана окружающей среды, надзорные органы, природа, политика, экономика.

Введение

Строительная отрасль является одной из основных отраслей народно-хозяйственного комплекса, от уровня ее развития зависят многие сектора и индустрии. При этом следует отметить, что функционирование строительной отрасли тесно связано с загрязнением окружающей среды и использованием природных ресурсов [1]. Указанные обстоятельства свидетельствуют о том, что рациональное сочетание экономических и экологических составляющих при разработке и принятии решений, связанных с градостроительной деятельностью, приобретает особое значение. В свою очередь, проектировщики зданий, производители строительных материалов, пользователи и владельцы домов, а также другие лица, участвующие в производственном цикле строительства, все чаще нуждаются в информации, которая позволит им принимать решения относительно проблем, связанных с влиянием зданий и строительных работ на окружающую среду [2].

Все это требует соответствующего развития институционального потенциала природоохранной деятельности и создания эффективных инструментов экологической политики в процессе формирования материально-пространственной среды жизнедеятельности человека в поселениях и районах расселения. Обозначенные инструменты предусматривают следующие задачи: усовершенствование национальной системы управления окружающей средой; укрепление институциональной способности системы эффективного контроля и надзора за экологическими нормами; гармонизацию национального законодательства об охране окружающей среды с нормами международного права; совершенствование экономического и финансового механизмов реализации национальной

environmental control is manifested to the greatest extent through the functions it performs, which envisage the adoption of a number of technical, organizational, economic and social decisions that allow us to conclude that the work presented complies with the requirements of environmental legislation. From a practical point of view, the role and importance of environmental control is considered on the example of a project for the construction of new metro lines in Kazan.

Findings. The place and role of environmental control is to reduce the negative impact of the results of urban development activities on the urban environment and improve the environmental situation.

Keywords: environmental control, construction, assessment, environmental protection, regulatory authorities, nature, politics, economics.

экологической политики; научное обоснование национальной экологической политики, которая направлена на осуществление перехода к принципам устойчивого развития и т. д.

Одним из эффективных методов, позволяющим реализовать вышеуказанные направления, является создание системы экологического контроля в градостроительной деятельности.

Таким образом, необходимость экологической оценки состояния городской окружающей среды, которая обусловлена требованиями обеспечения соответствия уровней воздействия проектируемого объекта градостроительным, санитарно-гигиеническим и экологическим правилам, предопределяет выбор темы данной статьи, а также подтверждает ее актуальность, практическую и научную значимость.

Материалы и методы

Использовались положения экономической теории, экономики природопользования и охраны окружающей среды, современные концепции устойчивого развития, научный потенциал отечественных и зарубежных ученых по вопросам осуществления экологического контроля. В процессе исследования использовались методы научного познания, сравнительного анализа, индукции, дедукции, исторический подход, прогнозирование.

Проблемам эколого-экономической оценки воздействия на окружающую среду отдельных отраслей экономики посвящены работы М. Ю. Шкорко, К. С. Козловой, Е. А. Журовича, Г. В. Алексеева [3], Zhansheng Zhang, Jianhua Ping [4], Andrea Di Maria [5], Yunyan Li, [6], Е. С. Кузиной [7]. Авторы в своих работах отмечают, что в развивающихся странах антропогенная и техногенная нагрузка на окружающую среду в несколько раз превышает соответствующие показатели в развитых странах мира. Однако ученые

не уделяют должного внимания нормативно-правовому регулированию вопросов экологической оценки и экологического контроля, которые могли бы значительно улучшить ситуацию.

В свою очередь, государственный контроль и надзор в области охраны окружающей среды является предметом научных исследований таких известных отечественных и зарубежных авторов, как Е. О. Личманюк, Д. А. Храмов, Д. Е. Кузьмин [8], О. А. Притужалова, К. С. Радченко [9], Mark Cleveland [10], Kyle A. Palmer [11], Anthony Williams [12]. Несмотря на весомые результаты научных поисков указанных выше ученых, теоретико-методологические основы экологического контроля требуют глубокого изучения и совершенствования. Дискуссионным остается вопрос уточнения и развития понятийного аппарата, прежде всего, по раскрытию сущности и содержания экологического контроля. Также до сих пор не определено место экологического контроля в системе экологического права и не выяснена до конца его правовая природа.

Разработками практических и теоретических основ оценки эколого-экономического ущерба в процессе градостроительной деятельности занимались следующие авторы: К. Е. Буянова, Э. М. Гилязитдинова [13], О. В. Давыдова, А. С. Банаева, Ч. Сяоцзюнь [14], Д. В. Топчий, Е. О. Кочурин [15], Spiers Shaun [16], Yang Jianming [17]. В то же время возможности государственного регулирования и надзора, которые должны использоваться при проведении оптимизации деятельности органов экологического контроля, исследованы недостаточно, что приводит к консервации существующих и возникновению новых проблем в управлении охраной окружающей среды в процессе градостроительной деятельности.

Принимая во внимание вышеизложенное, определяем цель статьи как исследование роли и места экологического контроля в градостроительной деятельности.

Объектом исследования является запланированная деятельность проектного уровня, касающаяся строительства трех новых линий метрополитена в г. Казани: Савиновской, Приволжской, Заноксинской.

Результаты

Мировой опыт и практика свидетельствуют о том, что экологический контроль в градостроительной деятельности представляет собой деятельность специально уполномоченных государственных органов по надзору и проверке соответствия природоохранной деятельности подконтрольных субъектов принятым в законодательстве экологическим императивам [18].

Участники градостроительной деятельности должны иметь полную информацию об экологических последствиях планируемой деятельности. Поэтому не подлежит сомнению тот факт, что экологический контроль должен проводиться уже на начальных стадиях проектирования,

начиная со схемы развития территории и эскизного проекта. Достаточно часто экологический контроль осуществляется только на стадии проекта [19]. Это приводит к тому, что не оптимизированный в экологическом отношении проект становится причиной значительного социально-экономического и экологического ущерба.

Место экологического контроля в градостроительной деятельности определяется, прежде всего, тем фактом, что он является обязательным элементом реализации национальной экологической политики, а также прерогативой соответствующих государственных органов, которые могут применять в предусмотренных законом случаях меры государственного принуждения. Указанные уполномоченные органы осуществляют экологический контроль в рамках градостроительной деятельности в процессе строительства, реконструкции и эксплуатации возводимого объекта. Экологический контроль состоит из совокупности действий и мероприятий, каждое из которых имеет определенную цель, ключевые индикаторы и критерии для оценки [20].

Рассматривая особенности и практику проведения экологического контроля в России, необходимо, прежде всего, выделить ряд нормативно-правовых документов, регламентирующих данную деятельность. Итак, это Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ, приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 14 июня 2018 года № 261 «Об утверждении формы отчета об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля», приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 28 февраля 2018 года № 74 «Об утверждении требований к содержанию программы производственного экологического контроля, порядка и сроков представления отчета об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля».

Однако необходимо обратить внимание на тот факт, что, несмотря на сложившуюся нормативно-правовую базу и присоединение страны к ряду международных документов, ратификацию конвенций и соглашений, налаженное сотрудничество с международными институтами в сфере охраны окружающей среды, состояние контроля за соблюдением требований соответствующего законодательства является неудовлетворительным. Очевидным является несоответствие шагов власти современным вызовам в вопросах формирования государственной политики, направленной на осуществление экологического контроля в градостроительной деятельности, обеспечение экологической безопасности страны и экологических прав общества.

Одной из весомых причин такой ситуации стало отсутствие профессиональных экологов, ученых и практиков, а также представителей

природоохранных организаций в отечественном парламенте, правительстве, местных органах власти, в то время как их присутствие является абсолютно нормальной практикой для многих европейских стран. Кроме того, в странах ЕС уже традиционным стало вхождение представителей экосообществ даже в наднациональные органы – Европейский парламент и в Европейскую партию зеленых.

Обсуждение

Аналитическое изучение экспертно-научной литературы, нормативно-правовых актов и практики проведения экологического контроля позволяет прийти к выводу, что в наибольшей степени роль экологического контроля проявляется в его функциях, к основным из которых относятся:

- сбор доказательств того, что проект реконструкции или строительства не нарушает существующее природоохранное законодательство;
- оценка потенциального вредного воздействия на окружающую среду;
- обоснование необходимости проведения конкретных предупредительных мероприятий и (или) мероприятий по снижению уровня загрязнения;
- разработка рекомендаций, касающихся объема работ по охране окружающей среды для каждого этапа реализации строительного проекта;
- статистическое экологическое оценивание на основе имеющейся документации;
- анализ негативного воздействия на окружающую среду, прогнозирование потенциального ущерба и выбор мер по снижению уровня загрязнения окружающей среды.

Таким образом, экологический контроль в градостроительной деятельности включает разнообразные технические, организационные, экономические и социальные решения, которые свидетельствуют о соответствии проводимых работ требованиям экологического законодательства, защиты окружающей среды как важным условиям для гармоничного развития территории, человека и устойчивого развития общества в целом.

Изучим более подробно, каким образом на практике должен реализовываться экологический контроль в градостроительной деятельности и какое значение он имеет для поддержки экологической и социальной ситуации на конкретной территории. Для примера рассмотрим проект расширения метрополитена в г. Казани, согласно которому планируется строительство трех новых линий: Савиновской, Приволжской, Заноксинской.

Продление линии метрополитена планируется на территории, которая частично занята объектами жилой и коммерческой застройки. Отчуждение земельных участков, на которых размещены эти объекты, для нужд проекта при-

ведет к переселению и экономическому перемещению. Экономическое перемещение связано с ограничением возможности использования земель, зданий, сооружений для ведения субъектами экономических отношений предпринимательской деятельности. В рамках экономического перемещения предполагается, например, предоставление арендаторам равноценного земельного участка на замену или выплата денежной компенсации. Мировая практика исходит из того, что заказчик строительных работ и проектов должен возместить:

- 1) экономически перемещенным лицам – потерю активов или возможность доступа к ним;
- 2) владельцам бизнеса, которые подверглись воздействию работ, связанных с проектом:

- стоимость восстановления коммерческой деятельности в другом месте;
- потерю чистого дохода в течение переходного периода;
- расходы, связанные с переносом и повторным обустройством производственных мощностей и оборудования.

Влияние строительства и эксплуатации участка продления метрополитена испытают в общем 45 домов (42 частных жилых дома и 3 многоквартирных дома) с 247 зарегистрированными жителями и несколько коммерческих объектов.

Благодаря экологическому контролю проекта строительства новых линий метро, который проводился по заказу проектного института «Казанский Метрострой» с привлечением отечественных и международных экспертов, были выявлены экологические риски, способные оказать негативное влияние на окружающую среду и требующие постоянного внимания.

В частности, к числу таких рисков относятся:

- 1) на этапе строительства:

- использование асбестосодержащих материалов, что влечет за собой опасность онкологических заболеваний как для строителей, так и для всего персонала, который взаимодействует с этими материалами;
- риск несоблюдения строительными подрядчиками требований по охране окружающей среды, охране труда и технике безопасности, что может привести к ухудшению показателей работы на проектной площадке.

- 2) на этапе эксплуатации:

- потенциальное подтопление вследствие повышения уровня грунтовых вод по причине барражного эффекта от туннелей;
- загрязнение нефтепродуктами с нефтебазы, которые могут попасть в дренажные воды на участке удлинения;
- выемка загрязненной почвы может привести к распространению загрязнения.

Очевидно, что обозначенные риски и угрозы для окружающей среды в Казани определяют необходимость выработки конкретных меро-

приятий и процедур, позволяющих эффективно управлять этими рисками и уменьшать их негативное влияние.

Так, по мнению автора, в рамках текущего экологического контроля должны быть предусмотрены регулярные измерения качества воды в реке Казанка, что позволит установить фоновый уровень загрязнения. Также целесообразно разработать нормативы предельно допустимого сброса загрязняющих веществ для оценки влияния дождевых стоков на экосистему реки Казанка. Кроме того, представляется целесообразным интегрировать требования по экологическому контролю, охране окружающей среды и безопасности труда в процесс выбора подрядчиков. Необходимо убедиться, что подрядные организации имеют собственную политику по экологическому контролю, обученный персонал, а

также используют процедуры и методы безопасной работы и т. д.

Заключение

Подводя итоги, можно сделать следующий вывод: основополагающая роль экологического контроля заключается в уменьшении негативного влияния результатов градостроительной деятельности на городскую окружающую среду и в улучшении экологической ситуации. Кроме того, актуальность необходимости проведения экологического контроля в градостроительной деятельности на всех этапах проектирования объектов заключается в проведении системного и структурного анализа, а также оценки экологических последствий взаимодействия управленческих решений в области нормализации эколого-социального состояния городской среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Болдарев О. Н. Антропогенное воздействие строительных работ на внешнюю среду // Сметно-договорная работа в строительстве. – 2018. – № 8. – С. 2–8.
2. Субботин О. М. Управление инновационным развитием регионального строительства с использованием эколого-ориентированного подхода // Нормирование и оплата труда в строительстве. – 2018. – № 8. – С. 29–36.
3. Шкорко М. Ю., Козлова К. С., Журович Е. А., Алексеев Г. В. Экологический контроль в строительстве // Вестник современных исследований. – 2018. – № 12.10 (27). – С. 426–428.
4. Zhang Zhansheng, Ping Jianhua. Environmental impact assessment with CO2 control of construction project and its application in China // International journal of global energy issues. – 2016. – Vol. 39, № 1/2. – P. 70–88.
5. Di Maria Andrea. Environmental assessment of CO2 mineralisation for sustainable construction materials // International journal of greenhouse gas control. – 2020. – Vol. 93. – P. 13–17.
6. Li Yunyan. Construction and countermeasure discussion on government performance evaluation model of air pollution control: A case study from Beijing–Tianjin–Hebei region // Journal of cleaner production. – 2020. – Vol. 254. – P. 45–52.
7. Кузина Е. С. Организация локального и специального экологического мониторинга строительства и реконструкции зданий и сооружений // Безопасность строительного фонда России. Проблемы и решения. – 2017. – № 1. – С. 213–217.
8. Личманюк Е. О. Экологический контроль в строительстве / Е. О. Личманюк, Д. А. Храмов, Д. Е. Кузьмин // Глобальный научный потенциал. – 2019. – № 10 (103). – С. 159–161.
9. Пritужалова О. А., Радченко К. С. Проблемы проведения производственного экологического контроля в строительных организациях // Строительство и технологическая безопасность. – 2019. – № 14 (66). – С. 145–154.
10. Cleveland M. Helping or hindering: Environmental locus of control, subjective enablers and constraints, and pro-environmental behaviors // Journal of cleaner production. – 2020. – Vol. 249. – P. 102–105.
11. Palmer Kyle A. Built-in Test Design for Fault Detection and Isolation in an Aircraft Environmental Control System / Kyle A. Palmer, William T. Hale, Lu Han, Clas A. Jacobson, George M. Bollas // IFAC-PapersOnLine. – 2016. – Vol. 49, iss. 7. – P. 7–12.
12. The environmental stewardship toolkit. How to build, implement and maintain an environmental plan for grounds and golf courses / Anthony Williams L. – Hoboken, New Jersey : John Wiley & Sons Limited, 2012. – 306 p.

REFERENCES

1. Boldarev O. N. Antropogennoe vozdejstvie stroitel'nykh rabot na vneshnyuyu sredu [Anthropogenic impact of construction work on the environment] // Smetno-dogovornaja rabota v stroitel'stve [Estimate and contract work in construction]. – 2018. – № 8. – P. 2–8.
2. Subbotin O. M. Upravlenie innovatsionnym razvitiem regional'nogo stroitel'stva s ispol'zovaniem ehkologo-orientirovannogo podkhoda [Management of innovative development of regional construction using an environmentally-friendly approach] // Normirovanie i oplata truda v stroitel'stve [Rationing and payment of labor in construction]. – 2018. – № 8. – P. 29–36.
3. Shkorko M. Ju., Kozlova K. S., Zhurovich E. A., Alekseev G. V. Ehkologicheskij kontrol' v stroitel'stve [Environmental control in construction] // Vestnik sovremennykh issledovanij [Bulletin of modern research]. – 2018. – № 12.10 (27). – P. 426–428.
4. Zhang Zhansheng, Ping Jianhua. Environmental impact assessment with CO2 control of construction project and its application in China // International journal of global energy issues. – 2016. – Vol. 39, № 1/2. – P. 70–88.
5. Di Maria Andrea. Environmental assessment of CO2 mineralisation for sustainable construction materials // International journal of greenhouse gas control. – 2020. – Vol. 93. – P. 13–17.
6. Li Yunyan. Construction and countermeasure discussion on government performance evaluation model of air pollution control: A case study from Beijing–Tianjin–Hebei region // Journal of cleaner production. – 2020. – Vol. 254. – P. 45–52.
7. Kuzina E. S. Organizatsiya spetsial'nogo ehkologicheskogo monitoringa stroitel'stva i rekonstruktsii zdaniij i sooruzhenij [Organization of local and special environmental monitoring of the construction and reconstruction of buildings and structures] // Bezopasnost' stroitel'nogo fonda Rossii [Safety of the construction Fund of Russia. Problems and solutions]. – 2017. – № 1. – P. 213–217.
8. Lichmanyuk E. O., Khramov D. A., Kuz'min D. E. Ehkologicheskij kontrol' v stroitel'stve [Environmental control in construction] / E. O. Lichmanyuk, D. A. Khramov, D. E. Kuz'min // Global'nyj nauchnyj potentsial [Global scientific potential]. – 2019. – № 10. – P. 159–161.
9. Prituzhalova O. A., Radchenko K. S. Problemy provedeniya proizvodstvennogo ehkologicheskogo kontrolya v stroitel'nykh organizatsiyakh [Problems of industrial environmental control in construction organizations] // Stroitel'stvo i tekhnogennaya bezopasnost' [Construction and industrial safety]. – 2019. – № 14. – P. 145–154.
10. Cleveland M. Helping or hindering: Environmental locus of control, subjective enablers and constraints, and pro-

13. Буянова К. Е., Гилязитдинова Э. М. Особенности экономической и экологической экспертиз в строительстве // Синергия Наук. – 2019. – № 31. – С. 390–397.
14. Давыдова О. В., Банаева А. С., Сяоцзюнь Ч. Архитектура экологического проектирования: экономика, эстетика, экология // Тенденции развития науки и образования. – 2019. – № 49–5. – С. 18–21.
15. Топчий Д. В., Кочурина Е. О. Экологичное строительство как инструмент для достижения качества строительной продукции // Наука и бизнес: пути развития. – 2018. – № 10. – С. 73–76.
16. Spiers S. How to build houses and save the countryside / S. Spiers. – Bristol, UK ; Chicago, IL : Policy Press, 2018. – 164 p.
17. Yang J. Environmental management in mega construction projects / J. Yang. – Singapore : Springer, 2017. – 329 p.
18. Hong J. An empirical analysis of environmental pollutants on building construction sites for determining the real-time monitoring indices // Building and environment. – 2020. – Vol. 17. – P. 35–41.
19. Carretero-Ayuso Manuel J. Interaction and diagnosis of climatological factors in deficiencies in construction units outside buildings // Journal of building engineering. – 2020. – Vol. 27. – P. 67–74.
20. Исмаилова Ш. В. Экологический контроль в строительстве // Юрисконсульт в строительстве. – 2017. – № 9. – С. 30–34.
- environmental behaviors // Journal of cleaner production. – 2020. – Vol. 249. – P. 102–105.
11. Palmer Kyle A. Built-in Test Design for Fault Detection and Isolation in an Aircraft Environmental Control System / Kyle A. Palmer, William T. Hale, Lu Han, Clas A. Jacobson, George M. Bolas // IFAC-PapersOnLine. – 2016. – Vol. 49, iss. 7. – P. 7–12.
12. The environmental stewardship toolkit. How to build, implement and maintain an environmental plan for grounds and golf courses / Anthony Williams L. – Hoboken, New Jersey : John Wile&Sons Limited, 2012. – 306 p.
13. Buyanova K. E., Gilyazitdinova Eh. M. Osobennosti ehkonomicheskoy i ehkologicheskoy ehkspertiz v stroitel'stve [Features of economic and environmental expertise in construction] // Sinergiya Nauk [Synergy of Sciences]. – 2019. – № 31. – P. 390–397.
14. Davydova O. V., Banaeva A. S., Syaotszyun' Ch. Arkhitektura ehkologicheskogo proektirovaniya: ehkonomika, ehstetika, ehkologiya [Architecture of environmental design: economics, aesthetics, ecology] // Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya [Trends in the development of science and education]. – 2019. – № 49–5. – P. 18–21.
15. Topchij D. V., Kochurina E. O. Ehkologichnoe stroitel'stvo kak instrument dlya dostizheniya kachestva stroitel'noj produktsii [Green building as a tool to achieve the quality of construction products] // Nauka i biznes: puti razvitiya [Science and business: ways of development]. – 2018. – № 10 (88). – P. 73–76.
16. Spiers S. How to build houses and save the countryside / S. Spiers. – Bristol, UK ; Chicago, IL : Policy Press, 2018. – 164 p.
17. Yang J. Environmental management in mega construction projects / J. Yang. – Singapore : Springer, 2017. – 329 p.
18. Hong, J. An empirical analysis of environmental pollutants on building construction sites for determining the real-time monitoring indices // Building and environment. – 2020. – Vol. 17. – P. 35–41.
19. Carretero-Ayuso, Manuel J. Interaction and diagnosis of climatological factors in deficiencies in construction units outside buildings // Journal of building engineering. – 2020. – Vol. 27. – P. 67–74.
20. Ismailova Sh. V. Ehkologicheskij kontrol' v stroitel'stve [Environmental control in construction] // Yuriskonsul't v stroitel'stve [Legal adviser in construction]. – 2017. – № 9. – P. 30–34.

УДК 69.057.51+331.45

О повышении безопасности при проведении строительно-монтажных работ в зданиях

About Improving Safety During Construction and Installation Works in Buildings

Синенко Сергей Анатольевич

**Доктор технических наук, профессор кафедры «Технологии и организация
строительного производства», ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ),
129337, Россия, Москва, Ярославское шоссе, 26, sasin50@gmail.com**

Sinenko Sergej Anatol'evich

Doctor of Technical Sciences, Professor at the Department «Technology and Organization
Construction production», Federal State Budget Educational Institution of Higher Education
«National Research Moscow state university of civil engineering» (NRU MGSU),
129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26, sasin50@gmail.com

Оцоков Камиль Алиевич

**Кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии и организация
строительного производства», ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ),
129337, Россия, Москва, Ярославское шоссе, 26, kamil24@mail.ru**

Otsokov Kamil' Alievich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department «Technology and
Organization Construction Production», Federal State Budget Educational Institution
of Higher Education «National Research Moscow State University of Civil Engineering» (NRU MGSU),
129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26, kamil24@mail.ru

Аннотация

Целью статьи является рассмотрение путей повышения безопасности при проведении строительно-монтажных работ в зданиях на примере г. Махачкалы Республики Дагестан в условиях плотной городской застройки. Учитывая, что объем работ, связанных с реконструкцией и новым строительством объектов в Махачкале, постоянно увеличивается, должны быть предусмотрены определенные меры по охране труда и технике безопасности при проведении работ. Для повышения безопасности при проведении строительно-монтажных работ предлагается применение различных защитных экранов как средств защиты городских объектов, а также дополнительных средств ограничения. Регулирование работы средств защиты основано на использовании электромеханической или электронной системы управления. В настоящее время с ростом объемов монолитного строительства в Махачкале особое внимание обращается на повышение безопасности. В условиях уплотненной городской застройки использование разработанных различных конструкций предохранительных и страховочных экранов и дополнительных средств ограничения на зоны работы кранов повышают безопасность строительно-монтажных работ при строительстве и реконструкции зданий в г. Махачкале.

Abstract

The purpose of the article is to consider ways to improve safety during construction and installation works in buildings on the example of the city of Makhachkala in the Republic of Dagestan in the conditions of dense urban development. Given that the volume of work related to the reconstruction and new construction of facilities in Makhachkala is constantly increasing, certain measures should be provided for labor protection and safety during the work. To improve safety during construction and installation works, it is proposed to use various protective screens as means of protecting urban objects, as well as additional means of restriction. The regulation of protection devices is based on the use of an Electromechanical or electronic control system. Currently, in the city of Makhachkala, with the growth in the volume of monolithic construction, special attention is paid to improving safety. In conditions of dense urban development, the use of various designs of safety and safety screens and additional means of limiting the area of operation of cranes increases the safety of construction and installation work during the construction and reconstruction of buildings in Makhachkala. The choice of a rational set of tools and the order of their application in each particular case are determined depending on the specifics of the work being carried out.

Выбор рационального набора средств и порядок их применения в каждом конкретном случае определяются в зависимости от особенностей проводимых работ.

Ключевые слова: безопасность, дополнительные средства ограничения, строительно-монтажные работы, кран.

Введение

Сфера производства строительных материалов занимает значительную долю в строительном секторе Республики Дагестан. Различные строительные материалы производятся на основе местных ресурсов, которые используются при строительстве объектов. В современных экономических условиях повышение требований к энергосбережению зданий становится актуальным, и поэтому возникает необходимость использования эффективных теплоизоляционных и доступных по цене материалов. Неавтоклавный пенобетон, изготовленный на основе местных ресурсов, является одним из таких материалов [21]. Существует немало технологий, которые позволяют производить пенобетон непосредственно в построечных условиях, что особенно актуально сегодня для Махачкалы как при проведении реконструкции, так и для нового строительства.

Для г. Махачкалы Республики Дагестан в настоящее время актуальны вопросы обеспечения качества и повышения безопасности при строительстве различных зданий и сооружений. Для решения этих проблем необходимо реализовать большое количество мер. В данной статье рассматриваются лишь некоторые вопросы.

Целью данной статьи является определение путей повышения безопасности при проведении строительно-монтажных работ в зданиях в условиях Махачкалы.

При строительстве и реконструкции различных зданий в г. Махачкале, а именно при проведении работ, должны быть предусмотрены определенные мероприятия по охране труда и технике безопасности [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20]. Одной из проблем для Махачкалы является точечное строительство и уплотнение города. В настоящее время объем работ, связанных с реконструкцией и новым строительством объектов, здесь постоянно увеличивается. Отличительной особенностью таких работ является необходимость совмещения производства строительно-монтажных работ и эксплуатации объектов. Граничным условием в этом случае является необходимость обеспечения безопасных условий эксплуатации городских сооружений.

При строительстве в условиях Махачкалы образуются опасные зоны, которые, в соответствии с требованиями СНиП «Охрана труда в строительстве», считаются зонами ограниченного доступа работников и запрещены посторонним лицам. К ним относятся участки возле строя-

Keywords: screen, security, additional means of restriction, construction and installation work, crane.

щихся зданий и в местах, где строительные материалы перемещаются кранами. Размеры этих площадей определяются зоной возможного вылета объектов, контуром здания и площадью, занимаемой подъемным краном. В условиях города Махачкалы, учитывая ограниченную территорию, не всегда возможно расположить их в зоне строительной площадки.

Основная часть

Высокая плотность застройки, характерная для Махачкалы, препятствует развитию площадки. Тогда должно быть временно приостановлено функционирование эксплуатируемых объектов, если они расположены в опасных зонах. В этом случае возникают экономические потери. При проведении строительно-монтажных работ для ограничения зоны работы башенных кранов, сокращения размеров зоны возможного отлета предметов рядом с зданиями в местах перемещения грузов могут вводиться ограничения, такие как использование безопасной технологии кранового монтажа и применение различных средств защиты.

Это связано с решением задач ограничения зоны работы башенных кранов и сокращения размеров зоны возможного отлета предметов рядом со зданиями и в местах перемещения грузов. Для успешного решения указанных проблем была поставлена задача разработать новые средства защиты городских объектов.

Проведенные исследования показали критерии, которые важны при выборе кранового оборудования (рис. 1).

Методы исследования

В соответствии с требованиями СНиП «Безопасность труда в строительстве», необходимо применять дополнительные средства ограничения (ДСО) зоны работы башенных кранов, позволяющие осуществлять принудительное ограничение работы механизмов крана при перемещении грузов в соответствии с ситуацией на площадке. При необходимости ограничения зоны отлета груза наряду с ДСО следует применять грузозахватные устройства, оснащенные предохранительными или страховочными приспособлениями, а вблизи зданий устанавливать защитные экраны, исключающие возможность отлета предметов в зону нахождения людей.

Значительное разнообразие условий строительства вызывает необходимость разработки различных по своим технико-экономическим показателям средств защиты, информация о которых содержится в каталоге «Средства новых технологий и организационно-технологиче-

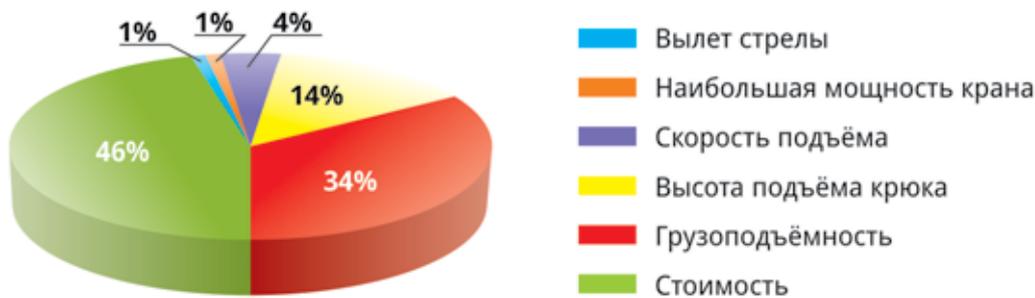


Рис. 1. Диаграмма важности критериев при выборе крана
Fig. 1. Diagram of the importance of criteria when selecting a crane

ских решений, гарантирующих безопасные условия эксплуатации объектов городской среды, расположенных в зоне строительства или реконструкции зданий и сооружений» [2, 3, 4, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20].

Необходимо ограничить территорию эксплуатации башенных кранов в постоянных и потенциально ограниченных зонах, что подтверждается зарубежным опытом.

Запрет распространяется на постоянно действующие ограниченные зоны – это эксплуатируемые объекты городской среды, а в отношении потенциально запрещенных зон – зоны пересечения двух или более башенных кранов – только при наличии другого крана.

Регулируя движение на гусеницах, вылет стрелы крана, высоту подъема крюка крана и угол поворота стрелы, можно контролировать местоположение перемещаемого груза в пространстве. Когда нагрузка приближается к запретной зоне, в кабине водителя срабатывает сигнал. Ограничитель работы соответствующего механизма должен работать, если водитель не предпримет предписанные меры для своевременного изменения положения груза [22]. Механизмы перемещения грузов башенного крана управляются на основе использования электро-механической или электронной систем управления. Каждая система имеет свои преимущества и недостатки [3, 4].

Электро-механическая система является более простой в изготовлении и эксплуатации, однако может применяться для ограничения в простых ситуациях и средней сложности. Указанные системы главным образом применяются для ограничения зоны работы башенных кранов по отношению к постоянно действующим запретным зонам.

Электронные системы регулирования являются более универсальными и могут применяться для ограничения в ситуациях различной сложности, а также для обеспечения безопасных условий совместной работы двух и более башенных кранов, что является весьма актуальной задачей в условиях интенсификации производства. Однако электронные системы технически сложнее электро-механических, что требует больших затрат на их разработку и изготовление.

Для устройств с электро-механическим управлением подготовлена техническая документация ДСО для кранов КБ-403А, КБ-405А и КБ-503В. Чтобы адаптировать конструкцию устройств к различным ситуациям на строительных площадках, в программном блоке был установлен ряд комбинаций ограничений крановых механизмов [1, 2, 3, 4]. Необходимо увеличить возможное количество комбинаций. Иерархическая зависимость регулирования работы ограничителей крановых механизмов представлена на основе анализа возможных ситуаций на строительных площадках.

В то же время на верхнем уровне иерархии имеется ограничитель для перемещения крана на крановых путях. Было установлено, что требуются, как минимум, три зоны работы крана. Если угол поворота, вылет стрелы и высота подъема соответствуют допустимому значению для этой зоны, кран будет двигаться дальше. Если он не соответствует движению крана, он будет заблокирован [2, 3].

Когда кран перемещается по установленным линиям на шпалах рядом с порталными гусеницами, активируется ограничитель движения, что определяет рабочую зону крана. Ограничивая поворот стрелы, вылет стрелы, высоту подъема, вы можете установить запрещенный рабочий сектор, он относится ко второму уровню иерархии. Можно установить запрещенный рабочий сектор, ограничив поворот стрелы, вылет стрелы, высоту подъема – это относится ко второму уровню иерархии [22].

Предусматривается разработка электронных устройств, принцип работы которых в корне отличается от электро-механических. Регулирование работы ограничителей механизмов крана осуществляется с помощью бортового компьютера, который, исходя из поступающей информации, определяет положение груза в пространстве и, в зависимости от заданных координат запретных зон, регулирует работу ограничителей механизмов крана.

Их применение позволяет с достаточно высокой степенью надежности ограничивать зону работы крана, гарантируя выполнение требования о запрете перемещения краном груза в зонах нахождения людей. Однако выполнение этого требования может оказаться недостаточ-

ным, когда возникает необходимость ограничения размеров опасной зоны вблизи строящегося (реконструируемого) здания. В этом случае, если устройство ограничивает зону работы крана контуром здания, границы опасной зоны определяются зоной отлета падающих предметов. Размеры этой зоны зависят от высоты падения предметов и изменяются в пределах от 4 м при высоте падения 10 м до 15 м при высоте падения 120 м.

В ряде случаев вблизи здания располагаются эксплуатируемые объекты городской среды, для защиты которых от падения предметов требуется применение защитных средств, которые подразделяются на естественные, постоянно существующие, и искусственные, специально установленные. В качестве естественных средств защиты могут быть использованы несущие конструкции (стены и перекрытия) строящихся и эксплуатируемых зданий и сооружений, в качестве искусственных – защитные экраны и защитные перекрытия, которые создаются по аналогии с естественными средствами защиты.

Очевидно, что применение в качестве защитных средств существующих конструкций зданий и сооружений предпочтительно, однако указанные конструкции могут выполнять защитные функции только в отдельных случаях. Это относится прежде всего к несущим стенам кирпичных зданий, которые являются достаточно надежной защитой находящихся в здании людей от падающих предметов. Защитные свойства перекрытий зданий значительно ниже. Например, типовые перекрытия, применяемые в жилищно-гражданском строительстве, разрушаются от падения груза массой 4 т с высоты 0,5 м и выше, следовательно, требования СНиП «Безопасность труда в строительстве» предусматривают, что «эксплуатация зданий и их отдельных частей, расположенных вблизи строящихся или реконструируемых зданий, допускается при условии, что перекрытие верхнего этажа строящегося здания находится вне зоны действия возможных падающих предметов возле строящегося (реконструируемого) здания» [1, 17, 18, 19, 20].

В соответствии с требованиями безопасности труда средства защиты должны применяться в тех случаях, когда естественные средства защиты отсутствуют или когда они не обеспечивают защитных функций [3, 4]. При этом также оче-

видно, что применение защитных экранов является более предпочтительным по сравнению с защитными перекрытиями, поскольку вертикальные конструкции рассчитаны не столько на восприятие падающей нагрузки, сколько на удержание конструкции от падения или ограничения зоны падения. В любом случае нагрузки, передаваемые на защитные экраны, не сопоставимы с нагрузками, передаваемыми на защитные перекрытия.

В настоящее время разработаны различные конструкции предохранительных и страховочных экранов. Разработанные конструкции защитных экранов не рассчитаны на действие ударных нагрузок от падения перемещаемых краном строительных конструкций, масса которых достигает 8–10 т. Для предупреждения падения этих конструкций в системе применяемых мер защиты «защитный экран» должен предусматриваться еще один элемент – грузозахватное устройство, оборудованное предохранительными или страховочными приспособлениями [2].

На практике, как показывает проведенный анализ, представлены оба типа приспособлений. Предохранительное устройство, как следует из названия, предохраняет перемещаемый краном груз от падения в результате выбравки изделий с дефектными монтажными петлями до подъема их на высоту. Это осуществляется путем воздействия на изделие добавочной нагрузки, превышающей динамическую и действующую на изделие в процессе его перемещения краном. Устройство совмещено с грузозахватной траверсой и позволяет проводить испытания автоматически в первой фазе подъема изделия [2]. Нагрузка подается с помощью гидравлического распорного устройства. Страховочное устройство предназначено для удержания конструкции в случае обрыва петли. По сравнению с предохранительным, страховочное устройство является более простым и экономичным.

Заключение

В условиях уплотненной городской застройки использование разработанных средств защиты объектов городской среды повышает безопасность строительно-монтажных работ при строительстве и реконструкции зданий в Махачкале. Выбор рационального набора инструментов и порядок их использования в каждом конкретном случае определяются в зависимости от характеристик выполняемой работы [22].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Синенко С. А., Познахирко Т. Ю., Частников А. А. Исследование факторов, влияющих на эффективность монтажа металлоконструкций при возведении высотного здания // Наука и бизнес: пути развития. – 2019. – № 5 (95). – С. 168–172.
2. Жадановский Б. В. Методические основы выбора самоходных кранов / Б. В. Жадановский, С. А. Синенко, Л. А. Пахомова, А. В. Мухин. – DOI 10.34031/article_5cfff727a8146c8.12747970 // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2019. – № 6117. – С. 117–122.

REFERENCES

1. Sinenko S. A., Poznakhirko T. Yu., Chastnikov A. A. Issledovanie faktorov, vliyayushhikh na ehffektivnost' montazha metallokonstruktsij pri vozvedenii vysotnogo zdaniya [Investigation of factors affecting the efficiency of metal structures installation during the construction of a high-rise building] // Nauka i biznes: puti razvitiya [Science and business: ways to develop]. – 2019. – № 5 (95). – P. 168–172.
2. Zhadanovskij B. V., Sinenko S. A., Pakhomova L. A., Mukhin A. V. Metodicheskie osnovy vybora samokhodnykh

3. Sinenko S., Zhadanovsky B., Obodnikov V. Construction machines requirement for the building site. – DOI 10.1051/e3sconf/201911001036 // E3S Web of Conferences. – 2019. – Vol. 110. – P. 01036.
4. Sinenko S. Modern technology of construction of underground part of buildings in urban conditions / S. Sinenko, L. Pakhomova, A. Chernyshova // International Geotechnical Symposium «Geotechnical Construction of Civil Engineering & Transport Structures of the Asian-Pacific Region» (GCCETS 2018) : MATEC Web Conferences. – 2019. – Vol. 265. – P. 05038. – URL: <https://doi.org/10.1051/matecconf/201926505038>.
5. Голдобина Л. А., Орлов П. С. Пути обеспечения надежности, безопасности и эффективности строительно-монтажных работ при возведении зданий и сооружений путем стабилизации процесса раскачивания грузового подвеса // Записки Горного института. – 2016. – Т. 218. – С. 166–174.
6. Жадановский Б. В. Рациональные организационно-технологические схемы производства строительно-монтажных работ в условиях реконструкции действующего предприятия / Б. В. Жадановский, С. А. Синенко, М. Ф. Кузин // Технология и организация строительного производства. – 2014. – № 1 (6). – С. 38–40.
7. Вайнштейн М. С. Оценка эффективности организационно-технологических решений при выборе средств механизации производства строительно-монтажных работ / М. С. Вайнштейн, А. А. Афанасьев, А. С. Павлов [и др.] // Научное обозрение. Строительство и архитектура, инженерное дело. – 2015. – № 13. – С. 123–127.
8. Голдобина Л. А., Деменков П. А., Трушко О. В. Обеспечение безопасности строительно-монтажных работ при возведении зданий и сооружений // Записки Горного института. – 2019. – Т. 239. – С. 583–595.
9. Раздорозный А. А. Охрана труда и производственная безопасность : учебно-методическое пособие / А. А. Раздорозный. – Москва : Изд-во Экзамен, 2005. – 512 с.
10. Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Общие требования [Текст] : ГОСТ 12.0.230-2007 : утв. приказом М-ва пром-ти и энерг-ки Рос. Федерации от 10.07.07 № 169-ст : введен с 01.07.09. – Москва : Стандартинформ, 2007.
11. Методические рекомендации по разработке государственных нормативных требований охраны труда : утв. постановлением Минтруда РФ от 17.12.02 № 80.
12. Порядок обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций : утв. постановлением Минтруда РФ и Минобразования РФ от 13.01.03 № 1/29.
13. Об охране труда в городе Москве : Закон города Москвы : принят Московской городской Думой 12 марта 2008 года № 11.
14. Третьяков В. Н. Справочник инженера по охране труда / В. Н. Третьяков. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2007. – 736 с. – ISBN 5 9729 0009 2.
15. Правила по охране труда в строительстве : утв. приказом Минтруда РФ от 01 июля 2015 года № 336н.
16. О промышленной безопасности опасных производственных объектов : Федеральный закон от 21 июля 1997 года № 116-ФЗ с изменен. на 27 декабря 2009 года : редакция действ. с 29.01.2010.
17. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : Федеральный закон от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ.
18. Трудовой кодекс Российской Федерации : редакция действ. с 1 января 2010 года.
19. Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования : СНиП 12-0-2001 : принят постанов-ем Гос. комитета Рос Фед. по стр-ву и ЖКХ от 23.07.2001 г. № 80.
20. Омаров А. О., Оцков К. А. Снижение трудоемкости опалубочных работ путем использования местных заполнителей и отходов производства // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – 2018. – Т. 45, № 3. – С. 221–230.
- kranov [Methodological bases for selecting self-propelled cranes] // Vestnik of BGТУ named after V. G. Shukhova. – 2019. – № 6. – P. 117–122.
3. Sinenko S., Zhadanovsky B., Obodnikov V. Construction machines requirement for the building site. – DOI 10.1051/e3sconf/201911001036 // E3S Web of Conferences. – 2019. – Vol. 110. – P. 01036.
4. Sinenko S. Modern technology of construction of underground part of buildings in urban conditions / S. Sinenko, L. Pakhomova, A. Chernyshova // International Geotechnical Symposium «Geotechnical Construction of Civil Engineering & Transport Structures of the Asian-Pacific Region» (GCCETS 2018) : MATEC Web Conferences. – 2019. – Vol. 265. – P. 05038. – URL: <https://doi.org/10.1051/matecconf/201926505038>.
5. Goldobina L. A., Orlov P. S. Puti obespecheniya nadezhnosti, bezopasnosti i ehffektivnosti stroitel'no-montazhnykh rabot pri vozvedenii zdaniy i sooruzhenij putyom stabilizatsii protsessa raskachivaniya грузового подвеса [Ways to ensure the reliability, safety and efficiency of construction and installation work in the construction of buildings and structures by stabilizing the process of rocking the cargo suspension] // Zapiski Gornogo institute [Notes of the Mining Institute]. – 2016. – Т. 218. – P. 166–174.
6. Zhadanovskij B. V. Ratsional'nye organizatsionno-tekhnologicheskie skhemy proizvodstva stroitel'no-montazhnykh rabot v usloviyakh rekonstruktsii dejstvuyushhego predpriyatiya [Rational organizational and technological schemes of construction and installation works in the conditions of reconstruction of an existing enterprise] / B. V. Zhadanovskij, S. A. Sinenko, M. F. Kuzhin // Tekhnologiya i organizatsiya stroitel'nogo proizvodstva [Technology and organization of construction production]. – 2014. – № 1 (6). – P. 38.
7. Vajnshtejn M. S. Otsenka ehffektivnosti organizatsionno-tekhnologicheskikh reshenij pri vybore sredstv mekhanizatsii proizvodstva stroitel'no-montazhnykh rabot [Evaluation of the effectiveness of organizational and technological solutions when choosing the means of mechanization of construction and installation works] / M. S. Vajnshtejn, A. A. Afanas'ev, A. S. Pavlov [et al.] // Nauchnoe obozrenie. Stroitel'stvo i arkhitektura, inzhenernoe delo [Scientific review. Construction and architecture, engineering]. – 2015. – № 13. – P. 123–127.
8. Goldobina L. A., Demenkov P. A., Trushko O. V. Obespechenie bezopasnosti stroitel'no-montazhnykh rabot pri vozvedenii zdaniy i sooruzhenij [Ensuring the safety of construction and installation works during the construction of buildings and structures] // Zapiski Gornogo institute [Notes of the Mining Institute]. – 2019. – Т. 239. – P. 583–595.
9. Razdorozhnyj A. A. Okhrana truda i proizvodstvennaya bezopasnost' [Labor protection and industrial safety] : uchebno-metodicheskoe posobie [educational and methodological guide] / A. A. Razdorozhnyj. – Moscow : Izd-vo Ehkzamen, 2005. – 512 p.
10. Sistema standartov bezopasnosti truda. Sistemy upravleniya okhranoj truda. Obshhie trebovaniya [System of labor safety standards. Occupational health and safety management systems. General requirements] : GOST 12.0.230-2007 : utv. prikazom M-va prom-ti i ehnerg-ki Ros. Federatsii ot 10.07.07 № 169-st : vvedyon s 01.07.09 : introduced from 01.07.09 [approved by the order of the Ministry of industry and energy of the Russian Federation 10.07.07 № 169-st]. – Moscow : Standardinform, 2007.
11. Metodicheskie rekomendatsii po razrabotke gosudarstvennykh normativnykh trebovanij okhrany truda [Methodological recommendations for the development of state regulatory requirements for labor protection] : approved by the resolution of the Ministry of labor of the Russian Federation dated 17.12.02 № 80.
12. Poryadok obucheniya po okhrane truda i proverki znaniy trebovanij okhrany truda rabotnikov organizatsij [The order of training on labour protection and checks of knowledge of requirements of labor protection of employees of organizations] : utv. postanovleniem Mintruda RF i

21. Шестериков Ю. А. Обеспечение безопасности объектов городской среды при строительстве и реконструкции зданий и сооружений // Международная научно-практическая конференция : сборник результатов научных исследований. – Научно-издательский центр Аэтерна, 2015. – С. 95–99.
13. Ob okhrane truda v gorode Moskve [About labor protection in the city of Moscow] : Zakon goroda Moskvy [the Law of the city of Moscow] ; prinyat Moskovskoj gorodskoj Dumoj 12 marta 2008 goda № 11 [adopted by the Moscow city Duma on March 12, 2008 No. 11].
14. Tret'yakov V. N. Spravochnik inzhenera po okhrane truda [Handbook of an engineer on labor protection] / V. N. Tret'yakov. – Vologda : Infra-Inzheneriya, 2007. – 736 p. – ISBN 5 9729 0009 2.
15. Pravila po okhrane truda v stroitel'stve [Rules for labor protection in construction] : utv. prikazom Mintruda RF ot 01 iyulya 2015 goda № 336n [approved by the order of the Ministry of labor of the Russian Federation dated July 01, 2015 No. 336n].
16. O promyshlennoj bezopasnosti opasnykh proizvodstvennykh ob'ektov [On industrial safety of hazardous production facilities] : Federal'nyj zakon ot 21 iyulya 1997 goda № 116-FZ s izmeneniyami na 27 dekabrya 2009 goda : redaktsiya dejstv. s 29.01.2010 [Federal law No. 116-FZ of July 21, 1997, as amended on December 27, 2009 : version effective from 29.01.2010].
17. Tekhnicheskij reglament o trebovaniyakh pozharnoy bezopasnosti [Technical regulations on fire safety requirements] : Federal'nyj zakon ot 22 iyulya 2008 goda № 123-FZ [Federal law No. 123-FZ of July 22, 2008].
18. Trudovoj kodeks Rossijskoj Federatsii [Labor code of the Russian Federation] : redaktsiya dejstv. s 1 yanvarya 2010 goda [version of the act. since January 1, 2010].
19. Bezopasnost' truda v stroitel'stve. Chast' 1. Obshhie trebovaniya [Labor safety in construction. Part 1. General requirements] : SNIIP 12-0-2001 : prinyat postanovleniem Gos. Komiteta Ros Fed. Po str-vu i ZhKKh ot 23 iyulya 2001 goda № 80 [adopted by the decree of the state Duma. The Committee Grew Fed. According to str-vu and housing and utilities dated July 23, 2001 No. 80].
20. Omarov A. O., Otsokov K. A. Snizhenie trudoemkosti opalubochnykh работ путем использования местных заполнителей и отходов производства [Reduction of labor intensity shuttering works through the use of local aggregates and waste products] // Vestnik Dagestanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Tekhnicheskie nauki [Bulletin of the Dagestan state technical University. Technical Sciences]. – 2018. – T. 45, № 3. – P. 221–230.
21. Shesterikov Yu. A. Obespechenie bezopasnosti ob'ektov gorodskoj sredy pri stroitel'stve i rekonstruktsii zdaniy i sooruzhenij [Ensuring the safety of urban environment objects in the construction and reconstruction of buildings and structures] // Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya : sb. rezul'taty nauchnykh issledovaniy [International scientific and practical conference : results of scientific research]. – Aeterna research and publishing center, 2015. – P. 95–99.

УДК 336.5:69

Типология организационных структур современных студенческих строительных отрядов

Typology of Organizational Structures of Modern Student Construction Units

Воронков Иван Евгеньевич

Кафедра «Строительство объектов тепловой и атомной энергетики», ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ», 129337, Россия, Москва, Ярославское шоссе, 26, voronkovie@mgsu.ru

Voronkov Ivan Evgen'evich

Department «Construction of Thermal and Atomic Power Industry Buildings», Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Moscow State University of Civil Engineering» (NRU MGSU), 129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26, voronkovie@mgsu.ru

Островский Роман Вадимович

Управление мониторинга и контроля сроков, АО ИК «АСЭ», 603006, Россия, Нижний Новгород, пл. Свободы, 3, rchkp@rambler.ru

Ostrovskij Roman Vadimovich

Department of Monitoring and Control of Terms, ASE Joint Stock Engineering Company, 603006, Russia, Nizhny Novgorod, pl. Svobody, 3, rchkp@rambler.ru

Аннотация

Введение. Студенческие строительные отряды (ССО) в настоящее время остаются одной из основных организованных форм привлечения учащейся молодежи к профессионально-трудовой деятельности в строительной отрасли и важным источником трудовых ресурсов для проектных и строительного-монтажных организаций. Однако стагнация всероссийского отрядного движения в последние 10 лет заставляет обратиться к изучению макро- и микроуровневых закономерностей функционирования студенческих строительных отрядов как одного из наиболее многочисленных направлений российских студенческих отрядов.

Материалы и методы. Анализ статистических показателей численности участников движения студенческих отрядов в 2004–2019 гг., сопоставление результатов деятельности штабов студенческих отрядов десяти высших учебных заведений РФ за последние 10 лет наглядно демонстрируют, что на макроуровне движение студенческих отрядов имеет достаточную законодательную основу и пользуется различными инструментами стимулирования. Однако данные механизмы на практике не позволяют преодолеть стагнацию движения последнего десятилетия, что делает обоснованным предположение о том, что ключевые проблемы развития современного института студенческих отрядов находятся на микроуровне – в плоскости образовательных организаций и формируемых ими организационных структур студенческих строительных отрядов.

Результаты. В рамках исследования выделяются два типа организационных структур ССО, получивших в по-

Abstract

Introduction. Student construction units (SCU) currently remain one of the main organized forms of attracting young students to professionally work in the construction industry and an important source of labor resources for design and construction and installation organizations. However, the stagnation of the All-Russian detachment movement over the past 10 years has forced us to turn to the study of macro and micro-level laws of the functioning of student construction units as one of the most numerous areas of Russian student detachments.

Materials and methods. Analysis of statistical indicators of the number of participants in the movement of student units in 2004–2019, comparison of the results of the headquarters of student detachments of ten higher educational institutions of the Russian Federation over the past 10 years clearly demonstrates, that at the macro level, the movement of student units has a sufficient legislative basis and uses various incentive tools, however, these mechanisms do not in practice overcome the stagnation of the last decade, which makes it reasonable to assume that the key problems of the development of the modern institute of student detachments are at the micro level - in the plane of educational organizations and the organizational structures of student construction detachments formed by them.

Results. The study identifies two types of SCU organizational structures that have been most widely used in the last 50 years, as well as their comparative assessment of a number of organizational and managerial aspects, as well as the advantages of each type.

следние 50 лет наиболее широкое распространение, а также производится их сравнительная оценка относительно ряда организационно-управленческих аспектов, а также формулируются преимущества каждого из типов.

Выводы. Выполненный анализ результатов деятельности ССО ряда вузов города Москвы, Нижегородской области и Чувашской Республики в 2010-2019 годах позволяет утверждать, что избранный вузом тип организационной структуры ССО принципиальным образом влияет на достижение значимых результатов, а наибольшим потенциалом развития обладает штабной тип организационной структуры ССО. Однако и для данного типа характерны структурные недостатки, своевременный учет проявления которых может существенно повысить эффективность функционирования ССО, оказывая положительное влияние на развитие человеческого капитала обучающихся и, как следствие, существенно повышая качество подготовки профессионально-компетентных кадров для строительной отрасли.

Ключевые слова: студенческие строительные отряды, стройотрядовское движение, организационная структура, штаб ССО.

Введение

Дефицит трудовых ресурсов в 20–30-е гг. прошедшего столетия, масштаб государственных планов по социально-экономическому развитию страны, инициатива и готовность молодежи принимать активное участие в развитии государства стали предпосылками зарождения движения студенческих строительных отрядов (ССО) [1]. В 20–30-е годы двадцатого века руководством страны посредством специальных постановлений был регламентирован процесс прохождения производственной практики обучающимися вузов и ссузов [2].

За исходную точку в деле создания организованного движения ССО принята инициатива группы обучающихся физического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова, отправившейся выполнять строительные работы в один из совхозов Казахской ССР в 1958 году [3]. Знаковыми для формирования организационных структур управления деятельностью ССО стали решение правительства и постановление ЦК ВЛКСМ о создании центрального штаба ССО для руководства и координации отрядов в период третьего трудового семестра в 1965 году [4]. Райкомам, горкомам и крайкомам комсомола было рекомендовано организовать подготовительные штабы.

В 2004 году, после периода всеобщей стагнации 90-х, произошло возрождение ССО как централизованного и скоординированного движения учащейся молодежи. В постперестроечное время существовавшие в СССР региональные объединения ССО претерпели существенную трансформацию, вызванную, в первую очередь, невостребованностью трудовых ресурсов и нецелесообразностью функционирования масштабных структур организации, подготовки и сопровождения выполнения обучающимися вузов и ссузов профессионально-трудовой де-

Conclusions. An analysis of the results of the SCU of a number of universities in Moscow, the Nizhny Novgorod region and the Chuvash republic in 2010-2019 allows us to say that the type of the SCU organizational structure chosen by the university fundamentally affects the achievement of significant results, and the staff type of the SCU organizational structure has the greatest development potential. However, this type is characterized by structural shortcomings, timely consideration of the manifestations of which can significantly improve the effectiveness of the SCU, having a positive impact on the development of the human capital of students and, as a result, significantly improving the quality of training of professional and competent personnel for the construction industry.

Keywords: student construction units, construction squad movement, organizational structure, SCU headquarters.

ятельности в различных отраслях народного хозяйства. Наибольший урон экономические и социальные изменения 90-х нанесли по видам деятельности, базирующимся на проектно-методе управления, наиболее значимым из которых являлась строительная отрасль.

В сложившихся условиях к началу 2000-х годов на территории лишь нескольких субъектов РФ продолжали функционировать региональные, городские или вузовские органы молодежной политики, ориентированные на поддержание деятельности студенческих строительных отрядов. Примерами таких регионов являлись Алтайский Край, Челябинская область, Свердловская область и некоторые другие. В данных регионах при поддержке региональных и местных органов власти удалось сохранить относительно эффективные механизмы взаимодействия учащейся молодежи и строительной отрасли. В целом же общероссийская координация деятельности ССО на практике отсутствовала, что обуславливалось, в первую очередь, отсутствием единого управляющего органа, которым в советское время являлся центральный штаб Всесоюзного студенческого строительного отряда.

Системные изменения в данном направлении начались в начале 2000-х годов. В 2003 году был создан координационный совет по поддержке деятельности студенческих отрядов в Российской Федерации. В его состав вошли представители Минобразования, Минэкономразвития, Минтруда, Минсельхоза, Минздрава, Госкомспорта и других федеральных органов власти, а также руководители студенческих общественных организаций [5]. Вслед за этим в 2004 году была создана Молодежная общероссийская общественная организация «Российские студенческие отряды» (МООО «PCO», PCO).

При этом следует отметить, что к 2004 году относительно разрозненное движение РСО не состояло преимущественно из бойцов студенческих строительных отрядов. Доля студентов-строителей на тот момент составляла менее четверти от общей численности, уступая числу бойцов-педагогов и аграриев.

Уже в первые годы после создания РСО были организованы три всероссийских студенческих стройки: к 30-летию БАМ, ВДЦ «Орленок» и «Соловецкие острова»; во многих регионах России были выпущены распорядительные документы о комплексной поддержке деятельности студенческих отрядов [3].

Однако появление единого управляющего органа студенческих отрядов в лице центрального штаба (ЦШ) РСО не обеспечило решения всех организационных и производственных вопросов движения, что в условиях устойчивого роста численности участников стройотрядовского движения в 2004–2008 годах сформировало предпосылки к проявлению в последующем кризисных явлений. Динамика численности участников движения РСО в 2004–2019 годах представлена на рисунке 1.

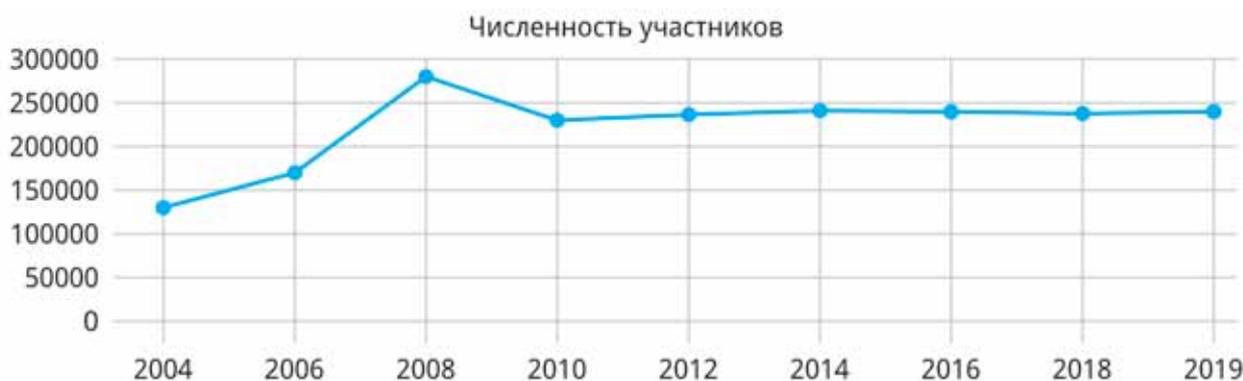


Рис. 1. Динамика численности участников движения студенческих отрядов в России в 2008–2019 годах
Fig. 1. Dynamics of the number of participants in the movement of student detachments in Russia in 2008–2019

Материалы и методы

Зарождение и развитие стройотрядовского движения в СССР получило свое начало в строительстве, именно поэтому в широком обращении до сих пор присутствует понятие «стройотряды», хотя далеко не все представители стройотрядовского движения имеют отношение к строительному производству.

Со временем экономическая ситуация в стране менялась, и к настоящему времени доля студенческих строительных отрядов в движении РСО год от года колеблется в пределах 30 %. Другими словами, среднегодовая общероссийская численность бойцов студенческих строительных отрядов составляет не менее 70 000 человек. Принимая во внимание тот факт, что достаточное число ССО вузов могут быть не охвачены данным учетом и не иметь обязательного членства в РСО, значение в 70 тыс. человек является несколько заниженным.

Опыт НИУ МГСУ 2010–2019 годов свидетельствует, что официальными членами движения РСО в указанный период являлось лишь 65–90 % фактических бойцов ССО. Оставшиеся 10–35 % являлись членами ССО НИУ МГСУ, направлялись для выполнения проектно-исследовательских и строительно-монтажных работ на индивидуальные проекты ССО НИУ МГСУ и не нуждались в обязательном членстве в РСО. Аналогичная ситуация наблюдалась в большинстве крупных вузов Москвы, принимающих участие в стройотрядовском движении.

Таким образом, реальная численность обучающихся вузов и сузов, ежегодно привлекаемых к профессионально-трудовой деятельности в строительной отрасли в составе ССО, может составлять, достигать или даже превосходить значение в 100 000 человек. Несмотря на достаточно короткий период трудовой деятельности – около 60 календарных дней, ССО остаются существенным трудовым ресурсом для строительной отрасли, позволяющим восполнить потребность в рабочей силе в пиковые периоды.

Обращаясь к организационно-управленческим аспектам деятельности стройотрядовского

движения, следует отметить, что в настоящее время на макроуровне (уровне Российской Федерации и ее субъектов) созданы достаточно благоприятные условия для развития стройотрядовского движения. Сюда можно отнести как достаточно состоятельную законодательную основу, предусматривающую в том числе и льготы в налогообложении [6], поддержку движения органами власти, так и большое количество функционирующих отраслевых, региональных штабов СО, штабов всероссийских и зональных проектов, ориентированных на оперативное и комплексное решение организационно-управленческих вопросов. Однако ситуация на микроуровне обстоит несколько иначе.

В рамках данного исследования микроуровнем будем считать уровень образовательной организации, в рамках которой функционирует не менее 1 студенческого строительного отряда. Регламентация деятельности студенческого стро-

ительного отряда практически не претерпела существенных изменений за последние 50–60 лет, что в условиях существенного изменения социально-экономических условий, совершенствования техники, технологии и организации строительного производства может являться серьезной преградой как на пути развития стройотрядовского движения, превращения ССО в ресурс, отвечающий самым последним требованиям, так и тормозом для строительной отрасли, вынужденной использовать несовременный инструмент ССО в решении производственных задач и не получающей существенных результатов.

Движение ССО в настоящее время испытывает сильную конкуренцию на рынке рабочей силы. Законодательные ограничения на привлечение иностранной рабочей силы, постепенное ужесточение профессионально-квалификационных требований при отборе кандидатов на данный момент являются существенными факторами поддержки движения, однако они не могут рассматриваться как способы обеспечения долгосрочного качественного развития института ССО.

Стагнация стройотрядовского движения в 2008–2019 годах во многом определена макроэкономическими условиями. Именно это зачастую признается ключевым фактором снижения численности участников, однако такой односторонний подход обоснованно может быть признан субъективным. В сложившихся условиях целесообразно обратить внимание на микроуровневые проблемы стройотрядовского движения.

В период с 2008 года в Российской Федерации наблюдается некоторое снижение экономической активности во всех отраслях. С завершением активных фаз всероссийских трудовых проектов «Сочи-2014» и «Космодром «Восточный» в 2014–2016 годах движение ССО лишилось солидного числа рабочих мест. Остается достаточно неясной перспектива трудовых проектов Госкорпорации «Росатом», акцент деятельности которой смещается в сторону реализации международных проектов, привлечение ССО к ним крайне проблематично и неосуществимо в больших объемах.

В сложившихся условиях чрезвычайно важно обеспечить трансформацию движения ССО, наделить его качествами, позволяющими конкурировать с прочими источниками трудовых ресурсов, обеспечивающими реальное повышение квалификации участников, гарантирующими получение отрасли и конкретными строительными предприятиями синергетического эффекта от использования бойцов ССО.

По мнению авторов исследования, возглавлявших движение ССО НИУ МГСУ с 2015 по 2019 годы, одной из фундаментальных проблем движения на микроуровне является вопрос избрания и поддержания в работоспособном состоянии в рамках образовательного заведения ор-

ганизационной структуры ССО, наиболее полно отвечающей поставленным цели, задачам, условиям как внутренней, так и внешней среды [7, 8].

Обобщая подходы к проектированию организационных структур (ОС) ССО, наиболее часто используемых в настоящее время, следует выделить два обособленных типа ОС ССО: классическая (отрядная) и штабная. Встречаются и гибридные типы, являющиеся комбинациями свойств обоих вышеуказанных типов.

Штабная ОС базируется на наличии единого органа управления ССО в рамках вуза или суза – штаба ССО с достаточным подчинением ему отдельных ССО. Штабная структура является эволюционным продолжением системы организации деятельности студенческих отрядов во времена существования СССР. Планирование производственной деятельности и идейно-воспитательной работы ССО в обязательном порядке утверждались комитетом комсомола учебного заведения [9]. Деятельность отрядов жестко регламентировалась и контролировалась на всех уровнях вертикали власти ВЛКСМ.

На основе исследования деятельности организационных структур ССО различных образовательных организаций в 2010–2019 годы (были исследованы ОС штабов студенческих отрядов НИУ МГСУ, НИЯУ МИФИ, НИУ МЭИ, РУТ (МИИТ), РУДН, МГОУ, МГТУ им. Н. Э. Баумана, МГУ им. М. В. Ломоносова, ЧувГУ им. И. Н. Ульянова, НГТУ им. Р. Е. Алексеева) было установлено, что штабная организационная структура имеет несколько ярко выраженных черт:

1. Штаб студенческих строительных отрядов является структурным подразделением образовательной организации;
2. Руководители и сотрудники штаба являются штатными сотрудниками образовательной организации;
3. Административное, функциональное и неформальное управление линейными студенческими отрядами (ЛСО) осуществляется аппаратом штаба напрямую либо директивно через комсоставы отрядов;
4. Финансирование и материальное обеспечение деятельности отрядов более чем на 50 % осуществляется университетом, прочее финансирование происходит из сторонних источников (собственные средства, гранты, субсидии);
5. Вопросы трудоустройства участников ССО, профессионального развития, агитационной и воспитательной политики находятся в зоне ответственности работников штаба и регламентируются распорядительными и нормативными документами образовательной организации.

Классическая или отрядная организационная структура предполагает функционирование в рамках образовательной организации одного или нескольких обособленных студен-

ческих отрядов в условиях отсутствия единого управляющего органа – штаба.

Данная организационная структура ССО берет начало от стихийно возникавших в советское время межвузовских и межрегиональных отрядов, зачастую не имевших связи с подразделениями ВЛКСМ [10], а также от отрядов, сохранявших на протяжении нескольких лет большую часть кадрового состава, наработавших определенный перечень внутренних традиций и обычаев. Можно выделить несколько основных черт, присущих современной классической ОС ССО:

1. Управление ЛСО большей частью осуществляется комсоставом (активом) отрядов;
2. Руководство и работники образовательной организации могут оказывать влияние на комсоставы ЛСО и оказывать отрядам поддержку;
3. Штаб ССО образовательной организации может отсутствовать или существовать номинально, без масштабного влияния на деятельность и политику отрядов;
4. Финансирование и материальное обеспечение деятельности отрядов более чем на 50 % осуществляется из сторонних источников, при этом не исключается, что частичная поддержка может осуществляться образовательной организацией;
5. Вопросы трудоустройства участников ССО, профессионального развития, агитационной и воспитательной политики находятся в ведении комсоставов ЛСО и регламентируются межличностными взаимоотношениями участников ССО.

Опыт организационно-управленческой деятельности в движении ССО НИУ МГСУ, тесное взаимодействие с образовательными организациями – лидерами стройотрядовского движения, участие в деятельности МООО «РСО» позволили авторам исследования выделить и сопоставить ключевые особенности каждого типа ОС, которые представлены в таблице 1.

Преимущества каждой из рассматриваемых ОС ССО представлены в таблице 2.

Различия приведенных типов организационных структур, стремление к компенсации недостатков каждой из них и использованию преимуществ обоих типов привело к появлению большого числа смешанных структур, ориентированных, с одной стороны, на значительную автономию существующих в рамках вузов классических отрядов и централизованное управление ими – с другой. На практике данное управление может быть реализовано не только через аппарат штаба, но и через создаваемые структуры правления ССО, совета студенческих отрядов, совета ветеранов ССО. Однако создание любого нового органа порождает либо усиление иерархичности организационной структуры, либо дублирование функций и полномочий, которые на практике приводят к несогласованности по

входам и выходам между взаимодействующими процессами [11] и негативно сказываются на результатах деятельности в целом.

Результаты

Опыт НИУ МГСУ 2010-2019 годов наглядно демонстрирует, что избрание наиболее эффективного типа ОС ССО коренным образом влияет на достигаемые результаты. По состоянию на 2011 год в НИУ МГСУ функционировало 3 линейных ССО. С целью их поддержки в 2012 году был сформирован штаб ССО НИУ МГСУ и была сделана ставка на формирование штабного типа ОС. Устранение барьеров и преград в трансляции опыта и традиций между линейными отрядами, независимость от посредников в вопросах поиска мест выполнения профессионально-трудовой деятельности привели к развитию движения. В 2014 году всего за 3 года работы ССО НИУ МГСУ был признан лучшим штабом образовательной организации г. Москвы.

К 2016 году университетом был накоплен богатый опыт взаимодействия с предприятиями теплового и атомного энергетического строительства. Это позволило в 2016-2019 годах обеспечить долю присутствия обучающихся НИУ МГСУ в составе международных студенческих строительных отрядов Госкорпорации «Росатом» до 50 % (5 человек из 10 в 2017 году) от общероссийской квоты, предоставляемой обучающимся профильных высших учебных заведений.

Именно благодаря наличию штабной ОС в 2016 году удалось впервые реализовать программу «Инженеру – рабочую профессию», в соответствии с которой бойцы ССО НИУ МГСУ могли освоить одну из рабочих специальностей: бетонщик, каменщик, штукатур. В период с 2017 по 2019 годы данная программа была расширена, к перечню возможных специальностей добавились арматурщик, сварщик ручной дуговой сварки и контролер сварочных работ.

Всего в период 2016–2019 годов рабочую специальность получили свыше 500 обучающихся университета, а само движение ССО НИУ МГСУ стало всероссийским флагманом внедрения углубленной профессиональной подготовки бойцов, что принципиальным образом сказалось на эффективности привлечения стройотрядов университета к сооружению объектов использования тепловой и атомной энергии и было положительно оценено подрядными строительно-монтажными организациями.

В 2018 году накопленный опыт взаимодействия штаба ССО НИУ МГСУ и АО ИК «АСЭ» позволил провести обучение участников ССО университета «Производственной системе Росатома». Приобретение знаний в области «Бережливого производства» позволило повысить профессиональную ориентированность бойцов и конкурентоспособность на рынке труда в атомной отрасли.

Реализация системной планомерной деятельности штаба ССО НИУ МГСУ в рамках штабной

№ п/п	Организационно-управленческий аспект	Штабная организационная структура ССО	Классическая (отрядная) организационная структура ССО
1	Пределы численности	30–500	10–100
2	Охват целевой аудитории	широкий	ограниченный
3	Необходимость системного целевого финансирования	высокая	низкая
4	Возможность реализации программ профессиональной подготовки	высокая	умеренная
5	Возможность участия в конкурсах, грантах, привлечения стороннего финансирования и субсидирования	высокая	низкая
6	Сезонная ротация кадров	высокая	низкая
7	Степень управляемости со стороны образовательной организации	высокая	низкая
8	Возможность накопления опыта и традиций отдельного студенческого отряда	умеренная	значительная
9	Возможность трансляции опыта отдельных отрядов	значительная	умеренная
10	Преобладающие ориентации коммуникаций	вуз – отрасль, вуз – организация	отряд – организация
11	Зависимость от сторонних факторов и посредников в вопросах поиска мест выполнения профессионально-трудовой деятельности	низкая	высокая
12	Зависимость от административно-управленческого аппарата образовательной организации	высокая	низкая

Табл. 1. Ключевые особенности штабной и отрядной организационных структур студенческих строительных отрядов образовательных организаций

Tab. 1. Key features of staff and detachment organizational structures of student construction units of educational organizations

ОС, ориентированной на совершенствование профессиональных компетенций обучающихся университета, позволила команде Центрального федерального округа, сформированной преимущественно из обучающихся НИУ МГСУ, дважды становиться победителями конкурса профессионального мастерства среди студенческих отрядов #ТРУДКРУТ (в 2016 и 2017 гг.).

Перечисленные достижения стали возможны, в первую очередь, благодаря эффективному управлению штабом линейными ССО, созданному механизму своевременного формирования и контроля реализации иерархии поставленных целей [12], использованию процессного подхода [13], использованию программно-целевых инструментов [14], консолидации информационных потоков в едином органе.

Аналогично НИУ МГСУ, ярко выраженную штабную структуру ССО последние 10 лет имеют такие вузы, как НИУ МЭИ, РУТ (МИИТ), МГОУ, ЧувГУ им. И. Н. Ульянова, что позволяет им сохранять лидерство в стройотрядовском движении. При этом университеты, которые на практике имеют классическую ОС ССО либо гибридную структуру со «слабым» штабом, уже достаточно длительное время не могут вырваться из колеи средних результатов и обеспечить создание продукта с высокой ценностью и конкурентными преимуществами (МГТУ им. Н. Э. Баумана, МГУ им. М. В. Ломоносова). Данное явление можно в некоторой степени считать проявлением ловушки среднего дохода [15] в движении ССО, являющейся существенной преградой на пути развития стройотрядовского движения.

Штабная организационная структура ССО	Классическая (отрядная) организационная структура ССО
Возможность широкого охвата обучающихся и достижения высокой численности бойцов ССО вуза или ссуза	Возможность создания непередаваемого «духа» отряда, проявление внимания и учета мнения каждого представителя движения
Низкая зависимость от внешних посредников в вопросах взаимодействия со строительной отраслью	Относительная независимость от административно-управленческого аппарата образовательной организации
Благоприятные условия для создания и сохранения традиций движения всей образовательной организации	Благоприятные условия для создания и сохранения традиций отдельного отряда
Возможность участия во внешних конкурсах, грантах, программах субсидирования, в поиске источников стороннего финансирования	Допустимость отсутствия необходимости целевого финансирования
Наличие регламентированных, объективных принципов формирования ЛСО и отбора кандидатов	Нерегламентированные, субъективные, но достаточно гибкие процедуры отбора кандидатов и формирования ЛСО

Табл. 2. Преимущества штабной и отрядной организационных структур студенческих строительных отрядов образовательных организаций

Tab. 2. Advantages of staff and detachment organizational structures of student construction units of educational organizations

Проведенный анализ деятельности современных ССО демонстрирует, что избранный тип ОС ССО принципиальным образом влияет на возможность достижения целей и развития движения.

Для образовательных организаций, стремящихся к тесному контакту со строительной отраслью, обладающих интересом к развитию человеческого капитала обучающихся [16] посредством реализации программ дополнительной профессиональной подготовки, наиболее предпочтительной может быть признана именно штабная ОС ССО.

Одной из основных трудностей в данном случае является необходимость систематического целевого финансирования создаваемого органа управления – штаба, что на практике, в перспективе нескольких лет может быть в некоторой степени компенсировано возможностями использования штаба ССО в качестве инструмента привлечения внешнего финансирования в форматах грантов, конкурсов и субсидий.

Штабная ОС является наиболее предпочтительной и для предприятий строительной отрасли, являющихся потребителями ресурсов ССО. Регламентированные и прозрачные принципы взаимодействия по линии «вуз – штаб – подрядная организация» воспринимаются руководством всех трех элементов как органичные, гарантирующие достаточную степень ответственности участников и минимизирующие возможности нарушений оговоренных условий.

Принимая во внимание вышесказанное, стоит отметить, что штабная структура обладает рядом недостатков, среди которых стоит выделить три наиболее значимых. Первый – высокая зависимость штаба от административно-управленческого аппарата образовательной организа-

ции, что в условиях проявления конфликтных явлений в руководстве вуза может оказать чрезвычайно негативное влияние на ЛСО, не обладающие достаточной степенью автономии.

Второй – необходимость обеспечения высокой культуры управления, проявляющейся в привлечении к работе в штабе ССО компетентных и опытных специалистов, а также в создании материальных и нематериальных стимулов к самоотверженной профессиональной деятельности руководящих органов ССО.

Третий – невозможность на первых порах уделять достаточное внимание каждому участнику движения и развитию отдельных ЛСО, что на практике может выражаться в стремлении к излишнему перераспределению штабом ресурсов между ЛСО и лишении отдельных отрядов возможности стать «локомотивами роста» вузовского движения ССО.

По мере накопления опыта и традиций штабная ОС ССО может постепенно трансформироваться в направлении наделяния ЛСО большей самостоятельностью, превращаясь в гибридный тип, однако обеспечение данного преобразования возможно только при достаточно накопленном потенциале стройотрядовского движения в вузе и отсутствии негативных возмущающих воздействий на штаб со стороны внешней среды.

В случаях, когда образовательная организация не ставит своей целью достижение существенных результатов или ССО не является для нее профильным направлением, классическая ОС ССО является актуальным решением, не требующим значительных материальных затрат и управляющих воздействий со стороны вуза.

Выводы

Движение студенческих строительных отрядов в Российской Федерации по-прежнему оста-

ется значимым инструментом формирования профессионально-компетентных кадров для строительной отрасли, однако конкурентные механизмы рыночной экономики предъявляют достаточно жесткие требования к участникам стройотрядовского движения, как в части профессиональной, так и морально-нравственной подготовки.

Перспективы движения ССО в России не могут предполагать ориентацию исключительно на факторы, смягчающие для студенческих отрядов конкуренцию на рынке трудовых ресурсов, а должны быть направлены на создание условий развития в рамках ССО человеческого капитала, с одной стороны, и достижение синергетического эффекта от привлечения ССО для всех участников взаимодействия – вузов, предприятий отрасли и самих обучающихся – с другой. С этой целью необходимо обратить особое

внимание на микроуровень стройотрядовского движения и сконцентрировать усилия на разработке научных и практических основ формирования достаточно гибких и эффективных форм организационных структур ССО образовательных организаций как универсальных единиц стройотрядовского движения.

Наряду с вопросами формирования эффективных организационных структур студенческих строительных отрядов, целесообразным представляется в последующих исследованиях уделить отдельное внимание изучению закономерностей эволюции и трансформации данных структур в зависимости от степени их организационной зрелости и состояния поля внешних воздействий, а также выработке универсальных механизмов преодоления ОС ССО кризисов на различных этапах своего жизненного цикла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яровикова В. А. Формирование организационной структуры и системы управления студенческими строительными отрядами Алтайского края (1965–1970 гг.) // Исторические, философские, политические и юридические науки, культурология и искусствоведение. Вопросы теории и практики. – 2015. – № 5–1 (55). – С. 215–217.
2. Никифорова Э. А. История студенческих отрядов: к постановке вопроса. – DOI 10.17223/15617793/406/20 // Вестник Томского государственного университета. – 2016. – № 406. – С. 127–130.
3. Темников В. Г., Третьяков И. Д. Студенческие строительные отряды: история и перспективы. – DOI 10.21285/2415-8739-2018-3-227-238 // Известия лаборатории древних технологий. – 2018. – Т. 14, № 3 (28). – С. 227–238.
4. Бочкарев Д. И., Мохарева С. П. [и др.]. Воспитание лидерских и профессиональных качеств молодежи через участие в работе студенческих строительных отрядов // Вышэйшая школа: навукова-метадычны і публіцыстычны часопіс. – 2019. – № 4 (132). – С. 24–26.
5. Симонова С. А., Зубашенко Я. В. Потенциал движения студенческих отрядов в реализации российской молодежной политики // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Проблемы высшего образования. – 2016. – № 1. – С. 100–103.
6. Шаповалов С. Н. Деятельность студенческих отрядов в современной России // Общество: политика, экономика, право. – 2013. – № 2. – С. 11–15.
7. Морозенко А. А., Воронков И. Е. Современные подходы к оценке надежности предприятий, участвующих в реализации инвестиционно-строительных проектов // Научное обозрение. – 2017. – № 12. – С. 123–128.
8. Воронков И. Е. Основы механизмов оценки надежности предприятий – участников инвестиционно-строительных проектов как элементов организационной структуры // Вестник МГСУ. – 2018. – Т. 13, № 2 (113). – С. 249–257.
9. Бабаева Е. В., Ганьшина Г. В. Формирование социальной активности учащейся молодежи вузов Москвы в условиях студенческих строительных отрядов: опыт 1971–1980 гг. // Российские регионы: взгляд в будущее. – 2015. – Т. 2, № 4. – С. 52–62.
10. Яровикова В. А. Безвозмездная деятельность студенческих отрядов Алтайского края (1950–1970 гг.). – DOI 10.14258/izvasu(2015)4.2-46 // Известия Алтайского государственного университета. – 2015. – № 4–2 (88). – С. 263–267.

REFERENCES

1. Yarovikova V. A. Formirovanie organizatsionnoy struktury i sistemy upravleniya studencheskimi stroitel'nymi otryadami Altajskogo kraya (1965–1970 gg.) [Formation of organizational structure and management system of students' construction brigades of the Altai region (1965–1970)] // Istoricheskie, filosofskie, politicheskie i yuridicheskie nauki, kul'turologiya i iskusstvovedenie. Voprosy teorii i praktiki [Historical, philosophical, political and legal Sciences, cultural studies and art criticism. Questions of theory and practice]. – 2015. – № 5–1 (55). – P. 215–217.
2. Nikiforova Eh. A. Istoriya studencheskikh otryadov: k postanovke voprosa [The history of student groups: to the question]. – DOI 10.17223/15617793/406/20 // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta [Tomsk State University Journal]. – 2016. – № 406. – P. 127–130.
3. Temnikov V. G., Tret'yakov I. D. Studencheskie stroitel'nye otryady: istoriya i perspektivy [Student building brigades: history and perspectives]. – DOI 10.21285/2415-8739-2018-3-227-238 // Izvestiya laboratorii drevnikh tekhnologij [Journal of Ancient Technology Laboratory]. – 2018. – Vol. 14, № 3 (28). – P. 227–238.
4. Bockharev D. I., Mokhareva S. P., Bandyuk N. V., Dotsenko E. I. Vospitanie liderskikh i professional'nykh kachestv molodezhi cherez uchastie v rabote studencheskikh stroitel'nykh otryadov [Education of leadership and professional qualities of young people through participation in the work of student construction teams] // Vyshehshaya shkola: navukova-metadychny i publitsystychny chasopis [Higher school: scientific-methodical and journalistic journal]. – 2019. – № 4 (132). – P. 24–26.
5. Simonova S. A., Zubashhenko Ya. V. Potentsial dvizheniya studencheskikh otryadov v realizatsii rossijskoj molodezhnoj politiki [About the potential of students' teams in implementing youth policy in Russia] // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Problemy vysshego obrazovaniya [Proceedings of Voronezh State University. Series: Problems of higher education]. – 2016. – № 1 (132). – P. 100–103.
6. Shapovalov S. N. Deyatel'nost' studencheskikh otryadov v sovremennoj Rossii [Activities of the student brigades in the current Russia] // Obshchestvo: politika, ekonomika, pravo [Society: Politics, Economics, Law]. – 2013. – № 2. – P. 11–15.
7. Morozenko A. A., Voronkov I. E. Sovremennye podkhody k otsenke nadezhnosti predpriyatij, uchastvuyushih v realizatsii investitsionno-stroitel'nykh projektov [Modern

11. Переверзев П. П. Анализ взаимосвязей бизнес-процессов, организационной структуры и функций информационных систем предприятия на основе матричного исчисления. – DOI 10.14529/em090411 // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: экономика и менеджмент. – 2015. – Т. 9, № 4. – С. 75–88.
12. Адлер Ю. П. О целях качества и качестве целей. Часть 1 // Методы менеджмента качества. – 2020. – № 2. – С. 38–43.
13. Власов М. П., Бобшюко А. А. Формирование организационной структуры предприятия в целях обеспечения его экономической безопасности. – DOI 10.25631/PEJ.2020.1.120.131 // Петербургский экономический журнал. – 2020. – № 1. – С. 120–131.
14. Костин А. И. Организация программно-целевого финансирования научных исследований в Российской Федерации. – DOI 10.31107/2075-1990-2020-1-27-40 // Финансовый журнал. – 2020. – Т. 12, № 1. – С. 27–40.
15. Джеонг-Донг Л., Чулву Б., Сиран М., Джунг-Ин И. Ловушка среднего уровня инноваций. – DOI 10.17323/2500-2597.2019.1.6.18 // Форсайт. – 2019. – Т. 13, № 1. – С. 6–18.
16. Матвеева А. С. Принципы построения модели формирования человеческого капитала для инновационного развития РФ // Креативная экономика. – 2015. – Т. 9, № 2. – С. 171–188.
- approaches to assessing the reliability of enterprises involved in the implementation of investment and construction projects] // Nauchnoe obozrenie [Scientific review]. – 2017. – № 12. – P. 123–128.
8. Voronkov I. E. Osnovy mekhanizmov otsenki nadezhnosti predpriyatij – uchastnikov investitsionno-stroitel'nykh proektov kak ehlementov organizatsionnoj struktury [Fundamentals of mechanisms for assessing the reliability of enterprises - participants in investment and construction projects as elements of the organizational structure] // Vestnik MGSU. – 2018. – Vol. 13. – № 2 (113). – P. 249–257.
9. Babaeva E. V., Gan'shina G. V. Formirovanie sotsial'noj aktivnosti uchashhejsya molodezhi vuzov Moskvy v usloviyakh studencheskikh stroitel'nykh otryadov: opyt 1971–1980 gg. [Formation of social activity of University students Moscow in the conditions of student construction teams: the experience of 1971–1980] // Rossijskie regiony: vzglyad v budushhee [Russian regions: looking into the future]. – 2015. – Vol. 2, № 4. – P. 52–62.
10. Yarovikova V. A. Bezzvozmездnaya deyatelnost' studencheskikh otryadov Altajskogo kraja (1950–1970 gg.) [Voluntary Activity of Student's Groups of the Altai Territory (1950–1970)]. – DOI 10.14258/izvasu(2015)4.2-46 // Izvestiya Altajskogo gosudarstvennogo universiteta [Izvestiya of Altai State University Journal]. – 2015. – № 4–2 (88). – P. 263–267.
11. Pereverzev P. P. Analiz vzaimosvyazey biznes-protsessov, organizatsionnoj struktury i funktsij informatsionnykh sistem predpriyatiya na osnove matrichnogo ischisleniya [Analysis of the interaction of business processes, an organizational structure and functions of information systems based on the matrix calculation]. – DOI 10.14529/em090411 // Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: ehkonomika i menedzhment [Bulletin of the South Ural State University. Ser. Economics and Management]. – 2015. – Vol. 9, № 4. – P. 75–88.
12. Adler Yu. P. O tselyakh kachestva i kachestve tselej. Chast' 1 [On the goals of quality and the quality of goals] // Metody menedzhmenta kachestva [Methods of Quality Management]. – 2020. – № 2. – P. 38–43.
13. Vlasov M. P., Boboshko A. A. Formirovanie organizatsionnoj struktury predpriyatiya v tselyakh obespecheniya ego ehkonomicheskoy bezopasnosti [Organizational structure and economic enterprise security]. – DOI 10.25631/PEJ.2020.1.120.131 // Peterburgskij ehkonomicheskij zhurnal [St. Petersburg economic journal]. – 2020. – № 1. – P. 120–131.
14. Kostin A. I. Organizatsiya programmno-tselevogo finansirovaniya nauchnykh issledovanij v Rossijskoj Federatsii [Organization of program and target-oriented funding for research in Russia]. – DOI 10.31107/2075-1990-2020-1-27-40 // Finansovyy zhurnal [Financial Journal]. – 2020. – Vol. 12, № 1. – P. 27–40.
15. Li Dzheong-Dong, Baehk Chulvu, Malipkhoh Siran, Jeon Dzhung-In. Lovushka srednego urovnya innovatsij [Middle innovation trap]. – DOI 10.17323/2500-2597.2019.1.6.18 // Foresight and STI Governance. – 2019. – Vol. 13, № 1. – P. 6–18.
16. Matveeva A. S. Printsipy postroeniya modeli formirovaniya chelovecheskogo kapitala dlya innovatsionnogo razvitiya RF [Principles of constructing a model of human capital formation for innovative development of the Russian Federation] // Kreativnaya ehkonomika [Journal of Creative Economy]. – 2015. – Vol. 9, № 2. – P. 171–188.

УДК 624.05

Апробация разработанной параметрической модели на объекте строительства в городе Москве для организации научно-технического сопровождения строительства

Testing of the Developed Parametric Model at the Construction Site in Moscow
for the Organization of Scientific and Technical Support of Construction

Каширцев Михаил Сергеевич

Магистр, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), 129337, Москва, Ярославское шоссе, 26, kashirtsev.mikhaill@mail.ru

Kashirtsev Mikhail Sergeevich

Master, Federal State Budgetary Educational Institution «National Research Moscow State University of Civil Engineering» (NRU MGSU), 129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26, kashirtsev.mikhaill@mail.ru

Топчий Дмитрий Владимирович

Кандидат технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), 129337 г. Москва, Ярославское шоссе, 26

Topchij Dmitriy Vladimirovich

Ph.D. Technical Sciences, Associate Professor, Federal State Budgetary Educational Institution «National Research Moscow State University of Civil Engineering» (NRU MGSU), 129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26

Аннотация

В статье описывается ход работы при теоретическом анализе проведения научно-технического сопровождения строительства на объекте уникального высотного строительства, расположенного в городе Москве [1]. Для реализации поставленной задачи разработана параметрическая модель, при применении которой можно будет формировать программу мероприятий, проводимых при научно-техническом сопровождении строительства (НТСС) для каждого конкретного объекта, а также повышать эффективность строительного производства за счет предотвращения неучтенных показателей во время проектирования [2]. Уникальность данной модели заключается в том, что она подстраивается под условия любого объекта высотного строительства. В результате можно будет смоделировать комплекс мероприятий для осуществления НТСС для каждого уникального объекта. Так как при возведении уникального высотного здания необходимо применять НТСС, то встает вопрос о применении различных методов и способов на каждом объекте. Оригинальные высотные здания и сооружения, рассматри-

Abstract

The article analyzes the theoretical aspects of the implementation of scientific and technical support at the construction stage during the construction of high-rise buildings. As well as descriptions of scientific and technical support, as an integrated method, consisting of interrelated activities. The primary task of specialists, with scientific and technical support, is to analyze possible deviations and provide options for their solutions, before dangerous situations arise. The problem of introducing certain measures to create safe working conditions, as well as monitoring compliance with the technology of the construction of the facility and monitoring the operation of the facility is considered. A description is given of a parametric model developed to unify the processes of scientific and technical support at the construction stage. As part of this article, a description of the measures being developed for the organization of scientific and technical support at the construction stage is carried out. The theoretical part is described that describes the structure of scientific and technical support, as well as the need for its application directly in the process of erecting unique high-rise buildings.

ваемые в рамках НТСС, являются уникальными, поэтому к каждому необходимо применять свои параметры, актуальные именно для конкретно взятого объекта [3]. Для примера можно сказать, что любой параметр, связанный с мониторингом оснований, будет отличаться для каждого объекта, так как грунтовые условия у каждого строящегося здания различны. Для создания модели был выбран ряд параметров, наиболее необходимых для включения в регламент по НТСС при возведении уникальных высотных зданий, а каждому параметру соответствует свой критерий, который меняется в зависимости от изменения характеристик объекта строительства. Все параметры либо связаны с фактическими данными по объекту строительства, такими как температура воздуха, грунтовые условия, материал несущих конструкций и т. д., либо зависят от регламентирующей их нормативной документации Российской Федерации [4].

Ключевые слова: научно-техническое сопровождение строительства, проектно-изыскательские работы, мониторинг, автоматизированная параметрическая модель, высотные здания и сооружения, уникальные здания и сооружения.

В рамках исследования была разработана модель для оценки эффективности организации научно-технического сопровождения на объекте [5]. Для апробации разработанной модели на объекте строительства уникального высотного сооружения был выбран объект строительства, расположенный по адресу: 119361, г. Москва, ул. Лобачевского, 120.

Данный объект возводит застройщик ГК «Эталон», наименование объекта – ЖК «Крылья». Территория строительства проектируемого многоквартирного жилого комплекса с отдельно стоящими детскими образовательными учреждениями и подземной автостоянкой расположена по адресу: г. Москва, ЗАО, р-н Раменки, ул. Лобачевского, вл. 120.

Участок ограничивают ГСК «Геолог» на западе, строительные площадки жилых комплексов «Огни» и «Событие» на севере и востоке и жилой комплекс «Лобачевский» на юге. Жилой комплекс состоит из трех разновысоких жилых корпусов (корпус № 1 – западный, корпус № 2 – северный, корпус № 3 – восточный). В пределах первого этажа жилых корпусов размещены коммерческие помещения. В уровне подземного этажа корпуса граничат с подземной пристраиваемой автостоянкой, в конструктивном отношении отделенной деформационными швами.

Каждая жилая башня состоит из трех жилых «крыльев» индивидуальной высоты. Этажности «крыльев» башен № 1, № 2 и № 3 составляют соответственно: 21–26–31, 28–34–40, 25–30–35 этажей (без учета верхнего технического этажа), высотой от «чистого пола» до низа выступающих конструкций не более 1,8 м. Максимальная высота надземной части комплекса (без учета подземного этажа) составляет: для первого корпуса –

The objective of the study is to develop a parametric model based on the established regulations, which will increase the efficiency of construction, reduce the time of work, and most importantly ensure the continuity of the construction process associated with unforeseen and unobservable deviations during the construction of a unique high-rise building. To test the operability of the developed model, a test was carried out at the construction site and the results of construction efficiency were obtained. An analytical comparison of two situations was also simulated when applying scientific and technical support and refusing to use the model.

Keywords: scientific and technical support of construction, design and survey work, monitoring, automated parametric model, high-rise buildings and structures, unique buildings and structures.

117,500 м, для второго корпуса – 144,750 м и для третьего корпуса – 121,550 м.

Проектируемый жилой комплекс относится к уникальным объектам капитального строительства в соответствии с п. 2 статьи 48.1 № 191-ФЗ «Градостроительный Кодекс РФ». Согласно п.10.1 ГОСТ Р 27751-2014, объекты строительства, относящиеся к классу КС-3, имеют повышенный уровень ответственности [6].

Объектом исследования является высотное здание ЖК «Крылья» корпус К2. По проекту планируется возвести 40 этажей, и здание будет иметь высоту 139 метров. На момент проведения исследования на объекте были выполнены следующие этапы: работы подготовительного периода, устройство котлована, устройство фундамента, возведены все конструкции ниже нулевой отметки. На данный момент строительство находится на этапе возведения надземного несущего каркаса здания.

Исходные данные для параметрической модели взяты из «Технического отчета о результатах инженерно-геологических изысканий» по объекту «Жилой комплекс, включающий в себя инфраструктурные объекты социально-культурного назначения, по адресу: г. Москва, ул. Лобачевского, вл. 120» (тома I и II), подготовленного ООО «СТФ-СТРОЙ» (Москва, 2017 г.). Основу данных составил «Проект организации строительства...» (раздел 6, подраздел 1).

Для каждого параметра, включенного в модель, по сопутствующим критериям была проведена выборка и присвоен вес на основании полученных исходных данных. Автоматически все данные и произведенный расчет процента эффективности были отражены как в анкетно-опроснике, так и в технической части параметрической модели. В результате был вычислен

№	Параметр	Критерий	Значение	Вес	Норма	Значение	Факт	Значение
1	Геофизический мониторинг грунтовых масс за контуром подпорных стен	Категория сложности инженерно-геологических условий	I (простая)	30 %	0	0	1	0,3
2	Гидрологический мониторинг грунтовых масс вблизи котлована	Градация грунтовых условий по характеру техногенного воздействия	Осушаемые	30 %	0	0	1	0,3
3	Набор прочности бетона	Период набора прочности бетоном	С 1 по 7 дни	30 %	0	0	0	0
4	Диагностика технического состояния машин и механизмов на строительной площадке	Техническое состояние машин и механизмов за весь период эксплуатации	До 1 года	30 %	0	0	1	0,3
5	Высота здания	Отметка монтажного горизонта	До 30 метров	10 %	-1	-0,1	-1	-0,1
6	Ритмичность доставки материалов на строительную площадку	Местонахождение объекта	До 20 километров от центра	20 %	0	0	0	0
7	Заключение договора на сопровождение проекта с экспертизой	Необходимость внесения изменений в проектную документацию	Есть необходимость	50 %	1	0,5	1	0,5
8	Применение различных технологий монтажа (монтаж с колес)	Площадь застройки	Более 10 %	10 %	-1	-0,1	-1	-0,1
9	Систематизация исполнительной документации	Комплектность	Полный комплект	50 %	1	0,5	1	0,5
10	Внедрение информационного моделирования при производстве работ	Наличие проекта разработанного с применением информационной модели	ВМ-модель не разрабатывалась	10 %	-1	-0,1	0	0
11	Устройство системы СКУД для контроля за материальными и трудовыми ресурсами	Период строительства	Возведение надземной части	50 %	1	0,5	0	0
12	Мониторинг сроков производства работ и составление прогноза строительства	Период строительства	Возведение надземной части	50 %	1	0,5	1	0,5
13	Мониторинг воздействия строительства на близлежащие здания и сооружения	Расстояние от котлована до сооружений окружающей застройки	Более 5 м	10 %	-1	-0,1	-1	-0,1
14	Организация регламентных мероприятий для предотвращения сейсмического воздействия на строящееся здание	Категория грунта по сейсмической стойкости 4 кат.	III категория	50 %	1	0,4	0	0

Табл. 1. Результат фактического выполнения
Tab. 1. The result of the actual implementation

нормативный процент эффективности для разработки и применения научно-технологического сопровождения строительства. Для объекта был определен процент нормы эффективности, на момент вычисления равный 48 %. Данный процент говорит о том, что для каждого параметра, предложенного для застройщика либо для организации, осуществляющей научно-техническое сопровождение, должно быть принято решение о выполнении регламентных мероприятий, в сумме дающих эффективность не ниже 48 %. В случае если фактический показатель эффективности будет меньше 48 %, то качество научно-технического сопровождения строительства не будет достигнуто и может привести к снижению безопасности, а также к увеличению издержек в случае возникновения аварийных ситуаций [7].

Предложенный список параметров был передан группе инженеров, ведущих научно-техническое сопровождение на объекте строительства. Параметрическая модель после проведения математического расчета присвоила каждому параметру показатель веса, и на основании этого весового показателя были даны рекомендации о необходимости выполнить определенные регламентные мероприятия, подходящие для каждого параметра [8].

Фактический процент выполнения для каждого параметра может отличаться от нормативного процента выполнения, но в сумме общий фактический процент выполнения должен быть больше либо равен суммарному нормативному проценту эффективности.

На основании представленных исходных данных полученные результаты занесены в таблицу 1 [9].

В таблице каждому параметру присвоен критерий в зависимости от уникальных характеристик объекта строительства: и чем сложнее условия производства работ, тем выше будет весовой показатель у критерия. На основании весового показателя выбраны фактические значения выполнения для каждого параметра. В

результате перемножения весового показателя, присвоенного параметру, на фактическое значение выполнения были получены итоговые значения эффективности для каждого параметра. Процент эффективности для нормативного значения рассчитывается автоматически в зависимости от весового показателя, который присваивается на основании выбранного критерия. На данном объекте суммарный показатель нормативной эффективности должен быть больше либо равен 48 %. В результате проведенного расчета фактической эффективности научно-технического сопровождения на данном объекте был получен результат равный 50 %.

Полученный фактический процент эффективности больше показателя нормы эффективности, в связи с чем можно сделать вывод, что мероприятия, которые будут выполняться в рамках научно-технического сопровождения в процессе строительства, будут эффективны и целесообразны [10].

Разработанная параметрическая модель применима ко всем объектам уникального высотного строительства, так как представленные в таблице 1 параметры были получены путем проведения выборки наиболее значимых параметров на более чем 15 объектах уникального высотного строительства в городе Москве. В случае применения разработанной параметрической модели на других объектах уникального высотного строительства в рамках научно-технического сопровождения строительства, параметры будут оставаться постоянными, но могут измениться критерии, так как каждый объект имеет свои уникальные свойства, например, физические свойства основания, на котором будет располагаться объект.

Результатом работы стала разработанная параметрическая модель для оценки эффективности применения системы научно-технического сопровождения строительства уникальных высотных зданий. Данная модель зарегистрирована как программа ЭВМ (номер регистрации (свидетельства) 2020615013).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пособие по научно-техническому сопровождению и мониторингу строящихся зданий и сооружений, в том числе большепролетных, высотных и уникальных / Правительство Москвы, Госстрой ; ОАО «КТБ ЖБ», ГУП «НИИМосстрой», ФГУП «НИЦ Строительство», ГУП МНИИТЭП, Госстройнадзор г. Москвы ; под ред. А. Д. Косован [и др.]. – Москва, 2008. – С. 76.
2. Лapidус А. А. Научно-техническое сопровождение изысканий, проектирования и строительства как обязательный элемент достижения требуемых показателей проекта // Вестник МГСУ. – 2019. – С. 9.
3. Гранев В. В. Научно-техническое сопровождение проектирования зданий и сооружений / В. В. Гранев. – Москва : Издательство ПГС, 2018. – С. 4.
4. Каширцев М. С., Топчий Д. В. Теоретические аспекты осуществления научно-технического сопровождения на этапе строительства при возведении высотных зданий / М. С. Каширцев, Д. В. Топчий ;

REFERENCES

1. Posobie po nauchno-tekhicheskomu soprovozhdeniyu i monitoringu stroyashhikh zdaniy i sooruzhenij, v tom chisle bol'sheproletnykh, vysotnykh i unikal'nykh [Manual on scientific and technical support and monitoring of buildings and structures under construction, including large-span, high-rise and unique ones] / Pravitel'stvo Moskvy, Gosstroj ; ОАО «КТБ ЖБ», ГУП «НИИМосстрой», ФГУП «НИЦ Строительство», ГУП МНИИТЭП, Gosstrojnadzor g. Moskvy ; pod red. A. D. Kosovan [et. al.]. – Moscow, 2008. – 76 p.
2. Lapidus A. A. Nauchno-tekhicheskoe soprovozhdenie izyskanij, proektirovaniya i stroitel'stva kak obyazatel'nyj ehlement dostizheniya trebuemykh pokazatelej projekta [Scientific and technical support for research, design and construction as an indispensable element in achieving the required project indicators] // Vestnik MGSU. – Moscow : National Research Moscow State University of Civil Engineering, 2019. – P. 9.

- Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2019. – С. 4.
5. Воробьев А. С., Музыченко С. Г., Проблемы осуществления научно-технического сопровождения строительства и перспективы их решения // Вестник МГСУ. – 2019. – С. 2.
 6. Каширцев М. С. Топчий Д. В. Осуществление научно-технического сопровождения строительства при возведении высотных зданий // Дни студенческой науки. – Москва : МГСУ, 2019. – С. 5.
 7. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения [Текст] : ГОСТ Р 27751-2014 : разраб. ОАО НИЦ «Строительство» - ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко : принят протоколом Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации от 14 ноября 2014 г. № 72-П : введ. с 01.07.2015. – Москва : Стандартиформ, 2015. – С. 28.
 8. Лapidus А. А., Кангезова М. Х., Систематизация организационно-технологических аспектов научно-технического сопровождения зданий и сооружений высотой более 100 м / А. А. Лapidus, М. Х. Кангезова // Сборник трудов Первой совместной научно-практической конференции ГБУ «ЦЭИИС» и ИПРИМ РАН. – Москва : САМПолиграфист, 2019. – С. 5.
 9. Каширцев М. С., Топчий Д. В. Разработка параметрической модели для организации научно-технического сопровождения при строительстве // Строительное производство. – Москва : Национальный образовательный центр, 2020. – С. 5.
 10. Ведяков И. И., Еремеев П. Г., Соловьев Д. В., Научно-техническое сопровождение и нормативные требования при реализации проектов зданий и сооружений повышенного уровня ответственности // Промышленное и гражданское строительство. – Москва : Издательство ПГС, 2018. – С. 5.
3. Granev V. V. Nauchno-tekhnicheskoe soprovozhdenie proektirovaniya zdaniy i sooruzhenij [Scientific and technical support for the design of buildings and structures] / V. V. Granev. – Moscow Izdatel'stvo PGS, 2018. – P. 4.
 4. Kashirtsev M. S., Topchij D. V. Teoreticheskie aspekty osushhestvleniya nauchno-tekhnicheskogo soprovozhdeniya na eh tape stroitel'stva pri vozvedenii vysotnykh zdaniy [Theoretical aspects of the implementation of scientific and technical support at the construction stage during the construction of high-rise of buildings] / M. S. Kashirtsev, D. V. Topchij ; Sankt-Peterburgskij gosudarstvennyj arkhitekturno-stroitel'nyj universitet. – St. Petersburg : SPbGASU, 2019. – P. 4.
 5. Vorob'ev A. S., Muzychenko S. G., Problemy osushhestvleniya nauchno-tekhnicheskogo soprovozhdeniya stroitel'stva i perspektivy ikh resheniya [Problems of implementation of scientific and technical support for construction and the prospects for their solution] // Vestnik MGSU. – Moscow: National Research Moscow State University of Civil Engineering, 2019. – P. 2.
 6. Kashirtsev M. S. Topchij D. V. Osushhestvlenie nauchno-tekhnicheskogo soprovozhdeniya stroitel'stva pri vozvedenii vysotnykh zdaniy [Implementation of scientific and technical support for the construction of high-rise buildings] // Dni studencheskoj nauki [Days of student science]. – Moscow : Publishing House National Research Moscow State University of Civil Engineering, 2019. – P. 5.
 7. Nadezhnost' stroitel'nykh konstruksij i osnovanij. Osnovnye polozheniya [Reliability of building structures and foundations. Basic provisions] : ГОСТ R 27751-2014 : razrab. ОАО NITS «Строительство» - TSNIISK im. V. A. Kucherenko [developed by the] JSC Research Center «Construction» - TsNIISK named after V. A. Kucherenko] : prinyat protokolom Mezhgosudarstvennogo soveta po standartizatsii, metrologii i sertifikatsii ot 14 noyabrya 2014 g. № 72-P : vved. s 01.07.2015. – Moscow : Standartinform, 2015. – P. 28.
 8. Lapidus A. A., Kangezova M. Kh., Sistematzatsiya organizatsionno-tekhnologicheskikh aspektov nauchno-tekhnicheskogo soprovozhdeniya zdaniy i sooruzhenij vysotoj bolee 100 m [Systematization of organizational and technological aspects of scientific and technical support of buildings and structures with a height of more than 100 m] / A. A. Lapidus, M. Kh. Kangezova // Sbornik trudov Pervoj sovmestnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii GBU «TSEHIIS» i IPRIM RAN [Collection of proceedings of the First joint scientific and practical conference of the SBU «CEIIS» and IPRIM RAS]. – Moscow : SAMpoligrafist, 2019. – P. 5.
 9. Kashirtsev M. S., Topchij D. V. Razrabotka parametricheskoy modeli dlya organizatsii nauchno-tekhnicheskogo soprovozhdeniya pri stroitel'stve [Development of a parametric model for the organization of scientific and technical support in construction] // Stroitel'noe proizvodstvo [Construction production]. – Moscow : Natsional'nyj obrazovatel'nyj tsentr [National Educational Center], 2020. – P. 5.
 10. Vedyakov I. I., Eremeev P. G., Solov'ev D. V., Nauchno-tekhnicheskoe soprovozhdenie i normativnye trebovaniya pri realizatsii proektov zdaniy i sooruzhenij povyshennogo urovnya otvetstvennosti [Scientific and technical support and regulatory requirements for the implementation of projects of buildings and structures of increased responsibility] // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo [Industrial and civil construction]. – Moscow : Izdatel'stvo PGS, 2018. – P. 5.

Система показателей для оценки устойчивости строительных предприятий

Reference Criteria for Assessing the Sustainability of a Construction Company

Абрамов Иван Львович

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии и организация строительного производства», ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), 129337, Россия, Москва, Ярославское шоссе, д. 26, ivan2193@yandex.ru

Abramov Ivan L'vovich

Candidate of Engineering Science, Associate Professor at the Department «Technologies and Organization of Construction Production», National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU), 129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26, ivan2193@yandex.ru

Аннотация

Введение. Устойчивое функционирование строительных предприятий оказывает влияние на качественное состояние строительной отрасли в целом. Разработка целостной системы показателей и методики оценки устойчивости строительного предприятия является актуальной задачей. В настоящей статье оценку устойчивого состояния строительного предприятия предлагается выполнять на основе анализа показателей результативности строительного производства, позволяющих определить тенденции и направленность динамики устойчивости. Для этого необходимо выработать определенные правила формирования системы показателей оценки устойчивого состояния строительного предприятия.

Материалы и методы. В строительной отрасли применяется большое количество показателей, которые могут быть использованы для оценки устойчивости предприятия. Выбор наиболее информативных из них для анализа устойчивости является сложной и актуальной задачей. С целью ее решения в настоящей статье были определены требования к показателям оценки устойчивости строительного предприятия. При формулировании требований автор использовал положения объективистской теории измерения качества и методологии измерения синтетических категорий, методы системного анализа, структуризации и классификации технико-экономической информации, а также статистические методы исследования.

Результаты. Проведенное исследование позволило сформировать систему показателей для качественной и количественной оценок состояния строительного предприятия.

Выводы. Целью формируемой системы показателей оценки устойчивого состояния строительного предприятия является создание единой информационной основы (показателей-индикаторов и критериев результативности строительного производства), используемой для оценки качественных и количественных аспектов устойчивости производственной системы.

Abstract

Introduction. The sustainable operation of construction companies has an impact on the overall quality of the construction industry. The development of an integrated system of indicators and methods for assessing the sustainability of a construction company is an urgent task. This paper suggests assessing the sustainability of a construction company based on an analysis of performance indicators of construction operations, which allow one to determine the trends and direction of sustainability dynamics. To do this, one needs to develop certain rules for developing a system of reference criteria for assessing the sustainability of a construction firm.

Materials and methods. Construction practice uses a large number of criteria to assess the sustainability of a company. Selection of the most informative criteria for sustainability analysis is a complex and actual issue. To address it, this paper has defined general requirements for construction firm's sustainability assessment indicators. While defining said requirements the author employed the objectivistic theory of quality measurement and synthetic category methodology, methods for systemic analysis, structuring and classification of technical and economic information as well as statistical research methods.

Results. The conducted research has resulted in reference criteria that allow one to perform qualitative and quantitative assessment of the condition of a construction firm.

Conclusions. The purpose of developing the reference criteria for assessing the sustainable condition of a construction firm is the creation of a uniform information basis (indicators and criteria for determining the effectiveness of a construction project) that one can use to assess qualitative and quantitative aspects of a sustainable construction system.

The necessary results were achieved by structuring and optimizing assessment criteria based on a principle where a management system is secondary to a construction process.

Необходимые результаты достигнуты посредством проведения структуризации и оптимизации оценочных показателей в соответствии с принципом первичности строительного производства и вторичности по отношению к нему системы управления.

Полученные научные данные являются дополнением к опубликованным ранее результатам исследования, посвященным анализу устойчивости строительных предприятий в различных условиях функционирования.

Ключевые слова: устойчивость, основные показатели, строительное производство, дополнительные показатели оценки устойчивости, устойчивость строительного предприятия.

Введение

Основной функцией строительного предприятия как производственной системы является выполнение работ по строительству объектов, а также монтажных, пусконаладочных и иных работ, неразрывно связанных со строительством зданий и сооружений различного назначения, собственными силами и (или) силами привлеченных субподрядных организаций. Самыми существенными обязательствами генподрядной организации являются:

- выполнение запланированных заказчиком объемов строительно-монтажных работ по генподряду и собственными силами;
- своевременное выполнение плана ввода объектов в эксплуатацию.

Производственные системы имеют обязательства не только перед заказчиками, но и перед субподрядчиками, поставщиками материалов и изделий, другими смежными участниками строительства по организации условий для производства ими работ (оказания услуг), своевременной приемки и оплаты выполненных работ.

Потеря строительными предприятиями устойчивости по тем или иным причинам отрицательно влияет на состояние, возможности и результаты их производственно-хозяйственной деятельности, а также на строительный комплекс в целом. Поэтому оценка уровня устойчивости является актуальной проблемой для каждого строительного предприятия. В процессе проведения такой оценки традиционно применяется большое количество показателей устойчивости.

Вопросам типологии видов и классификации показателей устойчивости предприятий строительной отрасли посвящено значительное количество исследований [1–3]. В большинстве прикладных работ классификация показателей обобщает накопленный опыт резервирования их мощности для устойчивого развития предприятий. Достаточно подробно показатели устойчивости предприятий рассмотрены в работах [2, 3]. Наиболее целесообразным представляется формирование обоснованного профессионального набора данных для решения поставленных исследовательских задач, под которыми в настоящей работе понимаются сле-

The obtained scientific data contribute to the previously published research findings on the stability analysis of construction companies under various operating conditions.

Keywords: sustainability, key indicators, construction production, additional indicators for assessing sustainability, sustainability of a construction company.

дующие: разработка способов, методов и инструментария для мониторинга и регистрации признаков потери устойчивости; качественная и количественная оценки устойчивого состояния строительного предприятия; методы и методики организации и управления строительным производством в целях обеспечения устойчивости предприятия. Таким образом, исследование устойчивости строительного предприятия потребовало систематизации оценочных показателей с точки зрения их применения в качестве индикаторов результативности деятельности строительного предприятия, с одной стороны, и критериев для количественной оценки устойчивости, с другой.

Автором настоящей статьи в опубликованных ранее работах даны рекомендации по оценке устойчивости строительного предприятия с применением мониторинга динамики оценочных показателей строительного производства, а также величины интегрального индикатора качества строительного предприятия [5, 6]. Выполнение указанных рекомендаций позволяет соблюсти единство черт (свойств) индикаторов и критериев в показателях системы оценки устойчивости строительного предприятия на основе сформулированных требований к ним, а именно:

1. Показатели-индикаторы и критерии, используемые для регистрации устойчивого (неустойчивого) состояния и количественной оценки устойчивости, должны быть едиными.

2. Показателей должно быть достаточно для всесторонней оценки многомерного эмерджентного свойства (устойчивости). Тем не менее, их количество должно быть ограничено для удобства практического применения. Показатели следует группировать по смысловым и причинно-следственным блокам, например, в соответствии с принципами Парето.

3. Показатели должны соотноситься с системой показателей, принятой для оценки результатов производственно-хозяйственной деятельности строительного предприятия, основываться на действующем порядке учета и отчетности. Необходимо избегать использования новых смысловых, неадаптированных к строительной сфере, показателей.

4. В целях обеспечения статистического подхода к измерению синтетической категории качества и снижения общей дисперсии выборки рекомендуется использовать относительные показатели, приведенные к мощностным характеристикам строительного предприятия.

5. Основу системы показателей должны составлять показатели производственного и технического состояния строительного предприятия и организационно-управленческих процессов, поскольку именно их количественные оценки определяют устойчивость предприятия как характеристику качественного состояния организационно-производственной системы.

Материалы и методы

Для оценки качественного состояния предприятия автором предложено использовать статистические методы оценки динамики показателей-индикаторов (см. табл. 1).

Такие показатели должны удовлетворять следующим условиям:

- они должны подтверждаться статистической и управленческой отчетностью строительного предприятия;
- они должны быть понятны специалистам и иметь количественную оценку;
- их можно интерпретировать в контексте исходных данных.

В качестве инструмента обработки показателей и полученных впоследствии данных предлагается использовать меры положения и рассеяния значений показателей-индикаторов результативности функционирования строительного предприятия.

К мерам положения относят среднее (\bar{X}), медиану (Me), к мерам рассеяния – размах (R), стандартное отклонение (σ), дисперсию и некоторые другие характеристики статистических выборок.

Установлено, что вариация данных в результате обычных внутрисистемных причин, присущих строительному производству, не превышает установленных допусков, она управляема, невелика и малозначима для изменения качественного состояния предприятия в целом. Избыточная вариабельность статистического процесса порождается особыми неслучайными причинами, внешними по отношению к строительному производству, и индицирует о возможной потере устойчивости предприятием. Для регистрации неестественной для статистического процесса избыточной вариации задаются контрольные пределы и правила установления потери статистической управляемости [7–9].

Для количественной оценки устойчивости строительного предприятия предложено использовать структурно-функциональный подход к измерению латентных синтетических индикаторов (оценок). Апостериорный состав показателей определяется в результате профессионального отбора с учетом качества исходных данных. Выбору подлежат наиболее информативные (вариабельные) показатели, прямо характеризующие некоторую качественную сторону в деятельности строительного предприятия. При отборе показателей в качестве частных критериев оценки интегрального индикатора применяют статистические методы отбора. Пар-

Заключение о состоянии строительного предприятия Expert review on the condition of the construction company	Статистические оценки показателей строительного производства Statistical estimates of construction criteria	
	Основной набор показателей Core criteria	Дополнительные показатели Additional criteria
Устойчивое Sustainable	Все показатели фиксируют устойчивое управляемое состояние All indicators point to a stable manageable condition	Не требуется Not required
Ближе к устойчивому Closer to sustainable	Не менее 75 % фиксируют устойчивое управляемое состояние At least 75 % point to a sustainable managed condition	Дополнительные показатели фиксируют устойчивое управляемое состояние Additional indicators point to a stable managed condition
Ближе к неустойчивому Closer to unsustainable	Более 50 % показателей фиксируют устойчивое управляемое состояние More than 50 % of the indicators indicate a stable managed condition	Не все дополнительные показатели фиксируют устойчивое управляемое состояние Not all additional indicators show a stable manageable condition
Неустойчивое Unsustainable	Менее 50 % показателей фиксируют устойчивое управляемое состояние Less than 50 % of the indicators show a stable manageable condition	Оценки выполняются в целях поиска причин неустойчивости Evaluations are carried out to find causes of instability

Табл. 1. Качественная оценка устойчивости строительного предприятия
Tab. 1. Qualitative assessment of the construction company's sustainability

ные множественные сравнения корреляций однородных показателей результативности позволяют (при необходимости) восстановить значения исключенных из априорного набора показателей на основании регрессионных моделей.

Несомненным преимуществом предложенного подхода к формированию системы оценочных показателей устойчивости предприятия является использование единой информационной базы данных о результативности строительного производства, фиксируемых статистической и управленческой отчетностью.

Однако таких оценочных технико-экономических показателей может быть достаточно много, что затрудняет выбор наиболее информативных. Например, в работе [3] рассмотрено 48 показателей. В процессе анализа вариабельности большого количества показателей необходимо проводить их структурирование и некоторое возможное агрегирование. Это помогает сформировать определенный набор показателей, которые в достаточной степени смогут зафиксировать качественное состояние строительного предприятия и позволят выявить причины потери устойчивости [6].

Результаты

Решение проблемы структуризации и количественной оптимизации показателей оценки устойчивости заключается в рассмотрении

строительного производства как главной функции предприятия. В соответствии с принципом первичности производства и вторичности по отношению к нему системы управления, устойчивость строительного производства следует оценивать при помощи показателей технического, технологического и организационного состояния. «Управленческие и экономические показатели предложено рассматривать сквозь призму обеспечения рационального устойчивого состояния основных компонентов строительного производства – строительных машин и механизмов, организационно-технологических процессов, труда» [7].

Для оценки устойчивого состояния строительного предприятия предлагается использовать основные и дополнительные показатели. К основным оценочным показателям предложено относить валовые и удельные показатели (в расчете на одного работника) объемов выполненных строительно-монтажных работ (СМР) собственными силами и по генподряду, уровень кооперации, выработку и прибыль, уровень соблюдения нормативных (договорных) сроков строительства объектов. Подробное описание и измерение основных показателей устойчивости строительных предприятий представлены в работе [6]. Примерный состав основных показателей приведен в табл. 2.

№ п/п	Наименование основных показателей Name of key indicators
1	Объем СМР, выполненных собственными силами, в расчете на одного работника (K_1) Volume of construction jobs performed by staff personnel, per worker (K_1)
2	Объем СМР, выполненных по генподряду, в расчете на одного работника (K_2) The volume of construction jobs under general contract, per worker (K_2)
3	Уровень соответствия производственной загрузки потенциалу строительного предприятия (K_3) Degree of production load's compliance with the potential of the construction company (K_3)
4	Уровень соблюдения нормативных (договорных) сроков строительства объектов (выполнения работ по договорам) (K_4) Degree of compliance with normative (contractual) terms of construction projects (performance of jobs under contracts) (K_4)
5	Стоимость основных производственных фондов: - в расчете на одного работника (K_5); - в расчете на объем СМР (K_6) The cost of fixed production assets: - per worker (K_5); - per volume of construction jobs (K_6)
6	Прибыль на одного работника ($\Pi_{\text{руб}}$) Profit per worker ($\Pi_{\text{руб}}$)

Табл. 2. Основные оценочные показатели производственной системы
Tab. 2. Key evaluation indicators of a production system

Дополнительные оценочные показатели отражают причинно-следственные связи динамики строительного производства. По отношению к основным оценочным показателям они дополняют свойство устойчивости оценками технического и организационного состояния

производственных процессов, состояния системы управления строительным производством и экономических результатов ее деятельности. Примерный состав и способы измерения дополнительных оценочных показателей приведены в табл. 3.

№ п/п	Наименование показателя Criterion	Единица измерения Unit of measurement	Расчетная формула Calculation formula
Показатели технического состояния строительного производства Indicators of technical condition of a construction project			
1	Коэффициент соответствия среднего разряда рабочих среднему разряду работ (для рабочих) The coefficient matching the average worker grade to the average job grade (for workers)	—	$K_{cp} = P_{cp,px} / P_{cp,pt}$
2	Механовооруженность труда Degree of construction mechanization	—	$M_{в.т} = \frac{MM}{N}$
3	Средний возраст строительных машин и оборудования Average age of construction machinery and equipment	лет years	$T_{cp} = \frac{\sum Ki \times Ti}{K}$
4	Удельный вес активной части основных производственных фондов The share of fixed production assets in operation	—	$K_o = \frac{ОПФп}{ОПФ}$
5	Уровень физического износа активной части основных производственных фондов Degree of physical wear of fixed production assets in operation	—	$K_{изп} = \frac{Иопф}{ОПФп}$
Показатели организации строительного производства Construction organization indicators			
6	Уровень кооперации On-site cooperation degree	—	$У_{кп} = Q_{сп} / Q_{гп}$
7	Уровень кооперирования Off-site cooperation degree	—	$У_{к} = 1 - \frac{Q_{сп}}{Q_{гп}} \times \frac{Q_{сп}}{Q_{гп}}$
8	Выработка на одного рабочего Working hours per worker	Тыс. руб. на 1 раб.	$В_{раб} = Q_{сс} / N_{раб}$
9	Численность аппарата управления и линейного персонала в расчете к объему СМР, выполненных по генподряду Number of management staff and line personnel calculated in relation to the volume of construction operations performed under general contract	—	$K_{упп} = \frac{N_{ауп,+} N_{лп}}{Q_{гп}}$
Экономические показатели производственной деятельности Economic indicators of production			
10	Удельный вес фактически начисленной заработной платы рабочих (ЗП) в объеме выполненных СМР The share of actually accrued wages of workers in relation to the volume of construction operations performed	—	$K_{зп} = \frac{ЗП}{Q_{сс}}$
11	Удельный вес стоимости материалов и оборудования (Смат) в объеме выполненных СМР The share of the cost of materials and equipment in relation to the volume of construction operations performed	—	$K_{смат} = \frac{Смат}{Q_{сс}}$
12	Удельный вес стоимости эксплуатации машин и механизмов (Смм) в объеме выполненных СМР The share of the cost of operating machines and mechanisms in relation to the volume of construction operations performed	у. е.	$K_{смм} = \frac{Смм}{Q_{сс}}$
13	Удельный вес накладных расходов (НР) в объеме выполненных СМР The share of overhead expenses in relation to the volume of construction operations performed	—	$K_{нр} = \frac{Смм}{Q_{сс}}$

Табл. 3. Дополнительные оценочные показатели производственной системы
Tab. 3. Additional criteria for assessing a production system

В табл. 3 использованы следующие условные обозначения:

$P_{\text{ср.рх}}$	– средний разряд рабочих;
$P_{\text{ср.рл}}$	– средний разряд выполняемых работ;
ММ	– балансовая стоимость основных строительных машин, механизмов и оборудования, тыс. руб.;
Q _{сс}	– объем СМР, выполненных собственными силами в отчетном периоде, тыс. руб.;
N_p	– среднесписочная численность рабочих в отчетном периоде, чел.;
Q _{гп}	– объем СМР, выполненных по генподряду в отчетном периоде, тыс. руб.;
Q _{сп}	– объем СМР, выполненных специализированными подразделениями строительного предприятия в отчетном периоде, тыс. руб.;
П	– фактическая прибыль строительного предприятия в отчетном периоде, тыс. руб.

Table 3 uses the following symbols:

$P_{\text{ср.рх}}$	– average worker grade;
$P_{\text{ср.рл}}$	– average job grade;
ММ	– book value of the main construction machines, mechanisms and equipment, thousand rubles;
Q _{сс}	– the volume of construction jobs performed using staff personnel in the reporting period, thousand rubles;
N_p	– average number of workers in the reporting period, persons;
Q _{гп}	– volume of construction jobs performed under general contract in the reporting period, thousand rubles.;
Q _{сп}	– volume of construction jobs performed by specialized units of the construction company in the reporting period, thousand rubles;
П	– actual profit of the construction company in the reporting period, thousand rubles.

Показатели экономического характера могут включаться в состав как основных, так и дополнительных показателей. Они применяются для оценки качества взаимоувязки (обнаружение диспропорций) показателей организационного и технического состояния строительного предприятия. Основными из них являются: прибыль (в расчете на одного работника) и себестоимость СМР.

Перечни основных и дополнительных оценочных показателей не рассматриваются автором в качестве исчерпывающих. Необходимый (достаточный) состав оценочных показателей определяется их динамикой и вариабельностью, которые позволяют с уверенностью констатировать состояние производственной системы. Потребность в детальном рассмотрении вариации дополнительных показателей оценки устойчивого состояния возникает в случае необходимости обеспечения их сбалансированности при обнаружении негативного влияния внешних причин.

Выводы

Исследование устойчивости строительного предприятия потребовало систематизации оценочных показателей с точки зрения их применения в качестве индикаторов потери устойчивого состояния и критериев количественной оценки устойчивости.

Решение проблемы структуризации и оптимизации набора показателей найдено в соответствии с принципом первичности строительного производства и вторичности по отношению к нему системы управления. Автором определены составы основных и дополнительных оценочных показателей, отражающих причинно-следственные связи динамики строительного производства.

Смысловое и целевое назначение полученных результатов заключается в формировании системы показателей оценки устойчивого состояния строительного предприятия, являющейся единой информационной основой (показатели-индикаторы и критерии строительного производства) для анализа качественного состояния и количественных аспектов устойчивости производственной системы.

Проведенное исследование в совокупности с ранее опубликованными научными работами автора направлено на определение состояния устойчивости строительного предприятия как многомерного эмерджентного свойства динамической производственной системы, разработку рациональных значений параметров организационно-технологической структуры управления, обеспечивающей заданный уровень устойчивости строительного предприятия в условиях рисков и неопределенности производственной загрузки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лоскутов Р. Ю. Резервы повышения экономической устойчивости промышленного предприятия : диссертация кандидата экономических наук : 08.00.05 / Р. Ю. Лоскутов. – Саратов, 1998. – 187 с.
2. Яруллина Г. Р. Методология обеспечения устойчивого развития промышленного предприятия / Г. Р. Яруллина. – Казань : Казанский ун-т, 2010. – 357 с. – ISBN 978-5-98180-853-1.
3. Головач Э. П. Научные основы повышения организационной надежности и устойчивости предприятий инве-

REFERENCES

1. Loskutov R. Yu. Rezervy povysheniya ehkonomicheskoy ustojchivosti promyshlennogo predpriyatiya [Reserves for improving the economic stability of an industrial enterprise : diss. of the cand. econ. sc.] / R. Yu. Loskutov. – Saratov, 1998. – 187 p.
2. Yarullina G. R. Metodologiya obespecheniya ustojchivogo razvitiya promyshlennogo predpriyatiya [Methodology for ensuring sustainable development of an industrial enterprises] / G. R. Yarullina. – Kazan : Kazan University, 2010. – 357 p. – ISBN 978-5-98180-853-1.

- стиционно-строительного комплекса : диссертация / Э. П. Головач. – 2001. – С. 53.
4. Лapidus A. A., Abramov I. L. Устойчивость организационно-производственных систем в условиях рисков и неопределенности строительного производства // Перспективы науки. – 2018. – № 6. – С. 8–11.
 5. Abramov I. L. Метод количественной оценки устойчивости строительного предприятия. – DOI 10.22227/1997-0935.2019.12.1619-1627 // Вестник МГСУ. – 2019. – Т. 14, вып. 12. – С. 1619–1627.
 6. Abramov I. L. Система показателей устойчивости строительных предприятий в различных условиях функционирования // Строительное производство. – 2020. – № 1. – С. 93–99.
 7. Abourizk S. M., Knowles P., Hermann U. Estimating labor production rates for industrial construction activities // Journal of Construction Engineering and Management. – 2001. – № 127 (6). – P. 502–511.
 8. Systems Thinking. Managing Chaos and Complexity. A Platform for Designing Business Architecture / J. Gharajedaghi. – Minsk : Grevtsov Books, 2010. – 480 p.
 9. Барабанова О. А. Семь инструментов контроля качества / О. А. Барабанова, В. А. Васильев, С. А. Одинок. – URL: <http://pqm-online.com/assets/files/lib/books/barabanova2.pdf>
 3. Golovach Eh. P. Nauchnye osnovy povysheniya organizatsionnoj nadezhnosti i ustojchivosti predpriyatij investitsionno-stroitel'nogo kompleksa [Scientific bases of improving the organizational reliability and stability of the enterprises of investment and construction complex] : dissertatsiya [dissertation] / Eh. P. Golovach. – 2001. – P. 53.
 4. Lapidus A. A., Abramov I. L. Ustojchivost' organizatsionno-proizvodstvennykh sistem v usloviyakh riskov i neopredelennosti stroitel'nogo proizvodstva [Stability of organizational and production systems in the conditions of risks and uncertainty of construction production] // Perspektivy nauki [Perspectives of science]. – 2018. – № 6. – P. 8–11.
 5. Abramov I. L. Metod kolichestvennoj otsenki ustojchivosti stroitel'nogo predpriyatiya [Method of quantitative assessment of the stability of a construction enterprise]. – DOI 10.22227/1997-0935.2019.12.1619-1627 // Vestnik MGSU [MGSU Bulletin]. – 2019. – Vol. 14, iss. 12. – P. 1619–1627.
 6. Abramov I. L. Sistema pokazatelej ustojchivosti stroitel'nykh predpriyatij v razlichnykh usloviyakh funkcionirovaniya [System of indicators of stability of construction enterprises in various conditions of functioning] // Stroitel'noe proizvodstvo [Construction production]. – 2020. – № 1. – P. 93–99.
 7. Abourizk S. M., Knowles P., Hermann U. Estimating labor production rates for industrial construction activities // Journal of Construction Engineering and Management. – 2001. – № 127 (6). – P. 502–511.
 8. Gharajedaghi, J. Systems Thinking. Managing Chaos and Complexity. A Platform for Designing Business Architecture / J. Gharajedaghi. – Minsk : Grevtsov Books, 2010. – 480 p.
 9. Barabanova O. A. Sem' instrumentov kontrolya kachestva [Seven tools for quality control] / O. A. Barabanova, V. A. Vasil'ev, S. A. Odinokov. – URL: <http://pqm-online.com/assets/files/lib/books/barabanova2.pdf>.

НОВОСТЬ

Минстрой России инициировал создание облачного решения ИСОГД для регионов

Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации планирует создать облачное решение информационной системы обеспечения градостроительной деятельности (ИСОГД) субъектов РФ.

Об этом сообщил заместитель министра Александр Козлов.

«Регионы должны начать работу в своих Информационных системах обеспечения градостроительной деятельности уже в 2021 году. Однако лишь четверть из них качественно решают поставленную задачу, остальные испытывают сложности, в том числе из-за отсутствия высокопрофессиональных специалистов в области проектирования подобных систем. Чтобы ускорить процесс внедрения ИСОГД в субъектах, Минстрой России выступил с инициативой создания облачного решения для региональных систем», – рассказал Александр Козлов.

Облачное решение предполагается внедрить в качестве одного из основных элементов федеральной ГИСОГД РФ в качестве подсистемы

«Облачное решение информационной системы обеспечения градостроительной деятельности субъекта Российской Федерации».

Реализация проекта позволит интегрировать информацию о градостроительной деятельности на территории всей страны для дальнейшего анализа в национальной системе управления данными, а также обеспечит перевод административных процедур в сфере градостроительной деятельности в цифровой формат. Это повысит открытость градостроительной деятельности для общества, в том числе за счет снижения издержек при получении информации, формируемой на всех этапах жизненного цикла объектов капитального строительства физическими и юридическими лицами.

В настоящее время возможность создания такой облачной системы Минстрой России прорабатывает с федеральным министерством цифрового развития, связи и массовых коммуникаций и аппаратом Правительства России.

Источник: сайт Минстроя России <https://minstroyrf.gov.ru>

УДК 69.036

Механизмы экспертного оценивания связанных объектов строительства

Mechanisms of Expert Estimation of the Connected Construction Objects

Баркалов Сергей Алексеевич

Заведующий кафедрой «Управление», ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» (ВГТУ),
394006, Россия, Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84, sbarkalov@mail.ru

Barkalov Sergej Alekseevich

The head of the Department of «Management», Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Voronezh State Technical University» (VGTU),
394006, Russia, Voronezh, ulitsa 20-letiya October, sbarkalov@mail.ru

Белоусов Вадим Евгеньевич

Заведующий кафедрой «Кибернетика в системах организационного управления», ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» (ВГТУ),
394006, Россия, Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84, belousov@vgasu.vrn.ru

Belousov Vadim Evgen'evich

The head of the Department of «Cybernetics in the Systems of Organizational Management», Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Voronezh State Technical University» (VGTU), 394006, Russia, Voronezh, ulitsa 20-letiya October, 84, belousov@vgasu.vrn.ru

Тутаришев Заур Батырбиевич

Аспирант кафедры «Управление», ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» (ВГТУ),
394006, Россия, Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84, bztutarishev@mail.ru

Tutarishev Zaur Batyrbievich

Graduate student at the Department «Management», Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Voronezh State Technical University» (VGTU),
394006, Russia, Voronezh, ulitsa 20-letiya October, 84, bztutarishev@mail.ru

Аннотация

Введение. Работа посвящена разработке способов оценивания по предпочтению связанных объектов строительства. Впервые эта задача рассмотрена Кендаллом и Смитом для случая, когда на каждой паре объектов эксперт указывает «лучший», то есть наиболее предпочтительный. Проверялось предположение о том, что все объекты могут быть строго упорядочены. Отношение предпочтения эксперта в этом случае представляется некоторым графом, вершины которого соответствуют строительным объектам исходного множества, а каждая дуга направлена от «лучшей» вершины к «худшей». В этом случае строгому упорядочению соответствует транзитивный граф, и наоборот. Однако для строительных объектов такое утверждение не всегда правомерно.

Постановка задачи. На практике гораздо чаще встречаются ситуации, когда в сравнениях по предпочтению

Abstract

Introduction. The article is devoted to application development of methods of estimation on preference of the connected construction objects. For the first time this task is considered by Kendall and Smith for case when on each couple of objects the expert specifies «best», that is the most preferable. The assumption that all objects can be strictly ordered was checked. The relation of preference of the expert in this case is represented some count whose tops correspond to construction objects of initial set, and each arch is directed from the «best» top to «worst». In this case to strict streamlining there corresponds the transitive count and vice versa. However for construction objects such statement is not always lawful.

Problem definition. In practice much situations when in comparisons on preference the compared objects almost do not differ on number of essential properties meet more often,

сравниваемые объекты почти не различаются по ряду существенных свойств, и эксперт воспринимает их как одинаковые (связанные). Для решения данной проблемы введено понятие меры транзитивности графа (показатель последовательности ответа эксперта).

Перечисление нетранзитивных троек в орграфах.

В результате решается задача перечисления циклических троек в транзитивном графе экспертного оценивания связанных строительных объектов, найдено максимально возможное число таких троек, а также подсчитано распределение функции числа циклических троек в графе при гипотезе о случайности ответов эксперта.

Заключение. В результате снята неопределенность принимаемого критерия экспертного оценивания связанных объектов строительства, и результаты оценивания интерпретируется однозначно в зависимости от конкретных обстоятельств.

Ключевые слова: бинарная связь, граф, гипотеза, множество, неопределенность, критерий оценивания, объекты строительства, ранжирование, транзитивность, упорядочение, эксперт.

Значительное число экспертиз строительных объектов проводится с целью их ранжирования относительно некоторого множества по заданным экспертами критериям эффективности. Необходимость такой оценки обусловлена невозможностью достоверно формализовать критерий оценки объектов строительства. Как правило, эксперты проводят ранжирование подобных объектов по вербально заданному критерию, что не всегда обосновано. Если предпочтения специалиста предлагают двойчную связь по большому количеству объектов – в некоторых случаях они могут отличаться от порядка. Одной из причин этого является неопределенность принятого критерия. Например, «качество», «эффективность», «важность» и т. д. – общие критерии оценки строительных объектов. Поэтому результаты интерпретируются по-разному в зависимости от конкретных обстоятельств. Есть опасность того, что отсутствие у эксперта четкой интерпретации затруднит для него ранжирование строительных объектов.

К аналогичному результату может привести и недостаточная компетентность эксперта. Если бинарное отношение предпочтения, полученное от эксперта, отличается от упорядочения в известном смысле не слишком сильно, то имеющиеся различия можно приписать случайным ошибкам наблюдения и при помощи некоторого правила перейти от полученного отношения к ранжированию объектов. Если же отличие значительно, то ранжирование объектов на основе данных экспертного оценивания не правомерно [1]. Таким образом, возникает задача оценки сходства отношения предпочтения эксперта с упорядочением.

Впервые эта задача была рассмотрена Кендаллом и Смитом в работе [2] для случая, когда на каждой паре объектов эксперт указывает «лучший», то есть наиболее предпочтительный. Про-

and the expert perceives them as identical (connected). For the solution of this problem the concept of measure of transitivity of the count (indicator of the sequence of the answer of the expert) is entered. The problem of transfer of the cyclic three in the transitive count of expert estimation of the connected construction objects is as a result solved, the greatest possible number of such three is found and also distribution of function of number of the cyclic three in the column at hypothesis of accident of answers of the expert is counted.

Conclusion. Uncertainty of the accepted criterion of expert estimation of the connected construction objects and results of estimation is as a result removed it is interpreted unambiguously depending on specific circumstances.

Keywords: binary communication, count, hypothesis, set, uncertainty, criterion of estimation, construction objects, ranging, transitivity, streamlining, expert.

верялось предположение о том, что все объекты могут быть строго упорядочены. Отношение предпочтения эксперта в этом случае представляется некоторым графом T , вершины которого соответствуют объектам исходного множества, а каждая дуга направлена от «лучшей» вершины к «худшей». Кендалл и Смит исходили из того, что строгому упорядочению соответствует транзитивный граф, и наоборот. Как известно, транзитивные графы не содержат циклических троек. В работе [2] был предложен следующий показатель сходства отношения предпочтения эксперта со строгим упорядочением:

$$\xi(T) = 1 - c(T) / \max_T c(T) \quad (1)$$

где $c(T)$ – число циклических троек в графе T , $\max_T c(T)$ – максимальное число циклических троек в графе заданной размерности.

Понятно, что $\xi(T)$ может рассматриваться как мера транзитивности графа T или показателем последовательности ответа эксперта. В результате может быть решена задача перечисления циклических троек в графе T , найдено максимально возможное число таких троек, а также подсчитано распределение $c(T)$ при гипотезе о случайности ответов эксперта для $n < 8$, где n – размерность графа. При этом с увеличением n распределение $c(T)$ будет стремиться к нормальному с параметрами:

$$\binom{n}{3} / 4 \text{ и } \binom{n}{3} \cdot \frac{3}{6} \quad (2)$$

Предположение о том, что строительные объекты исходного множества могут быть строго упорядочены, является довольно проблемным. На практике гораздо чаще встречаются ситуации, когда в сравнениях по предпочтению сравниваемые объекты почти не различаются по ря-

ду существенных свойств, и эксперт воспринимает их как одинаковые (связанные) [3].

Постановка задачи

Пусть на множестве строительных объектов $V = \{v_1, v_2, v_3\}$ задано бинарное отношение $R \subseteq V \times V$, описывающее предпочтения эксперта, которое можно выявить методом парных сравнений, при этом включение $(v_i, v_j) \in R, i, j \in \overline{1, n}$ будет означать, что объект v_i не менее предпочтителен, чем объект v_j .

Тогда R принадлежит множеству всех линейных рефлексивных бинарных отношений на V . Обозначим через S_{io} множество всех упорядоченных на V . Бинарное отношение считается упорядочением, если оно рефлексивно, линейно и транзитивно. В этом случае задача заключается в измерении сходства R с отношениями из S_{io} .

Рассмотрим следующую меру транзитивности R , аналогичную коэффициенту Кендалла–Смита:

$$\xi(R) = 1 - \frac{x(R)}{\max x(R)} \tag{3}$$

где $x(R)$ – число нетранзитивных троек в отношении R .

$$\{v_i, v_j, v_k\}, i, j, k \in \overline{1, n} \tag{4}$$

Нетранзитивной называем тройку неупорядоченных объектов:

$$\{v_i, v_j, v_k\} \tag{5}$$

из V , для которых найдется такая перестановка индексов i, j, k , что после нее будут выполняться следующие соотношения:

$$\{v_i, v_j\} \in R, \{v_j, v_k\} \in R, \{v_i, v_k\} \notin R \tag{6}$$

Разобьем отношение R на два отношения $J: S = R \cap R^{-1}$ (рефлексивное симметричное отношение неразличимости) и $P = R \setminus S$ (антирефлексивное асимметричное отношение строгого предпочтения).

Пусть R – рефлексивное линейное бинарное отношение на V . Тогда $x(R) = x(P) + x(S)$.

На произвольной тройке объектов из множества V транзитивность R нарушается тогда и только тогда, когда на этой тройке нарушена либо транзитивность неразличимости S , либо нетранзитивность строгого предпочтения P .

Рассмотрим орграф $Q = (V, P)$. Заметим, что из $(v_i, v_j) \in P$ и $(v_j, v_i) \notin P, i, j \in \overline{1, n}$ будет следовать $(v_j, v_i) \in S, (v_j, v_i) \in S$.

На рис. 1 изображены все возможные типы неизоморфных подграфов орграфа Q размерности 3 – тройки. Нетранзитивность неразличимости нарушается [4] на тройке 1-го типа, а нетранзитивность строгого предпочтения – на тройках 2-го и 3-го типов.

Число таких троек в орграфе Q обозначим через $x_1(Q), x_2(Q)$ и $x_3(Q)$ соответственно. Используя полученный результат, запишем:

$$\xi(R) = 1 - \frac{x_1(Q) + x_2(Q) + x_3(Q)}{\max_Q (x_1(Q) + x_2(Q) + x_3(Q))} \tag{7}$$

где Q_n – множество всех ориентированных графов с n вершинами.

Для использования коэффициента (R) надо вычислять совокупное число троек первых трас типов в произвольном орграфе Q , а также знать максимально возможное число таких троек в орграфе с n вершинами ($n > 3$).

Проведем перечисление нетранзитивных троек в орграфах. Для этого обозначим через $B = \|b_{ij}\|$ матрицу доминирования отношения P , где:

$$b_{ij} = \begin{cases} 1, \text{если } (v_i, v_j) \in P \\ 0, \text{в противном случае} \end{cases} \tag{8}$$

Аналогично через $A = \|a_{ij}\|$ обозначим матрицу доминирования отношения S , где:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, \text{если } (v_i, v_j) \in S \\ 0, \text{в противном случае} \end{cases} \tag{9}$$

Введем матрицу $C = A - I$, где I – единичная матрица, и обозначим ее элементы через $c_{ij}, i, j \in \overline{1, n}$.

Рассмотрим следующие функции, определенные на упорядоченных тройках вершин:

$$\{v_i, v_j, v_k\}, i \neq j \neq k, i, j, k \in \overline{1, n} \{v_i, v_j, v_k\}$$

$$a) \phi_1(i, j, k) = c_{ij} c_{jk} b_{ik}$$

$$б) \phi_2(i, j, k) = b_{ij} b_{jk} c_{ik}$$

$$в) \phi_3(i, j, k) = b_{ij} b_{jk} b_{ik}$$

Понятно, что $\phi_3(i, j, k)$ обращается в единицу тогда и только тогда, когда $b_{ij} = b_{jk} = b_{ki} = 1$. В этом

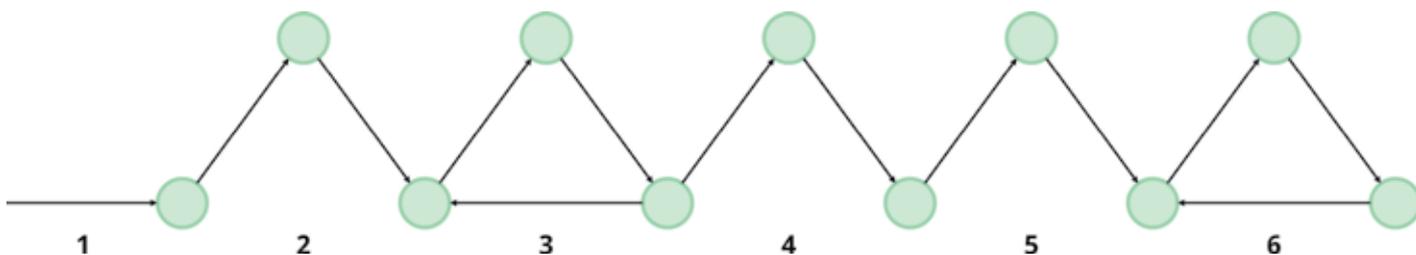


Рис. 1. Возможные типы неизоморфных подграфов орграфа Q размерности 3
 Fig. 1. Possible types of nonisomorphic subgraphs of orgraf Q dimensions 3

случае тройка вершин v_p, v_j, v_k является тройкой 3-го типа, и, таким образом, единичное значение $\phi_3(\bullet)$ будет указывать на то, что соответствующая тройка вершин относится к 3-му типу. Все три вершины могут быть пронумерованы шестью способами [5]. Проверим это предположение – v_p, v_k обращают рассматриваемую функцию в ноль. Из приведенных рассуждений вытекает, что число троек 3-го типа в орграфе Q будет равно трети суммы значений функции $\phi_3(\bullet)$ во всех упорядоченных угловых тройках, или:

$$x_3(Q) = \frac{1}{3} \sum_{i,j,k} \phi_3(i,j,k) = \frac{1}{3} \sum_{i,j,k} b_{ij} b_{ik} b_{ki} = \frac{1}{3} \sum_{i,k} b_{ik}^{(2)} b_{ki} \quad (11)$$

где $b_{ik}^{(2)} = \sum_{j} b_{ij} b_{jk}$ – элементы матрицы B^2 .

Аналогичные соображения ведут к формулам для числа троек 1-го и 2-го типов:

$$x_2(Q) = \sum_{i,j,k} \phi_2(i,j,k) = \sum_{i,j,k} b_{ij} b_{jk} b_{ki} = \sum_{i,k} b_{ik}^{(2)} b_{ik} \quad (12)$$

$$x_3(Q) = \sum_{i,j,k} \phi_1(i,j,k) = \sum_{i,j,k} c_{ij} c_{jk} c_{ki} = \sum_{i,k} c_{ik}^{(2)} c_{ik} \quad (13)$$

где $c_{ik}^{(2)} = \sum_i c_{ij} c_{jk}$ – элементы матрицы C^2 .

Для получения общего числа троек интересующих нас типов осталось произвести сложение. Приведем окончательный результат в матричной форме. Для этого обозначим через поэлементное произведение матриц F и G , а через – сумму всех элементов матрицы F .

$$\text{Тогда: } x(R) = \sum_{i=1}^3 x_i(Q) = \left\| C^2 \oplus B + B^2 \left(\frac{1}{3} B^{TP} + C \right) \right\| \quad (14)$$

Отметим, что функции, подобные $\phi_1(i,j,k)$, могут быть построены и для остальных четырех типов троек [6].

Приведем небольшой пример расчета числа нетранзитивных троек по формулам (11)–(13).

Рассмотрим орграф D на шести вершинах, которые занумерованы числами от 1 до 6. Соответствующие D матрицы B, C, B^2 и C^2 имеют вид:

$$B = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad C = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad (15)$$

$$B^2 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \quad C^2 = \begin{pmatrix} 2 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

По формулам 11, 12 и 13 соответственно:

$$\begin{aligned} x_1(D) &= \|C^2 \oplus B\| = 3 \\ x_2(D) &= \|B^2 \oplus C\| = 5 \\ x_3(D) &= \frac{1}{3} \|B^2 \oplus B^{TP}\| = \frac{1}{3} \cdot 3 = 1 \end{aligned} \quad (16)$$

Теперь определим максимальное число нетранзитивных троек в орграфе с n вершинами.

Задача поиска максимального числа троек первых трех типов эквивалентна [7] задаче поиска минимального числа троек всех остальных типов (назовем их транзитивными). Обозначим совокупное число транзитивных троек в орграфе Q через $r(Q)$. Решение задачи заключается в построении нижней оценки τ_n для $r(Q)$, а затем в отыскании графа $Q^* \in Q$ такого, что $\tau(Q^*) = \tau_n$.

Пусть для $n > 0$

$$\tau_n = \begin{cases} n(n-4)^2/32 & n = 4k \\ (n-1)(n-2)(n-5)/32 & n = 4k+1 \\ n(n-2)(n-6)/32 & n = 4k+2 \\ (n-3)(n^2-5n+2)/32 & n = 4k+3 \end{cases} \quad (17)$$

Тогда $\tau_n \leq \tau(Q)$ для всех $Q \in q$.

Рассмотрим произвольный орграф $Q=(V, P)$.

$$\text{Очевидно: } \sum_{l=1}^3 \theta_l(Q) = \binom{n}{3}$$

Обозначим далее совокупное число троек 4-го, 5-го и 6-го типов в графе Q через $p(Q)$.

$$\text{Тогда можем записать: } \tau(Q) = \theta_0(Q) + p(Q)$$

Найдем нижние оценки. Полустепенью исхода i -й вершины $i, \xi(T)$, n называется число s (r) вершин, которые она доминирует. Сумма d чисел s и r называется степенью i -й вершины. Сформулируем следующие соотношения:

$$\begin{aligned} \theta_1(Q) + \theta_2(Q) &= \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n d(n-1-d_i) \\ \theta_3(Q) &\leq \frac{1}{3} \sum_{i=1}^n \binom{d_i}{2} \end{aligned} \quad (18)$$

Учитывая (16), из (17) и (18) получим:

$$\theta_0(Q) \geq \max\{0; \theta_0^*(Q)\} \quad (19)$$

$$\text{где } \theta_0^*(Q) = \binom{n}{3} + \frac{1}{3} \sum_{i=1}^n \left(d_i^2 - \frac{3n-4}{6} d_i \right) \leq \binom{n}{3} - \sum_{l=1}^3 \theta_l(Q)$$

Нижняя оценка $p^*(Q)$ для $p(Q)$ непосредственно получается из соотношения:

$$\rho(Q) \geq \frac{1}{2} \left[\sum_{i=1}^n \binom{r_i}{2} + \sum_{i=1}^n \frac{S_i}{2} \right] = \rho^*(Q) \quad (20)$$

Равенство в (20) осуществляется тогда и только тогда, когда в графе Q нет троек 4-го и 5-го типов. Объединяя (16), (19) и (20), приходим к нижней оценке для числа транзитивных троек в орграфе Q , которую мы выпишем в сокращенном виде:

$$\tau(Q) \geq \max\{\rho^*(Q) \rho^*(Q) + \theta_0^*(Q)\} \quad (21)$$

Из (19) и (20) следует, что $\rho^*(Q)$ и $\theta_0^*(Q)$ можно рассматривать как функции неотрицательных целочисленных переменных r и s . В качестве нижней оценки для числа транзитивных троек во всех орграфах возьмем минимальное значение функции, стоящей в правой части (21). Для этого нужно решить следующую задачу:

$$\begin{aligned} \max\{\rho^*; \rho^* + \rho_0^*\} &\rightarrow \min_{r_i, S_i} \\ r_i &\geq 0, \\ S_i &\geq 0, \\ r_i + S_i &= d, \quad i \in \overline{1, n} \end{aligned} \quad (22)$$

Определим оптимальные значения переменных:

$$d_i = \begin{cases} 2k-1; & |r_i - s_i| = 1 \text{ для всех } i, i \in \overline{1, n}, \text{ если } n = 4k \\ 2k; & r_i = s_i \text{ для всех } i, i \in \overline{1, n}, \text{ если } n = 4k + 2 \\ 2k; & r_i = s_i \text{ для произвольных } 2k + 1 \text{ переменных и} \\ 2k-1; & |r_i - s_i| = 1 \text{ для остальных, если } n = 4k + 1, \\ 2k + 1; & |r_i - s_i| = 1 \text{ для произвольных } 2k + 2 \text{ переменных и} \\ 2k; & r_i = s_i \text{ для остальных, если } n = 4k + 3 \end{cases} \quad (23)$$

Подставляя эти значения в минимизируемую функцию, получим выражение (14) для τ_n . Рассмотрим орграф $Q^*=(V, P)$, который является объединением двух произвольных регулярных графов $T^*(V^1, P^1)$:

$$\begin{aligned} T^2 = (V^2, P^2), \text{ где } V^1 \cup V^2 = V; V^1 \cap V^2 = \emptyset; P^1 \cup P^2 = P; \\ |V^1| = |V^2| = n/2, \text{ если } n \text{ четно, и } |V^1| = (n+1)/2, |V^2| = (n-1)/2 \end{aligned} \quad (24)$$

в случае нечетного n .

Граф считается регулярным [8], если полустепень исхода любой его вершины отличается от полустепени захода не более, чем на единицу (в наших обозначениях это свойство запишется так):

$$|s_i - r_i| \leq 1, \quad i \in \overline{1, n} \quad (25)$$

Поскольку $P = P_1 \cup P_2$, то для всех

$$\begin{aligned} v_i \in V^1, i \in [1, \frac{n+1}{2}]: d_i = [\frac{n+1}{2}] - 1, \text{ и для всех } v_i \in V^2 \\ j \in [1, \frac{n}{2}]: d_j = [\frac{n}{2}] - 1 \end{aligned} \quad (26)$$

Рассмотрим свойства орграфа Q^* . Во-первых, его полустепени r и s равны оптимальным в смысле задачи (11) значениям целочисленных переменных $r_i, s_i, i \in \overline{1, n}$.

Во-вторых, $\theta_0(Q^*) = \theta_2(Q^*) = 0$

Отсюда вытекают следующие равенства:

$$\begin{aligned} \tau(Q^*) = \theta_0(Q^*) + \rho(Q^*) = \rho(Q^*) = \max\{\rho^*(Q^*); \\ \rho^*(Q^*) + \theta_0^*(Q^*)\}; \min \max\{\rho^*(Q); \rho^*(Q) + \theta_0^*(Q)\} = \tau_n \end{aligned} \quad (27)$$

Ниже приведена таблица 1 значений максимального числа нетранзитивных троек $\binom{n}{3} - \tau_n$ в орграфах с n вершинами для $3 \leq n \leq 15$.

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$\binom{n}{3} - \tau_n$	1	4	10	20	33	52	77	110	148	196	253	322	398

Табл. 1. Таблица значений максимального числа нетранзитивных троек в орграфах с n вершинами

Tab. 1. Table of values of the maximum number of the intransitive three in orgraf with n tops

Заключение

В статье решена задача экспертного оценивания связанных объектов строительства. Для решения данной проблемы введено понятие меры транзитивности графа (показатель последовательности ответа эксперта). В результате решается задача перечисления циклических троек в транзитивном графе экспертного оценивания связанных строительных объектов, найдено максимально возможное число таких троек, а также подсчитано распределение функции числа циклических троек в графе при гипотезе о случайности ответов эксперта. Это позволило снять неопределенность принимаемого критерия экспертного оценивания связанных объектов строительства, и результаты оценивания могут интерпретироваться однозначно в зависимости от конкретных обстоятельств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шмерлинг Д. С. [и др.]. Экспертные оценки. Методы и применения: обзор // Статистические методы анализа экспертных оценок. – Москва : Наука, 1977.
2. Парные сравнения, турниры и методы упорядочения в принятии решений и обработке данных : рукопись / Т. А. Казанская, Д. С. Шмерлинг. – Москва : ЦЭМИ АН СССР, 1980. – 58 с.
3. Belousov V. E., Pocebnova I., Fateeva I. Models of resource planning during formation of calendar construction plans for erection of high-rise buildings. – DOI 10.1051/e3sconf/20183303032 // International scientific conference

REFERENCES

1. Shmerling D. S. [et. al.]. Ehkspertnye otsenki. Metody i primeneniya: obzor [Expert evaluations. Methods and applications: overview] // Statisticheskie metody analiza ehkspertnykh otsenok [Statistical techniques of the analysis of expert evaluations]. – Moscow : Nauka, 1977.
2. Kazanskaya T. A., Shmerling D. S. Parnye sravneniya, turniry i metody uporyadocheniya v prinyatii reshenij i obrabotke dannykh : rukopis' [Paired comparisons, tournaments and methods of streamlining in priknayatiya of decisions and data handling: the manuscript] / T. A. Kazanskaya, D. S. Shmerling. – Moscow : TsEMI AN SSSR, 1980. – 58 p.

- on High-Rise Construction, HRC 2017 : E3S Web of Conferences, Samara, September 4–8, 2017 / Samara State Technical University (SamGTU); D. Safarik, Y. Tabunschikov, V. Murgul. – EDP Sciences, 2018. – Vol. 33. – P. 03032.
4. Mager V. E. Information Analysis and Synthesis of Organizational Structure of the Unique project / V. E. Mager, E. N. Desyatirikova, V. E. Belousov, O. V. Horoshilova, O. A. Kavyrshina // Proceedings of the 2018 IEEE Conference «Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies» (IT&QM&IS–2018), September, 24–28 2018 / Saint Petersburg Electrotechnical University «LETI» (SPbETU). – Saint Petersburg, 2018. – P. 128–131.
 5. Курочка П. Н. Таксономическая модель оценки качества сложных систем / П. Н. Курочка, Нгуен Хоанг Тынг // Экономика и менеджмент систем управления. – Воронеж : Научная книга, 2015. – № 4.2 (10). – С. 228–233.
 6. Касьяненко, Т. Оценка недвижимости : учебник / Т. Касьяненко. – Москва : Проспект, 2019. – 512 с.
 7. Бурков В. Н. Задача оптимизации групповой сборки в условиях автоматизированного производства методом графов / В. Н. Бурков, Г. О. Манухов, И. С. Половинкин, А. Г. Янин // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2008. – Том 4, № 12. – С. 10–12.
 8. Баркалов С. А. Распознавание объектов в задачах классификации организационных структур строительного производства / С. А. Баркалов, А. Г. Янин // Экономика и менеджмент систем управления. – Воронеж, 2014. – № 1.1 (11). – С. 171–176.
 3. Belousov V. E., Pocebneva I., Fateeva I. Models of resource planning during formation of calendar construction plans for erection of high-rise buildings. – DOI 10.1051/e3sconf/20183303032 // International scientific conference on High-Rise Construction, HRC 2017 : E3S Web of Conferences, Samara, September 4–8, 2017 / Samara State Technical University (SamGTU); D. Safarik, Y. Tabunschikov, V. Murgul. – EDP Sciences, 2018. – Vol. 33. – P. 03032.
 4. Mager V. E. Information Analysis and Synthesis of Organizational Structure of the Unique project / V. E. Mager, E. N. Desyatirikova, V. E. Belousov, O. V. Horoshilova, O. A. Kavyrshina // Proceedings of the 2018 IEEE Conference «Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies» (IT&QM&IS–2018), September, 24–28 2018 / Saint Petersburg Electrotechnical University «LETI» (SPbETU). – Saint Petersburg, 2018. – P. 128–131.
 5. Kurochka P. N. Taksonomicheskaya model' otsenki kachestva slozhnykh sistem [Taxonomical model of quality evaluation of complex systems] / P. N. Kurochka, Nguen Khoang Tyng // Ehkonomika i menedzhment sistem upravleniya [Economy and management of management systems]. – Voronezh. – Nauchnaya kniga, 2015. – № 4.2 (10). – С. 228–233.
 6. Kas'yanenko, T. Otsenka nedvizhimosti : uchebnik [Real estate appraisal : textbook] / T. Kasyanenko. – Moscow : Prospekt, 2019. – 512 p.
 7. Burkov V. N. Zadacha optimizatsii gruppovoy sborki v usloviyakh avtomatizirovannogo proizvodstva metodom grafov [Problem of optimization of group assembly in the conditions of automated production by method of counts] / V. N. Burkov, G. O. Manukhov, I. S. Polovinkin, A. G. Yanin // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta [The Bulletin of the Voronezh state technical university]. – 2008. – Vol. 4, № 12. – P. 10–12.
 8. Barkalov S. A. Raspoznavanie ob»ektov v zadachakh klassifikatsii organizatsionnykh struktur stroitel'nogo proizvodstva [Recognition of objects in problems of classification of organizational structures of construction production] / S. A. Barkalov, A. G. Yanin // Ehkonomika i menedzhment sistem upravleniya [Economy and management systems]. – Voronezh, 2014. – № 1.1 (11). – P. 171–176.

УДК 05.23.02

Анализ результатов моделирования горизонтального сейсмического барьера

Analysis of Horizontal Seismic Barrier Modeling Results

Горшков Эдуард Викторович

Магистр, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), 129337, Россия, Москва, Ярославское шоссе, 26, edosss69@yandex.ru

Gorshkov Ehduard Viktorovich

Master, Federal State Budgetary Educational Institution «National Research Moscow State University of Civil Engineering» (MGSU), 129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26, edosss69@yandex.ru

Кузнецов Сергей Владимирович

Доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), 129337, Москва, Ярославское шоссе, 26, kuznetsovsv@mgsu.ru

Kuznetsov Sergej Vladimirovich

Ph.D. in Physics and Mathematics, Federal State Budgetary Educational Institution «National Research Moscow State University of Civil Engineering» (NRU MGSU), 129337, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26, kuznetsovsv@mgsu.ru

Аннотация

Введение. Настоящая статья посвящена практическим вопросам распространения сейсмических волн и их взаимодействия с горизонтальными сейсмическими барьерами [1–5, 6–8, 24]. В данной статье приведены результаты анализа моделирования горизонтального сейсмического барьера. В наше время вопрос строительства в сейсмоопасных зонах продолжает оставаться актуальным. Несмотря на современные конструктивные методы, позволяющие обеспечивать оптимальный уровень сейсмостойкости и без ущерба переносить землетрясения, вопрос о защите зданий остается открытым и по сей день. Наиболее сейсмоопасными районами России являются Северный Кавказ, Алтай, Курилы и Сахалин, Камчатка, Байкал, Якутия, Урал. Также стоит сказать о катастрофах, происходящих в мире под влиянием землетрясений. Например, землетрясения интенсивностью 7.3 балла в Гаити в январе 2010 г., 8.2 баллов – в Мексике в сентябре 2017 г., 7.4 балла – в Японии в ноябре 2016 г. Разрушения, произошедшие в данных районах, говорят о том, что конструктивные методы защиты зданий недостаточны для обеспечения максимального уровня защиты.

Материалы и методы. Данный вопрос был рассмотрен на основании практически полученных данных в результате моделирования сейсмического барьера в программном комплексе Abaqus 6.14, изучения существующих научных исследований [16–22] и сравнительных

Abstract

Introduction. This article is devoted to practical issues of propagation of seismic waves and their interaction with horizontal seismic barriers [1–5, 6–8, 24]. This article presents the re-sults of modeling analysis of the horizontal seismic barrier. In our time, the issue of construction in earthquake-prone areas continues to be relevant. Despite modern design methods that allow to ensure an optimal level of seismic resistance and to withstand earthquakes without damage, the issue of building protection remains open to this day. The most earthquake-prone regions of Russia are the North Caucasus, Altai, Kurils and Sakhalin, Kamchatka, Baikal, Yakutia, and the Urals. It is also worth mentioning the catastrophes that occur in the world under the influence of earthquakes. For example, the 7.3-magnitude earthquake in Haiti in January 2010, 8.2-magnitude earthquake in Mexico in September 2017, and 7.4-magnitude earthquake in Japan in November 2016. The destruction that occurred in these areas indicates that the structural methods of building protection are not sufficient to provide the maximum level of protection.

Materials and methods. This issue was considered on the basis of practically obtained data as a result of modeling the seismic barrier in the Abaqus 6.14 software package, studying existing scientific research [16–22] and comparative characteristics of seismic barrier material parameters.

Results. On the issue of protection of buildings from seismic activity, we considered surface seismic waves

характеристик параметров материалов сейсмических барьеров.

Результаты. К вопросу о защите зданий от сейсмической активности были рассмотрены поверхностные сейсмические волны (волны Рэлея) [1–5, 6–8], методы по устройству геотехнических барьеров, позволяющих эффективно препятствовать распространению и воздействию волн на существующие здания и сооружения, а также рассмотрены конструктивные методы защиты.

Выводы:

- 1) Проведены расчеты при различных физико-механических параметрах материала барьеров;
- 2) Сформированы выводы о влиянии физико-механических параметров материала барьеров на распространение сейсмических волн.

Ключевые слова: строительство, технология, защита, геотехника, горизонтальные и вертикальные барьеры, сейсмоизоляция.

В данной статье рассмотрены классы методов защиты и физико-механические свойства материалов горизонтальных сейсмических барьеров при их различных, изначально заданных параметрах (коэффициент Пуассона материала барьера, модуль упругости среды и материала барьера, глубина заложения) в программном комплексе Abaqus 6.14. При решении задач в Abaqus/Explicit использовались двухслойные явные разностные схемы, основанные на прямом методе Рунге–Кутты: это обеспечивает наиболее быстрые вычисления, и, при этом, они обладают более высокой точностью по сравнению с пря-

(Rayleigh waves) [1–5, 6–8], methods for the construction of geotechnical barriers that effectively prevent the propagation and impact of waves on existing buildings and structures, as well as structural methods of protection.

Conclusion:

- 1) Calculations were Performed for various physical and mechanical parameters of the material;
- 2) Conclusions about the influence of physical and mechanical parameters of the barrier material on the propagation of seismic waves are Formed.

Keywords: construction, technology, protection, geotechnics, horizontal, vertical barriers, seismic isolation.

мыми методами Эйлера. Натурные физические эксперименты не входили в программу исследований. Для проведения экспериментов необходимы высокочувствительные натурные построения моделей зданий, а также искусственный возбудитель сейсмической активности. Понятие магнитуды перемещений характеризуется величиной волновой энергии, возникающей при землетрясении. Для решения задач была построена модель: с помощью метода конечных элементов в программе Abaqus 6.9 был смоделирован барьер с размерами 25 x 1 x 1 метров и проверен на взаимодействие с сейсмическими волнами.

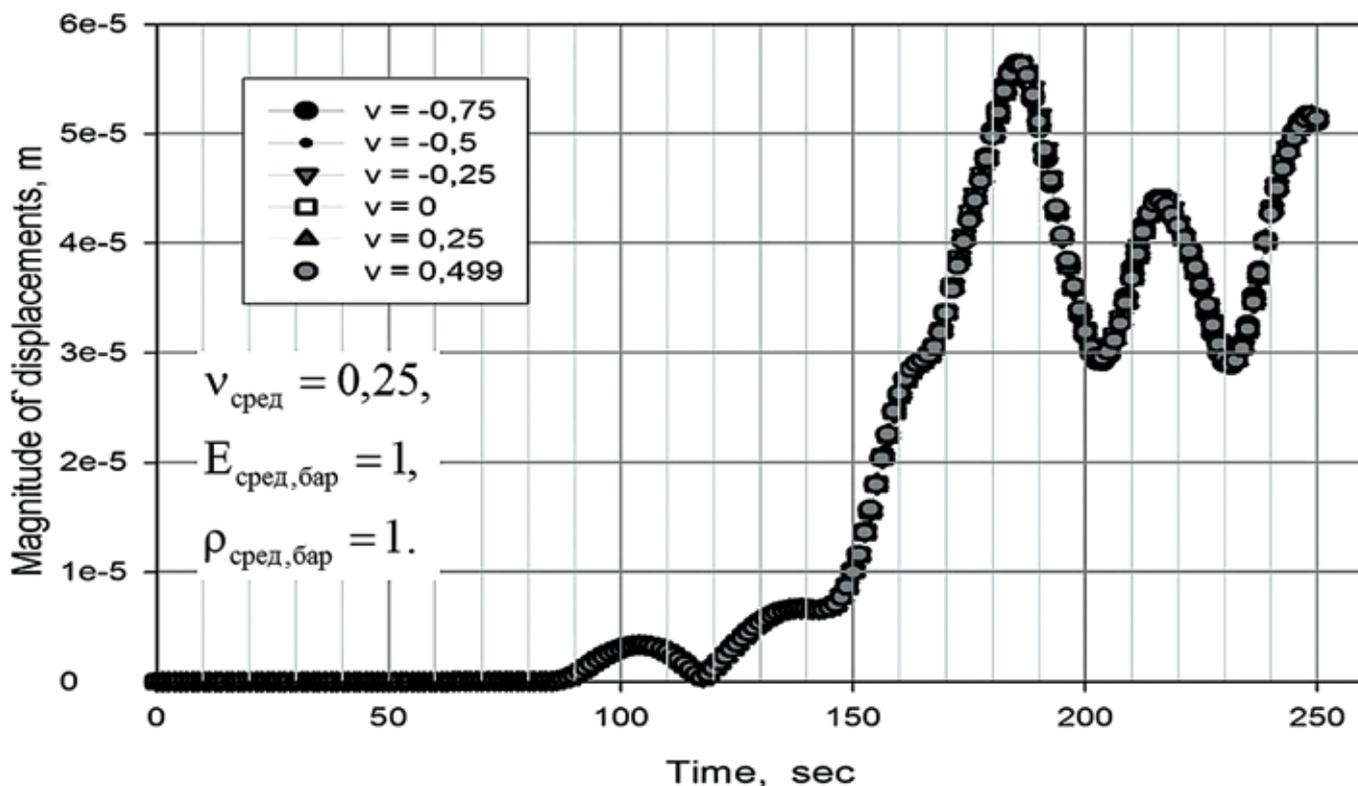


Рис. 2. График изменения магнитуды перемещений от времени при различных значениях коэффициента Пуассона материала барьера

Fig. 2. Graph of changes in the magnitude of movements from time to time for different values of the Poisson's ratio of the barrier material

1. Классы методов защиты

1) Конструктивные методы защиты.

Методы, применяемые при проектировании сейсмобезопасных зданий и сооружений [1]. К таким решениям относятся:

- фундаменты с разделительным слоем,
- виброгасители (виброопоры),
- демпфирование,
- домкратные системы защиты.

Стоит отметить, что существуют здания и сооружения, защита которых данными методами невозможна ввиду их конструктивных особенностей (архитектурные памятники, уникальные здания, сооружения атомной и тепловой отраслей), именно поэтому мы переходим к следующему классу защиты подземных частей здания.

2) Территориальные методы защиты.

Технология основана на устройстве разного рода барьеров с усилением или заменой грунтовых массивов, в зависимости от конструктивных особенностей. К данным методам относятся:

- Горизонтальные сейсмические барьеры (замена слоев грунта материалом с модифицированными свойствами) [2, 9–11];
- Вертикальные сейсмические барьеры (пустотелые траншеи, траншеи с заполнителем, свайные поля) [3, 12–15].

Территориальные методы защиты имеют особую актуальность, так как для них отсутствуют теоретические исследования, в которых анализируются вопросы дифракции антропогенных сейсмических волн в зоне тени за установленными барьерами, а также расчеты по применению кольцевых барьеров, которые могли бы исключить дифракцию волн в зону тени. Помимо этого, остается практически неисследованным вопрос о том, какие физико-механические параметры барьеров обеспечивают наилучшие результаты в защищаемой барьером зоне.

2. Коэффициент Пуассона материала барьера и его влияние на распространение сейсмических волн

Перед построением моделей было принято, что коэффициент Пуассона находится в пределах от 0,75 до 0,499 с шагом 0,25 при изначально заданных значениях для других параметров, равных: коэффициент Пуассона среды $\nu_{\text{сред}} = 0,25$, модули упругости материала барьера и среды $E_{\text{сред}} = E_{\text{бар}} = 1$, плотности материала барьера и среды $\rho_{\text{сред}} = \rho_{\text{бар}} = 1$. Графические зависимости, характеризующие изменение во времени магнитуды перемещений в точке, которая находится на свободной поверхности и имеет расстояние ~10 метров правее границы барьера, построены на рис. 2. Полученный результат (рис. 2), свиде-

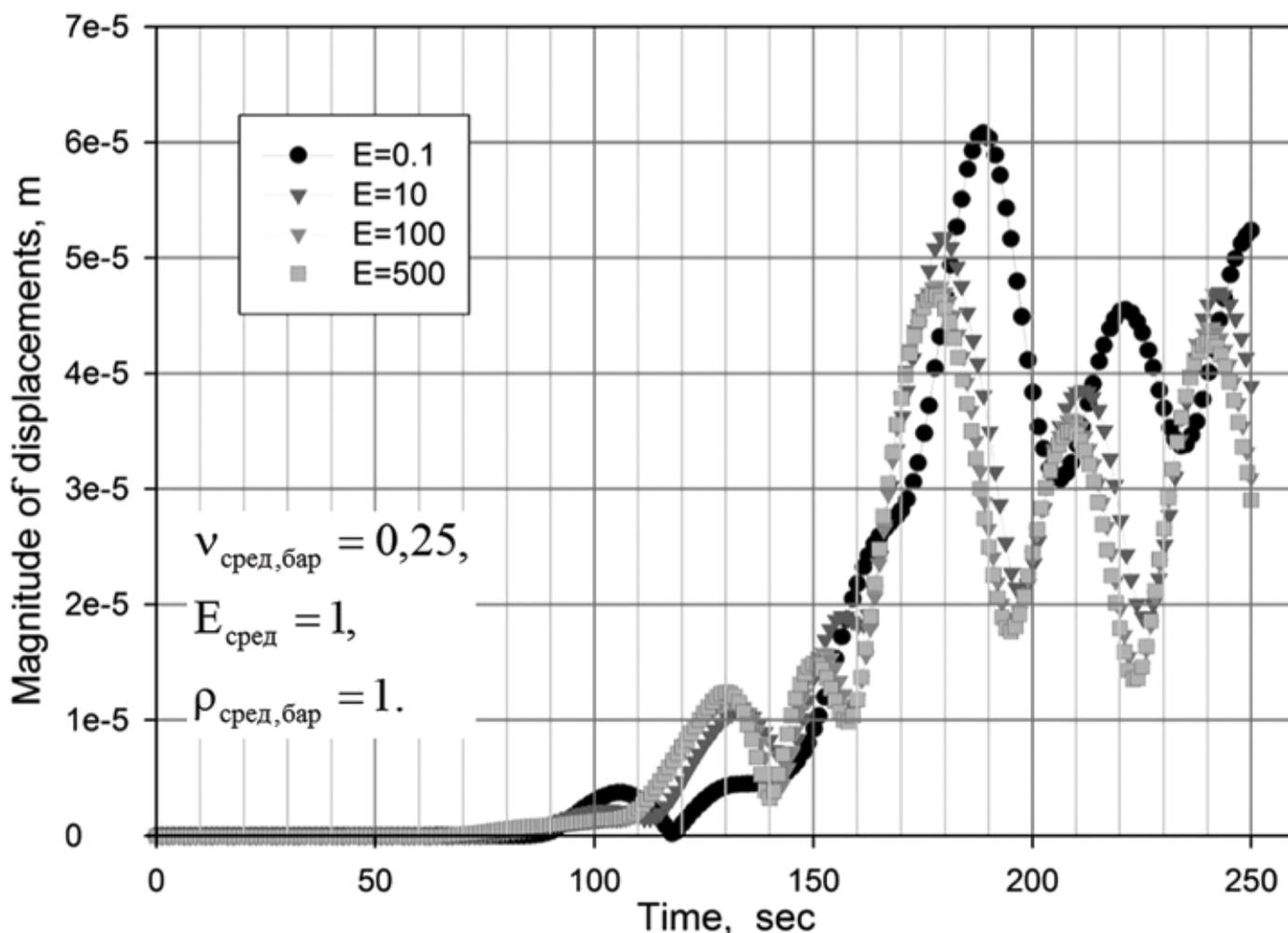


Рис. 3. График зависимости магнитуды перемещений по времени при различных модулях упругости материала барьера
Fig. 3. Graph of the dependence of the magnitude of displacement over time for different elastic modules of the barrier material

тельствует о том, что на рассеивающие свойства барьера коэффициент Пуассона материала барьера влияния не оказывает.

3. Влияние модулей упругости среды и материала барьера $E_{бар} / E_{сред}$

Перед построением модели было принято, что отношение модулей упругости материала среды и барьера находится в диапазоне от 0,1 до 500. При построении модели менялся только модуль упругости материала барьера. Модуль упругости среды остается неизменным $E_{сред} = 1$ при заданных параметрах, равных: $V_{сред} = V_{бар} = 0,25$, $\rho_{сред} = \rho_{бар} = 1$. По результатам вычислений были построены графики, приведенные на рис. 3. Нужно отметить, что при увеличении модуля Юнга материала барьера магнитуа перемещений уменьшается, но незначительно, и это не приводит к существенному увеличению рассеивающей способности барьера.

4. Влияние глубины заложения барьера

При исследовании глубины заложения барьера был принят диапазон глубины заложения равный от 0 до 3 метров. Значения параметров, не относящихся к глубине, приняли равными: $v_{сред} = v_{бар} = 0,25$, $E_{бар} / E_{сред} = 0,1$, $\rho_{бар} / \rho_{сред} = 10$. По

результатам расчетов были построены графики, приведенные на рис. 4. На них обозначены зависимости магнитуды перемещений на свободной поверхности модели.

При увеличении глубины заложения барьера магнитуа перемещений не уменьшается, а увеличивается. Если установить барьер на поверхности грунта, то это будет оптимальным решением по его расположению.

Анализ этих результатов показывает, что при погружении барьера вглубь магнитуа перемещений, прошедших барьер, не уменьшается, а наоборот, увеличивается. Отсюда следует, что наиболее эффективное расположение барьера для отражения сейсмических волн – непосредственно на поверхности грунта.

Вывод

В результате исследований выявлено, что наиболее эффективными являются горизонтальные барьеры, расположенные на поверхности грунта. Варьирование коэффициента Пуассона материала и модуля упругости материала не влияют на распространение сейсмических волн.

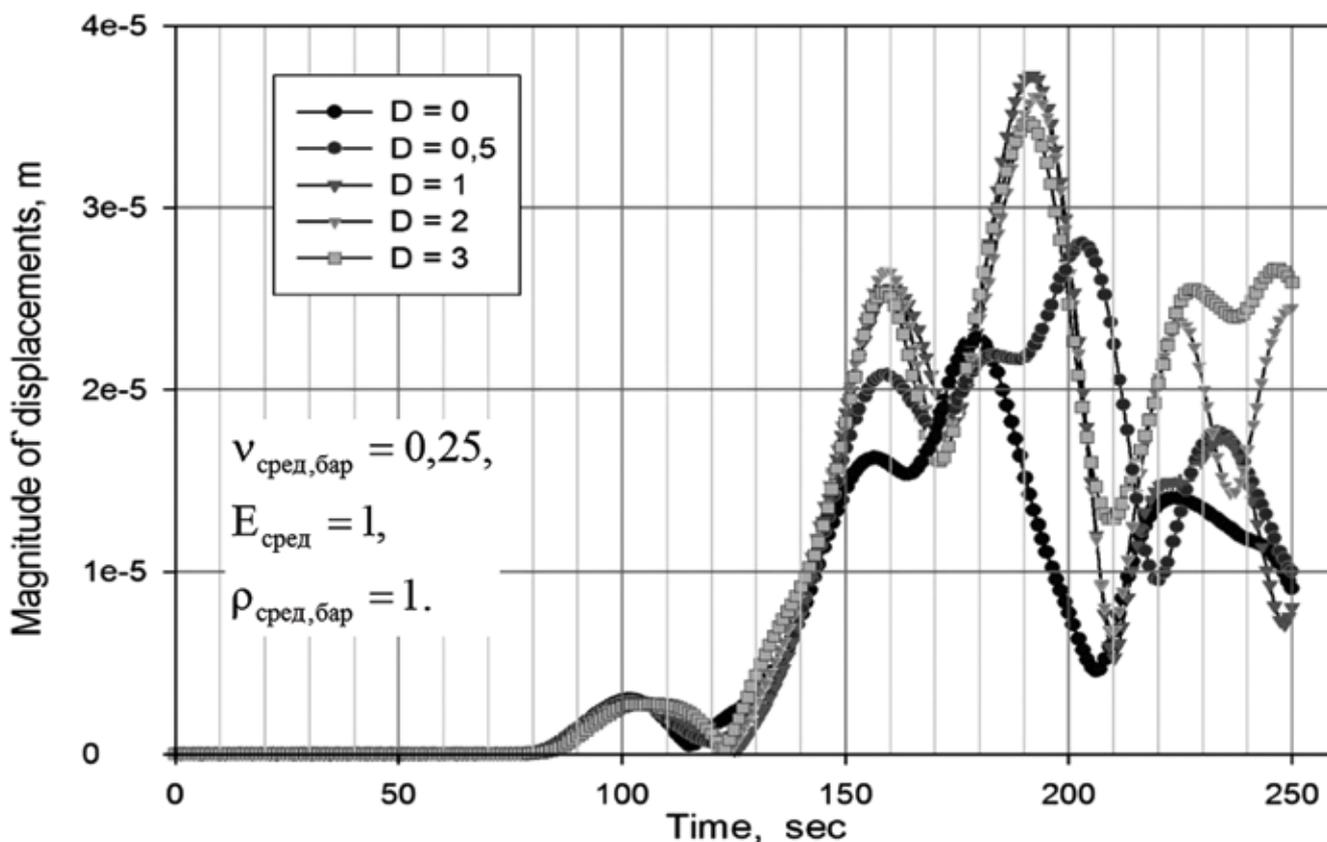


Рис. 4. График зависимости магнитуды перемещений по времени при разных значениях глубины заложения барьера
Fig. 2.1. Graph of the dependence of the magnitude of movements over time for different values of the barrier depth

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карнаухова М. Ю. Оценка сейсмического воздействия и конструктивные методы защиты зданий / М. Ю. Карнаухова, В. А. Кашеварова, Ю. А. Кузнецова, К. С. Лезина, О. А. Маковецкий, И. И. Хусаинов. – DOI

REFERENCES

1. Karnaukhova M. Yu. Otsenka seismicheskogo vozdejstviya i konstruktivnye metody zashhity zdaniy [Evaluation of seismic load and constructive methods for buildings protection] / M. Yu. Karnaukhova, V. A. Kashevarova,

- 10.15593/24111678/2018.02.03 // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. – Пермь : Пермский национальный исследовательский политехнический университет. – 2018. – № 2. – С. 27–37.
2. Кузнецов С. В. Горизонтальные акустические барьеры для защиты от сейсмических волн // Международный журнал по расчету гражданских и строительных конструкций. – Москва : Издательство АСВ, 2012. – Т. 8, № 1. – С. 87–95.
 3. Кузнецов С. В. Сейсмические волны и сейсмические барьеры // Труды IV научно-практического семинара «Надежность и безопасность зданий и сооружений при сейсмических воздействиях», 02.11.2011. – Москва : МГСУ, 2011. – С. 45.
 4. Kuznetsov S. V. A new principle for protection from seismic waves // Proceedings of the International Conference on Performance-Based Design in Earthquake Geotechnical Engineering, Tokyo, Japan, 2009. – London : Taylor & Francis Group, 2009. – P. 463–468.
 5. Chadwick P., Smith G. D. Foundations of the theory of surface waves in anisotropic elastic materials // Advances in Applied Mechanics. – 1977. – Vol. 17. – P. 303–376.
 6. Кузнецов С. В. Сейсмические волны и сейсмические барьеры // Международный журнал вычислительной гражданской и строительной техники. – 2012. – Вып. 8 (1). – С. 87–95.
 7. Kuznetsov S. V., Nafasov A. E. Horizontal acoustic barriers for protection from seismic waves // Advances in Acoustics and Vibration. – 2011. – Article ID 150310, 21 Sep. – P. 1–8.
 8. Кузнецов С. В. Сейсмические волны и сейсмические барьеры // Акустический журнал. – 2011. – Т. 57, № 3. – С. 420–426.
 9. Barkan D. D. Dynamics of Bases and Foundations / D. D. Barkan. – New York : McGraw-Hill, 1962. – 434 c.
 10. Woods R. D. Screening of surface waves in soils // Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division. – 1968. – Vol. 94. – P. 951–977.
 11. Richart F. E. Vibrations of Soils and Foundations / F. E. Richart, J. R. Hall, R. D. Woods. – New Jersey : Prentice Hall ; Englewood Cliffs, 1970.
 12. Segol G., Lee P. C. Y., Abel J. F. Amplitude reduction of surface waves by trenches // Journal of Engineering Mechanics Division. – 1978. – Vol. 104 (3). – P. 621–641.
 13. May T. W. The effectiveness of trenches and scarps reducing seismic energy : diss. of cand. sc. / T. W. May : University of California. – Berkeley, 1980.
 14. May T. W., Bolt B. A. The effectiveness of trenches in reducing seismic motion // Earth-quake Engineering and Structural Dynamics. – 1982. – Vol. 10. – P. 195–210.
 15. Ahmad S., Al-Hussaini T. M. Simplified design for vibration screening by open and infilled trenches // Journal of Geotechnical Engineering. – 1991. – Vol. 117 (1). – P. 67–88.
 16. Itoh K. Physical modelling of wave propagation from ground vibration and vibration countermeasures : diss. of cand. sc. / K. Itoh : Tokyo Institute of Technology. – Tokyo, 2003.
 17. Itoh K. Centrifuge Simulation of wave propagation due to vertical vibration on shallow foundations and vibration attenuation countermeasures / X. Zeng, M. Koda, O. Murata, O. Kusakabe // Journal of Vibration and Control. – 2005. – № 11. – P. 781–800.
 18. Yang, Y. B. Train-Induced Wave Propagation in Layered Soils Using Finite/Infinite Element Simulation / Y. B. Yang, H. H. Hung, D. W. Chang // Soil Dynamics and Earthquake Engineering. – 2003. – Vol. 23. – P. 263–278.
 19. Motamed R. Evaluation of Wave Barriers on Ground Vibration Reduction through Numerical Modeling in Abaqus / R. Motamed, K. Itoh, S. Hirose, A. Takahashi, O. Kusakabe // SIM-ULIA Customer Conference, 2009. – P. 1–19.
 20. Andersen L., Nielsen S. R. K. Reduction of ground vibration by means of barriers or soil improvement along a railway track // Soil Dynamics and Earthquake Engineering. – 2005. – Vol. 25. – P. 701–716.
 21. Bo Qiu. Numerical study on vibration isolation by wave barrier and protection of existing tunnel under explosions : Iu. A. Kuznetsova, K. S. Lezina O. A. Makovetskij, I. I. Khusainov : Perm National Research Polytechnic University. – Russian Federation, Perm : New Ground.
 2. Kuznetsov S. V. Gorizontallyye akusticheskie bar'ery dlya zashchity ot sejsmicheskikh voln [Horizontal acoustic barriers for protection from seismic waves] // Mezhdunarodnyj zhurnal po raschetu grazhdanskikh i stroitel'nykh konstruksij [International journal of civil and civil engineering design]. – Moscow : Izdatel'stvo ASV, 2012. – Vol. 8, № 1. – P. 87–95.
 3. Kuznetsov S. V. Sejsmicheskie volny i sejsmicheskie bar'ery [Seismic waves and seismic barriers] // Trudy IV nauchno-prakticheskogo seminar «Nadezhnost' i bezopasnost' zdaniy i sooruzhenij pri sejsmicheskikh vozdeystviyakh» [Proceedings of the IV scientific-practical seminar «Reliability and safety of buildings and structures under seismic impacts»], 02.11.2011. – Moscow : MGSU, 2011. – P. 45.
 4. Kuznetsov S. V. A new principle for protection from seismic waves // Proceedings of the International Conference on Performance-Based Design in Earthquake Geotechnical Engineering, Tokyo, Japan, 2009. – London : Taylor & Francis Group, 2009. – P. 463–468.
 5. Chadwick P., Smith G. D. Foundations of the theory of surface waves in anisotropic elastic materials // Advances in Applied Mechanics. – 1977. – Vol. 17. – P. 303–376.
 6. Kuznetsov S. V. Sejsmicheskie volny i sejsmicheskie bar'ery [Seismic waves and seismic barriers] // Mezhdunarodnyj zhurnal vychislitel'noj grazhdanskoj i stroitel'noj tekhniki [International journal of computing civil and construction engineering], 2012. – Vol. 8 (1). – P. 87–95.
 7. Kuznetsov S. V., Nafasov A. E. Horizontal acoustic barriers for protection from seismic waves // Advances in Acoustics and Vibration. – 2011. – Article ID 150310, 21 Sep. – P. 1–8.
 8. Kuznetsov S. V. Sejsmicheskie volny i sejsmicheskie bar'ery [Seismic waves and seismic barriers] // Akusticheskij zhurnal [Acoustical Physics]. – 2011. – Vol. 57, № 3. – P. 420–426.
 9. Barkan D. D. Dynamics of Bases and Foundations / D. D. Barkan. – New York : McGraw-Hill, 1962. – 434 p.
 10. Woods R. D. Screening of surface waves in soils // Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division. – 1968. – Vol. 94. – P. 951–977.
 11. Richart F. E. Vibrations of Soils and Foundations / F. E. Richart, J. R. Hall, R. D. Woods. – New Jersey : Prentice Hall ; Englewood Cliffs, 1970.
 12. Segol G., Lee P. C. Y., Abel J. F. Amplitude reduction of surface waves by trenches // Journal of Engineering Mechanics Division. – 1978. – Vol. 104 (3). – P. 621–641.
 13. May T. W. The effectiveness of trenches and scarps reducing seismic energy : diss. of cand. sc. / T. W. May : University of California. – Berkeley, 1980.
 14. May T. W., Bolt B. A. The effectiveness of trenches in reducing seismic motion // Earth-quake Engineering and Structural Dynamics. – 1982. – Vol. 10. – P. 195–210.
 15. Ahmad S., Al-Hussaini T. M. Simplified design for vibration screening by open and infilled trenches // Journal of Geotechnical Engineering. – 1991. – Vol. 117 (1). – P. 67–88.
 16. Itoh K. Physical modelling of wave propagation from ground vibration and vibration countermeasures : diss. of cand. sc. / K. Itoh : Tokyo Institute of Technology. – Tokyo, 2003.
 17. Itoh K. Centrifuge Simulation of wave propagation due to vertical vibration on shallow foundations and vibration attenuation countermeasures / X. Zeng, M. Koda, O. Murata, O. Kusakabe // Journal of Vibration and Control. – 2005. – № 11. – P. 781–800.
 18. Yang, Y. B. Train-Induced Wave Propagation in Layered Soils Using Finite/Infinite Element Simulation / Y. B. Yang, H. H. Hung, D. W. Chang // Soil Dynamics and Earthquake Engineering. – 2003. – Vol. 23. – P. 263–278.
 19. Motamed R. Evaluation of Wave Barriers on Ground Vibration Reduction through Numerical Modeling in Abaqus / R. Motamed, K. Itoh, S. Hirose, A. Takahashi, O. Kusakabe // SIM-ULIA Customer Conference, 2009. – P. 1–19.

- diss. of cand. sc. / Qiu Bo : INSA de Lyon. – Lyon, 2014.
22. Bo Qiu, Limam A., Djeran-Maigre I. Numerical study of wave barrier and its optimization design // *Finite Elements in Analysis and Design*. – 2014. – Vol. 84, – P. 1–13.
 23. Строительство в сейсмических районах [Текст] : СП 14.13330.2014 : актуализир. СНиП II-7-81 Строительство в сейсмических районах (СП 14.13330.2011) с Изменением № 1 : разработ. ОАО НИЦ «Строительство» – ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко ; Изменение N 1 к СП 14.13330.2014 – институт АО НИЦ «Строительство», ФГБУН ИФЗ им. О. Ю. Шмидта РАН : внесен Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство» : введ. 01.06.2014.
 24. Горшков Э. В., Кузнецов С. В. Защита подземных частей зданий от воздействия плоских сейсмических волн // *Строительное производство*. – 2020. – № 1. – С. 77–81.
 20. Andersen L., Nielsen S. R. K. Reduction of ground vibration by means of barriers or soil improvement along a railway track // *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*. – 2005. – Vol. 25. – P. 701–716.
 21. Bo Qiu. Numerical study on vibration isolation by wave barrier and protection of existing tunnel under explosions : diss. of cand. sc. / Qiu Bo : INSA de Lyon. – Lyon, 2014.
 22. Bo Qiu, Limam A., Djeran-Maigre I. Numerical study of wave barrier and its optimization design // *Finite Elements in Analysis and Design*. – 2014. – Vol. 84, – P. 1–13.
 23. Stroitel'stvo v sejsmicheskikh rajonakh [Construction in seismic areas] : SP 14.13330.2014 : updated SNiP II-7-81 Stroitel'stvo v sejsmicheskikh rajonakh [Construction in seismic areas] (SP 14.13330.2011) with Change N 1 : razrab. ОАО NITS «Stroitel'stvo» – TSNIISK im. V. A. Kucherenko [developed by the JSC Research Center «Construction» – TsNIISK named after V. A. Kucherenko] ; Izmenenie N 1 k SP 14.13330.2014 – institut AO NITS «Stroitel'stvo», FGBUN IFZ im. O. Yu. Shmidta RAN [Change N 1 – Federal state budgetary Institution IFZ named after O. Yu. Schmidt RAS] : vnesen Tekhnicheskim komitetom po standartizatsii TK 465 «Stroitel'stvo» [introduced by the Technical Committee for standardization TC 465 «Stroitel'stvo»] : vvedyon [introduced] 01.06.2014.
 24. Gorshkov Eh. V., Kuznetsov S. V. Zashhita podzemnykh chastej zdanij ot vozdejstviya ploskikh sejsmicheskikh voln [Protection of underground parts of buildings from the impact of flat seismic waves] // *Stroitel'noe proizvodstvo* [Building production]. 2020. – № 1. – P. 77–81.

УДК 658.5

Формирование системы параметров, характеризующих комплексный показатель качества организационно-технологических решений малоэтажных жилых домов

Formation of Parameters System Characterizing the Integrated Quality Index of Organizational and Technological Solutions for Low-rise Residential Buildings

Лapidус Азари́й Абрамович

Доктор технических наук, профессор, кафедра «Технологии и организация строительного производства», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), 129337, Россия, Москва, Ярославское шоссе, 26, lapidus58@mail.ru

Lapidus Azarij Abramovich

Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Technology and Organization of Construction Production; Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «National Research Moscow State University of Civil Engineering» (NRU MGSU), 129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26, lapidus58@mail.ru

Ндайирагидже Ив

Аспирант кафедры «Технологии и организации строительного производства», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), 129337, Россия, Москва, Ярославское шоссе, 26, yndayiragije@yahoo.fr

Ndayiragije Yves

Ph.D. student, Department of Technology and Organization of Construction Production, Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «National Research Moscow State University of Civil Engineering» (НИУ МГСУ), 129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26, e-mail: yndayiragije@yahoo.fr

Аннотация

Цель. В течение жизненного цикла строительного проекта организаторы сталкиваются с различными изменениями, связанными с технологиями производства работ, финансовыми составляющими, а также с участниками проекта. Данные изменения влияют на качество возводимого объекта. Создание механизма, способствующего достижению проектных решений, является актуальным для организаторов строительного производства. Данный механизм назовем «комплексный показатель качества». Целями исследования являются определение основных факторов, влияющих на качество малоэтажных многоквартирных жилых домов в условиях Бурунди, а также разработка методики определения комплексного показателя качества организационно-технологических решений при возведении малоэтажных многоквартирных жилых домов.

Abstract

Object. During the life cycle of a construction project, the organizers are faced with various changes related to the production technologies, financial components, as well as with the project participants. These changes affect the house's quality. The creation of a mechanism that contributes to the achievement of design solutions is relevant for construction managers. This mechanism will be called «integrated quality index». The purposes of the study are the identification of the main factors affecting the quality of low-rise apartment buildings in Burundi and the development of the methodology for determining the integrated quality index of organizational and technological solutions for the construction of low-rise apartment buildings.

Methods. The methods of construction system engineering, experiment planning, expert assessments, and exploratory factor analysis were used.

Методы. Использованы метод системотехники строительства, метод планирования эксперимента, метод экспертных оценок, а также метод эксплораторного факторного анализа.

Результаты. В статье определены основные факторы, влияющие на качество малоэтажных многоквартирных жилых домов в условиях Бурунди. Показаны основные этапы исследования в соответствии с целью и задачами исследования. Определена концептуальная модель измерения, по которой исследуется вес влияния каждого единичного показателя на соответствующую ему группу факторов.

Выводы. Требуемый уровень качества можно достичь, выполняя все организационно-технологические и технические требования. Параметры, используемые в данном исследовании, имеют характер организационно-технологических факторов, появляющихся на всех этапах жизненного цикла проекта. Каждый из этих параметров по отдельности имеет свое влияние. Стоит рассмотреть – не является ли критичным их сочетание с точки зрения достижения требуемого уровня качества построенного объекта? Следующим этапом данного исследования станет определение «вес влияния каждой группы факторов на комплексный показатель качества».

Ключевые слова: качество строительных работ, этапы исследования, факторы качества, модель измерения, строительство в Бурунди.

Введение

В течение жизненного цикла строительного проекта организаторы сталкиваются с различными изменениями, связанными с технологиями производства работ, финансовыми составляющими, а также с участниками проекта. Данные изменения влияют на качество объекта

Findings. The main factors affecting the quality of low-rise apartment buildings in Burundi are identified. The main stages of the study are shown in accordance with his purpose and objectives. A conceptual model of measurement is defined, which will be used to calculate the influence weight of each single indicator on the corresponding group of factors.

Conclusion. The required level of quality can be achieved by meeting all organizational, technological and technical requirements. The parameters used in this study are organizational and technological factors that appear at all stages of the project life cycle. Each of these parameters individually has its own impact. It is worth considering whether their combination is critical for achieving the required level of construction quality. The next stage of this study will be to determine the «weight of the influence of each group of factors on the complex quality indicator».

Keywords: construction works quality, research stages, quality factors, measurement model, construction in Burundi.

строительства. Под качеством строительного объекта понимается, со одной стороны, соблюдение требований строительных норм и правил, государственных стандартов, а с другой стороны, степень соответствия конечного строительного продукта требованиям потребителя [1]. Различные исследования проводились с целью



Рис. 1. Обрушение 3-этажного дома в районе Кйанге, г. Бужумбура
Fig. 1. The collapse of 3-storey house in the Kiyange quarter, city of Bujumbura

определения факторов, влияющих на качество строительного проекта в разных странах [2, 3, 4]. Однако список данных показателей изменяется в зависимости от типа строительного объекта, от географии предмета исследования, от климатических условий и ряда других параметров. В условиях Бурунди данное исследование проводится впервые. Проблематика темы исследования вызвана тем, что в последнее время изменяется вид жилищного строительства, позволяющего решить проблему нехватки жилья – особенно в столице Бужумбура [5, 6]. Ввиду того, что данный вид жилищного строительства имеет свои организационно-технологические особенности по сравнению с существующим видом строительства, возникает необходимость тщательно анализировать все этапы его реализации с целью их оптимизации.

Основная часть

Повышение эффективности строительных проектов и – благодаря этому – уменьшение дефектов в процессе строительства и в период эксплуатации волнуют заказчиков в первую очередь и, конечно, государство. В настоящее время отсутствуют регулирование и мониторинг строительных процессов со стороны государства. Как следствие, случаи разрушения зданий во время

заказчика и в рамках действующих нормативных требований (СП, СНиП) [7]. Комплексным показателем качества является обобщенный показатель, способствующий достижению проектных решений. Целью исследования является разработка методики определения комплексного показателя качества организационно-технологических решений при возведении малоэтажных многоквартирных жилых домов.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- проведение экспертного опроса для выявления факторов, влияющих на качество жилых домов;
- анализ влияния факторов, влияющих на качество жилых домов;
- исследование влияния организационно-технологических факторов на комплексный показатель качества малоэтажных многоквартирных жилых домов;
- разработка методики формирования комплексного показателя качества организационно-технологических решений при возведении малоэтажных многоквартирных жилых домов.

При исследовании была использована следующая методологическая схема (рис. 2).



Рис. 2. Основные этапы исследования

Fig. 2. Main research stages

строительства умножаются, период надежного функционирования конструкций резко сокращается. Потребность в ремонте появляется уже в первые пять лет эксплуатации объекта, что минимизирует привлекательность инвестиций в данной отрасли.

На рис. 1 показан пример обрушения трехэтажного дома, расположенного в районе Кйанге города Бужумбуры. Причиной обрушения стало разрушение колонн первого этажа из-за надстройки дополнительного этажа, возведенного вне проекта, без проведения поверочного расчета строительных конструкций.

В рамках диссертационного исследования под качеством понимаются характеристики строительного объекта, которые зависят от проектной документации. Проектная документация создается профессионалами на основе потребностей

На первом этапе был проведен обзор литературы, в результате которого был составлен список из 54 единичных показателей организационно-технологических решений, влияющих на качество малоэтажных многоквартирных жилых домов. Данные показатели качества имеют разные степени влияния. Поэтому путем проведения анкетирования экспертами были отмечены показатели, оказывающие больше влияния на комплексный показатель качества. Метод анкетирования основан на заполнении специальных анкет экспертами строительной области. При определении мнений специалистов нами была использована шкала Лайкерта. Опрос проводился в строительных компаниях, исследовательских центрах и в строительных университетах.

Категория	Количество	Процент
Преподаватель	42	17
Консультант в строительстве	13	5
Архитектор	6	2
Конструктор	31	13
Проектировщик	45	18
Прораб	98	39
Генеральный директор	8	3
Научный сотрудник	7	3
Тип организации	Количество	Процент
Министерство строительства	32	13
Учреждение высшего образования	87	34
Застройщик	28	11
Строительная фирма	92	36
Научный исследовательский центр	14	6

Табл. 1. Характеристика респондентов
Tab. 1. Respondents characteristics

С помощью метода эксплораторного факторного анализа все показатели были сведены в 7 групп:

- Группа факторов, связанных с участниками проекта (УП12, УП12, УП13):

- Сотрудничество между участниками проекта.
- Портфолио подрядчиков (квалификация и опыт в строительстве, выполненные проекты, состав и квалификация бригады).
- Организация подрядчиков (программа мониторинга и управления с четкими контрактами).

- Группа факторов, связанных с проектированием (П21, П22, П23, П24, П25, П26):

- Полнота технического задания на проектирование.
- Местные строительные нормы.
- Полнота материалов по инженерным изысканиям (геология, экология, расчетная часть и др.).
- Ограниченный срок проектирования, установленный клиентом.
- Опытквалификацияпроектировщиков.
- Наличие ПОС, ППР.
- Использование современного оборудования и программного обеспечения.

- Группа факторов, связанных с материалами (СМ31, СМ32, СМ33, СМ34, СМ35):

- Использование несертифицированных материалов.

- Правила транспортировки материалов.

- Правила хранения материалов.

- Недоступность строительных материалов.

- Ценовые колебания.

- Группа факторов, связанных со строительством (СПр41, СПр42 и далее):

- Наличие разрешения на строительство.

- Наличие рабочих документаций.

- Квалификация и опыт ИТР в строительстве.

- Геодезическое обеспечение работ (разбивка здания на местности согласно проекту).

- Организация ресурсов (рабочей силы, механизмов) на стройплощадке.

- Ограниченный срок строительства, установленный клиентами.

- Степень механизации строительных работ.

- Климатические условия на стройплощадке.

- Группа факторов, связанных с культурой качества (УП12, УП12, УП13 и далее):

- Культура качества (планирование мер по обеспечению качества).

- Наличие карт операционного контроля качества работ.

- Система стимулирования качества работ (критерии поощрения работников за качество выполненных работ).

4. Наличие государственной системы контроля качества.
5. Наличие службы контроля качества на стройке.
 - Группа факторов, связанных с нормами (Н51, Н52, Н53, Н54):
1. Использование местных строительных норм.
2. Определение технических требований к строительным материалам в стандартах, действующих в Бурунди (оценка уровней безопасности, типов и методов испытаний и пр.).
3. Установление системы контроля качества строительных работ (входной, операционный и приемочный контроль).
4. Уточнение в нормах ролей и обязанностей каждого участника строительного процесса.
 - Группа факторов, связанных с повышением квалификации (К71, К72):
 - 1. Наличие центров и программ по подготовке персонала в строительной отрасли по обеспечению качества строительных работ.
 - 2. Возможность повышения квалификации по технологии и организации строительства.

Определена концептуальная модель измерения, по которой исследуется вес влияния каждого единичного показателя на соответствующую ему группу факторов. Далее определяется вес влияния каждой группы фак-

торов на комплексный показатель качества. В дальнейшем проведение исследований будет направлено на формирование математической модели с использованием моделирования структурных уравнений на основе эксплораторного факторного анализа и конфирматорного факторного анализа. Данный метод позволяет определить причинно-следственную связь между факторами. Преимущество данного метода состоит в том, что он не нуждается в каких-либо предположениях относительно распределения данных.

Заключение

Требуемый уровень качества можно достичь, выполняя все организационно-технологические и технические требования. Так как идеальная ситуация в жизни труднодостижима, требуемого уровня качества можно добиться благодаря инструменту, который покажет необходимое сочетание параметров качества. Определены параметры, оказывающие, по мнению экспертов, наибольшее влияние на комплексный показатель качества. Параметры, используемые в данном исследовании, имеют характер организационно-технологических факторов, появляющихся на всех этапах жизненного цикла проекта. Каждый из этих параметров по отдельности имеет свое влияние. Стоит рассмотреть, не является ли критичным их сочетание с точки зрения достижения требуемого уровня качества построенного объекта.

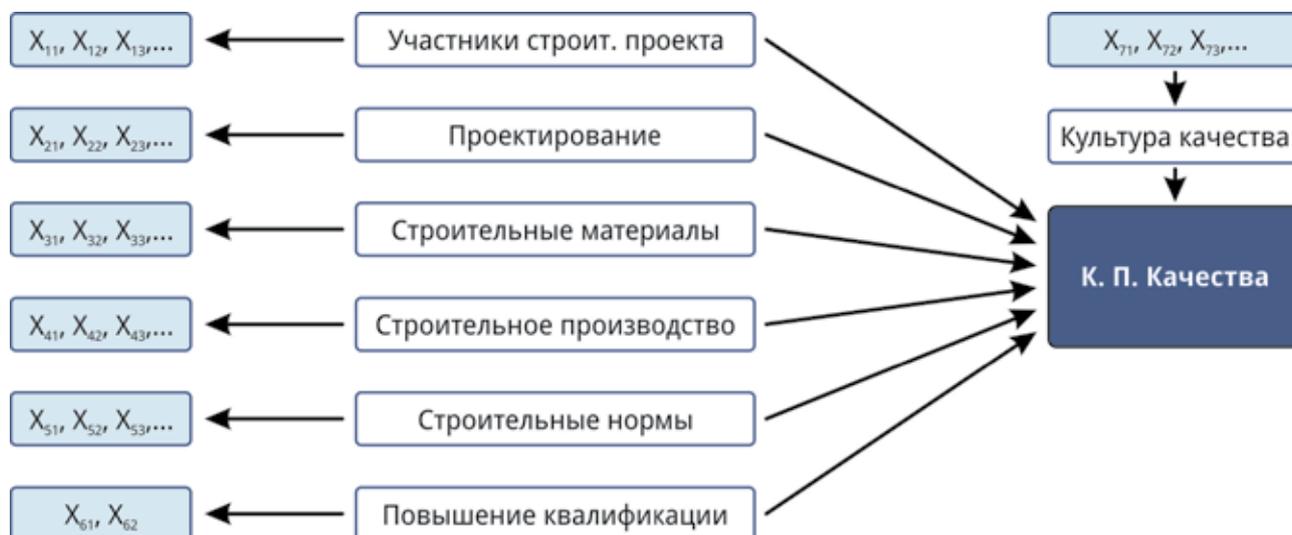


Рис. 3. Концептуальная модель измерения
Fig. 3. Conceptual measurement model

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лapidус А. А., Ндайирагидже И. Стандартизация производства каменной кладки как фактор повышения качества жилищного строительства в Бурунди / А. А. Лapidус, И. Ндайирагидже // Строительное производство. – 2020. – № 1. – С. 45–50.
2. Oke A., Aigbavboa C., Dlamini E. Factors Affecting Quality of

REFERENCES

1. Lapidus A. A., Ndayiragije Y. Standardization of masonry production as a factor in improving quality of housing construction in Burundi // Stroitel'noe proizvodstvo. – 2020. – № 1. – P. 45–50.

- Construction Projects in Swaziland / A. Oke , C. Aigbavboa, E. Dlamini // Proceedings of the Ninth International Conference on Construction in the 21st Century (CITC-9), March 5–7, 2017. – United Arab Emirates : Dubai, 2017.
3. J. von Meding. Critical Success Factors of Construction Project Quality in Brunei Darussalam / J. von Meding [et al.] // Proceedings of the International Conference on Sustainable Built Environment for Now and the Future, March 26–27, 2012. – Vietnam : Hanoi, 2012.
 4. Czajkowska A., Kadłubek M. Management of factors affecting quality of processes in construction enterprises / A. Czajkowska, M. Kadłubek // Polish journal of management studies. – 2015. – Vol. 11, № 1. – P. 28–38.
 5. Лapidус А. А., Ндайирагидже И. Формирование комплексного показателя качества крупномасштабного строительного проекта / А. А. Лapidус, И. Ндайирагидже // Наука и бизнес: пути развития. – 2019. – № 6 (96). – С. 61–64.
 6. Lapidus A. A., Ndayiragije Y. Integrated Quality Index of Organizational and Technological Solutions for Implementation of Burundian Capital Master Plan / A. A. Lapidus, N. Yves // Materials Science Forum. – 2018. – Vol. 931. – P. 1295–1300.
 7. Topchij D. V. Разработка организационно-технологической модели осуществления строительного контроля при возведении многоэтажных жилых зданий / Д. В. Topchij, В. А. Скакалов // Научное обозрение. – 2017. – № 11. – С. 97–100.
 2. Oke A., Aigbavboa C., Dlamini E. Factors Affecting Quality of Construction Projects in Swaziland / A. Oke , C. Aigbavboa, E. Dlamini // Proceedings of the Ninth International Conference on Construction in the 21st Century (CITC-9), March 5–7, 2017. – United Arab Emirates : Dubai, 2017.
 3. J. von Meding. Critical Success Factors of Construction Project Quality in Brunei Darussalam / J. von Meding [et al.] // Proceedings of the International Conference on Sustainable Built Environment for Now and the Future, March 26–27, 2012. – Vietnam : Hanoi, 2012.
 4. Czajkowska A., Kadłubek M. Management of factors affecting quality of processes in construction enterprises / A. Czajkowska, M. Kadłubek // Polish journal of management studies. – 2015. – Vol. 11, № 1. – P. 28–38.
 5. Lapidus A. A., Ndayiragije Y. Formirovanie kompleksnogo pokazatelya kachestva krupnomasshtabnogo stroitel'nogo proekta [Formation of a comprehensive quality index for a large-scale construction project] / A. A. Lapidus, Y. Ndayiragije // Nauka i biznes: puti razvitiya [Science and business: development ways]. – 2019. – № 6 (96). – С. 61–64.
 6. Lapidus A. A., Ndayiragije Y. Integrated Quality Index of Organizational and Technological Solutions for Implementation of Burundian Capital Master Plan / A. A. Lapidus, Y. Ndayiragije // Materials Science Forum. – 2018. – Vol. 931. – P. 1295–1300.
 7. Topchij D. V. Razrabotka organizatsionno-tekhnologicheskoy modeli osushhestvleniya stroitel'nogo kontrolya pri vozvedenii mnogoetazhnykh zhilykh zdaniy [Development of an organizational and technological model for implementing construction control in multi-storey residential buildings] / D. V. Topchij, V. A. Skakalov // Nauchnoe obozrenie [Scientific review]. – 2017. – № 11. – С. 97–100.

НОВОСТЬ

Русский язык введен в практику международных стандартов по строительству

Впервые в истории опубликован международный стандарт по основным строительным терминам на русском и английском языках - стандарт ИСО 6707-1:2020 «Здания и сооружения – Словарь – Часть 1: Основные термины». Документ ввел русский язык в практику международных стандартов по строительству и утвердил единую терминологическую базу.

«Русский язык становится основой международной стандартизации по строительству наряду с английским языком, и это огромный шаг в работе по гармонизации отечественных и международных норм. Публикация двуязычного стандарта – знаковое событие для отрасли, которое стало возможным благодаря тесному сотрудничеству с представителями международной организации по стандартизации ИСО, при активном участии экспертов ТК 465 «Строительство», – акцентировал заместитель министра строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации Дмитрий Волков.

Заместитель министра выразил уверенность, что использование единого терминологического языка будет способствовать развитию строительной отрасли. «Наличие единых строительных терминов минимизирует расхождения отечественных и международных стандартов,

оставит в прошлом различия в интерпретации одних и тех же строительных процессов. Синхронизация смыслов, возможность говорить на одном языке, окажет большое влияние на эффективность работы отечественных компаний с зарубежными коллегами», – подчеркнул он.

Возможности создания русскоязычной версии международного терминологического словаря предшествовала серьезная работа, в которой принимали участие эксперты ТК 465 «Строительство», АО «ЦНИИПромзданий», НИЦ «Строительство», НИИСФ и других ведущих российских научно-исследовательских организаций.

Работа также проводилась в тесном контакте с рабочей группой подкомитета 2 ИСО ТК59 «Здания и сооружения», где обсуждались возможности корректировки ряда терминов действовавшего тогда стандарта ИСО 6707-1:2017 «Здания и сооружения. Словарь. Основные термины».

В настоящее время двуязычный стандарт ИСО 6707-1:2020 «Здания и сооружения – Словарь – Часть 1: Основные термины» размещен на сайте ИСО. Официальными рабочими языками ИСО, на которых могут публиковаться оригиналы стандартов ИСО, являются английский, французский и русский языки.

Источник: сайт Минстроя России <https://minstroyrf.gov.ru>

УДК 69.05

Оценка выявленных фактических отклонений несущих монолитных железобетонных конструкций и определение закона их распределения для оптимизации контроля качества производства строительных работ

Assessment of the Revealed Actual Deviations of Load Bearing Monolithic Reinforced Concrete Structures and Determination of the Law of their Distribution to Optimize Quality Control of Construction Work

Олейник Павел Павлович

Доктор технических наук, профессор кафедры «Технология и организация строительного производства», ФГБОУ «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), 129337, Москва, Ярославское шоссе, 26, cniomtp@mail.ru

Olejnik Pavel Pavlovich

Doctor of Engineering, Professor of Department «Technologies and Organizations of Construction Production», Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «National Research Moscow State University of Civil Engineering» (NRU MGSU), 129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26, cniomtp@mail.ru

Куренков Олег Геннадьевич

Аспирант кафедры «Технологии и организация строительного производства», ФГБОУ «Национальный исследовательский московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), 129337, Москва, Ярославское шоссе, 26, oleg9657425@mail.ru

Kurenkov Oleg Gennad'evich

Post-graduate student, Department «Technologies and Organizations of Construction Production», Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «National Research Moscow State University of Civil Engineering» (NRU MGSU), 129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26, oleg9657425@mail.ru

Аннотация

Цель. В процессе строительства любого объекта большое внимание уделяется фактическим отклонениям возводимых конструкций. Данные отклонения отображаются на исполнительных схемах, входящих в состав исполнительной документации. При строительстве объекта строительные конструкции невозможно возводить без каких-либо отклонений от проекта, в связи с чем существуют нормативные предельные отклонения (допуски), которые указываются в соответствующей нормативно-технической документации. Как показывает практика, по результатам анализа фиксируемых отклонений в исполнительных схемах, рассматриваемых в данной статье, было выявлено, что величина отклонений монолитных железобетонных конструкций колеблется от минимальных значений до значений, выходящих за пределы нормативных допусков.

Abstract

Object. During the construction of any object, great attention is also paid to the actual deviations of the erected structures. These deviations are displayed on the as-built schemes that are part of the as-built documentation. During the construction of an object, it is impossible to erect building structures without any deviations from the project, and therefore, there are regulatory maximum deviations (tolerances), which are indicated in the relevant regulatory and technical documentation. As practice shows, according to the results of the analysis of the recorded deviations in the executive schemes considered in this article of monolithic reinforced concrete structures, it was revealed that the magnitude of the deviations ranges from minimum values to values outside the standard tolerances.

Methods. Using statistical data and conducting a mathematical study of the actual deviations, the laws of their

Методы. Используя статистические данные и проводя математическое исследование фактических отклонений, определены законы их распределения в зависимости от конструктивного элемента, фиксируемых параметров и величины допусков. По данным статистики и математического исследования построены графики распределения значений отклонений в зависимости от величины и их частоты.

Результаты. В большинстве рассматриваемых случаев наблюдается двухвершинное распределение с двумя точками экстремума, максимумом которого является количество повторений значений в рамках нормативных допусков. Вторые точки экстремума по графикам находятся на границе нормативного предельного значения отклонения, а также выходят за их пределы. Доля отклонений, значения которых выходят за пределы нормативных допусков, достаточно велика для того, чтобы считать данные значения случайными величинами. Следовательно, данные отклонения необходимо учитывать при последующих этапах производства строительно-монтажных работ, так как они влияют на эксплуатационную надежность и безопасность возведенного объекта.

Выводы. Определив законы распределения и основные факторы, влияющие на возникновения отклонений, рационально разработать методику по уменьшению влияния отклонений выходящих за пределы нормативных допусков на последующие этапы возведения монолитных конструкций или полностью предотвратить смещение значений за эти пределы.

Ключевые слова: исполнительная документация; контроль качества строительства; отклонения строительных конструкций; монолитные железобетонные конструкции; исполнительные схемы; оптимизация строительных процессов; технология и организация строительства; закон распределения.

Введение

Теоретическое исследование собранных статистических данных по отклонениям несущих монолитных железобетонных конструкций показало, что, исходя из множества рассматриваемых параметров качества, отраженных в исполнительной документации, и количества фиксируемых значений, отклонения колеблются как и в рамках допусков, так и за их пределами. Рассматриваемые отклонения на практике в первую очередь отражают качество возведенного объекта и влияют на безопасную эксплуатацию [1]. Данные отклонения влияют на конструктивную схему здания, распределение нагрузок на несущие конструкции, качество строительства и, в целом, на эксплуатационную надежность объекта. Для определения степени влияния необходимо первым делом выявить законы распределения значений отклонений в соответствии с их параметрами и конструктивными элементами – несущими монолитными железобетонными колоннами и стенами. Выполнив анализ всех рассматриваемых статистических данных по вертикальным и горизонтальным монолитным конструкциям, сделан вывод, что доля отклонений, выходящих за пре-

distribution were determined, depending on the structural element, the fixed parameters and the magnitude of the tolerances. According to statistics and mathematical research, graphs of the distribution of deviation values depending on the magnitude and their frequency were built.

Findings. In most of the cases under consideration, a bimodal distribution with two extremum points observed, the maximum of which is the number of repetitions of values within the normative tolerances. The second extremum points on the charts are located on the border of the standard deviation limit value, and go beyond their limits. The share of deviations, the values of which are outside the standard tolerances, is large enough to consider these deviations as random values. Consequently, these deviations must be taken into account in the subsequent stages of construction and installation work, since they affect the operational reliability and safety of the erected object.

Conclusions. Having determined the distribution laws and the main factors affecting the occurrence of deviations, it is rational to develop a methodology to reduce the influence of deviations outside the standard tolerances on the subsequent stages of the construction of monolithic structures or completely prevent the values from shifting beyond these limits.

Keywords: as-built documentation; quality control of construction; deviations of building structures; monolithic reinforced concrete structures; executive schemes; optimization of building processes; technology and organization of construction; distribution law.

делы нормативных допусков в горизонтальных конструкциях достаточно мала, вследствие чего данные конструкции не рассматриваются в статье [2].

Определим закон распределения отклонений колонн от оси при нормативном допуске 15 мм. Выполнив статистический анализ, рассматриваемые данные изменения показателей отклонений монолитных железобетонных стен и колонн можно образовать в вариационные ряды в возрастающем порядке:

$$П_1, П_2, П_3, \dots, П_m. \quad (1)$$

где m – общее число статистических данных.

После преобразования полученных простых вариационных рядов в сгруппированные образуется ряд классов x с равномерным интервалом. В целях достижения высокой точности закона распределения отклонений длина интервала d принимается равной 2 %. В каждый класс входят данные, для которых $П$ удовлетворяет следующему неравенству [3]:

$$П_{cp} - \frac{d}{2} < П < П_{cp} + \frac{d}{2}, \quad (2)$$

где $П_{cp}$ – среднее значение интервала, равное полусумме его границ.

В некоторый интервал попадут из вариационного ряда значения Π , количество повторений которых равно r . Число r указывает на частоту попадания случайной величины Π в данный конкретный интервал. В результате группировки фактические значения Π в каждом интервале заменяются средним значением Π_{cp} в соответствующем диапазоне. Такое искусственное выравнивание значений случайной величины Π внутри интервала теоретически и практически допустимо, поскольку при достаточно большом числе статистических данных неточность настолько мала, что ею можно пренебречь.

В сгруппированном вариационном ряду показателей отклонений колонн по оси за середину классов принято $\Pi = 5$, и этому классу присвоен нулевой уровень. Выше этого уровня располагаются отрицательные классы, ниже – положи-

тельные, причем для расчетов номер класса заменяет фактическое значение Π_{cp} . Номер класса определяется согласно формуле [3]:

$$x = \frac{\Pi_{cp} - 5}{2}, \quad (3)$$

Графическая интерпретация сгруппированного распределения частот показателей отклонений представлена гистограммой (рис. 1), в которой в качестве ординаты принята сама частота (количество повторений), так как все интервалы группировки имеют одинаковую длину.

При построении полигона накопления частот границы интервалов группировки являются абсциссами, что является величиной отклонений в миллиметрах, а соответствующие накопленные частоты – ординатами, которые являются количеством повторений. Построенная таким

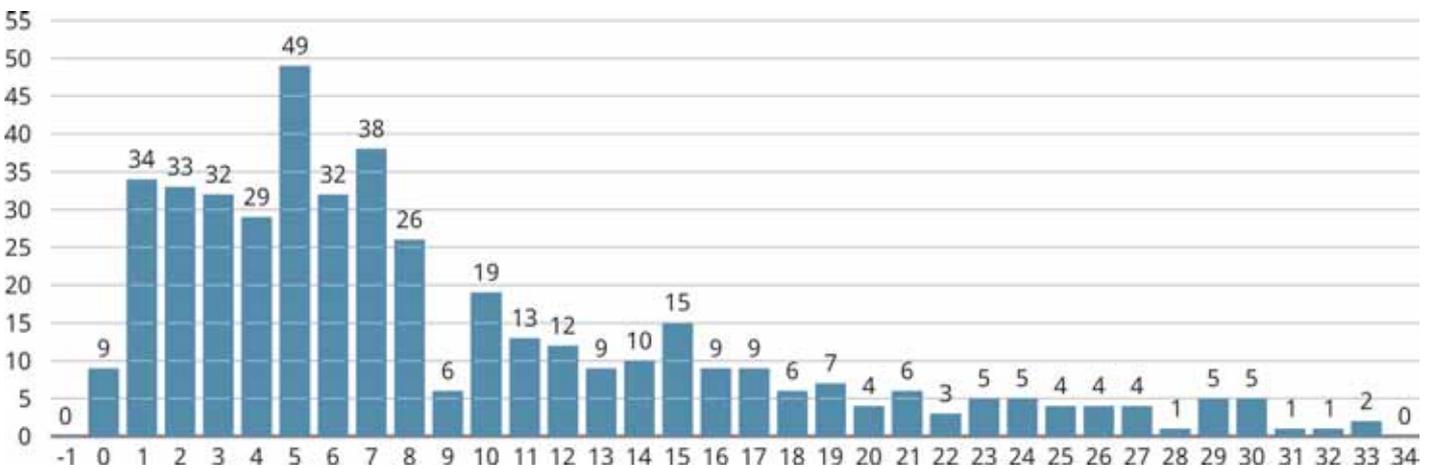


Рис. 1. Гистограмма эмпирического распределения частот отклонений.
Абсцисса – значения отклонений в мм, ордината – количество повторений (частота)

Fig. 1. Histogram of the empirical distribution of deviation frequencies.
Abscissa – values of deviations in mm, ordinate – the number of repetitions (frequency)

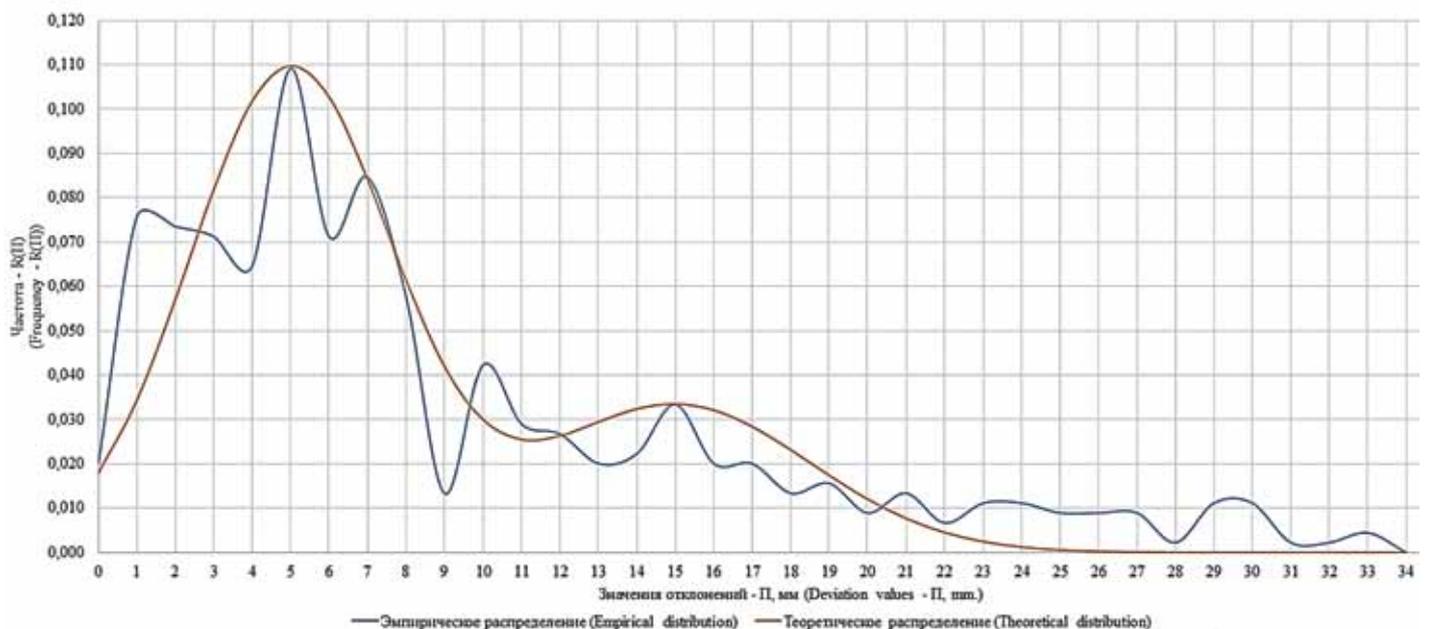


Рис. 2. Полигон частот и кривая неоднородного распределения
Fig. 2. Frequency polygon and non-uniform distribution curve

$\Pi_{гр}$, мм	Абсолют. частота, г	r^t	$\Pi_{гр}$, мм	Абсолют. частота, г	r^t
1	2	3	1	2	3
0,00	9,00	8,04	18,00	6,00	10,39
1,00	34,00	15,42	19,00	7,00	7,81
2,00	33,00	25,58	20,00	4,00	5,41
3,00	32,00	36,74	21,00	6,00	3,45
4,00	29,00	45,69	22,00	3,00	2,03
5,00	49,00	49,25	23,00	5,00	1,10
6,00	32,00	46,13	24,00	5,00	0,55
7,00	38,00	37,80	25,00	4,00	0,25
8,00	26,00	27,60	26,00	4,00	0,11
9,00	6,00	18,86	27,00	4,00	0,04
10,00	19,00	13,45	28,00	1,00	0,02
11,00	13,00	11,44	29,00	5,00	0,01
12,00	12,00	11,81	30,00	5,00	0,00
13,00	9,00	13,22	31,00	1,00	0,00
14,00	10,00	14,54	32,00	1,00	0,00
15,00	15,00	15,04	33,00	2,00	0,00
16,00	9,00	14,41	34,00	0,00	0,00
17,00	9,00	12,74	35,00	2,00	0,00

Табл. 1. Параметры теоретического распределения по эмпирическим частотам

Tab. 1. Parameters of theoretical distribution by empirical frequencies

образом ступенчатая кривая возрастает от 0 до $n = 449$ и имеет скачки величиной $1/r$.

Эмпирическое распределение отклонений характеризуется средним арифметическим значением $\Pi_{ср,о}$, которое стремится по вероятности к математическому ожиданию. Среднее арифметическое значение представлено как центр группирования случайной величины:

$$\text{Пср.о} = \frac{\sum x r}{n} d + 5, \quad (4)$$

где 5 – середина классов, которая соответствует максимальному экстремуму.

Дисперсия вычислена как

$$\sigma^2 = \frac{d^2}{n} + \left(\sum x^2 r - \frac{(\sum x r)^2}{n} \right), \quad (5)$$

На основе дисперсии вычислено среднеквадратическое (стандартное) отклонение:

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}, \quad (6)$$

Произведенные расчеты количественной характеристикой асимметричности (скошенности) распределения отклонений – коэффициента асимметрии, а также коэффициента эксцесса и значение мода говорят о том, что слева от максимума функций наклон кривых будет более крутой, а само распределение является островершинным.

Найденные числовые характеристики эмпирического распределения отклонений позволяют сделать вывод о неоднородности распределения. Уравнение данного распределения найдено путем подбора различных кривых нормального распределения [3]:

$$R_o(\Pi) = A_1 e^{-B_1(\Pi-\mu_1)^2} + A_2 e^{-B_2(\Pi-\mu_2)^2} = 49e^{-0,072(\Pi-5)^2} + 15e^{-0,041(\Pi-15)^2}, \quad (7)$$

где A_1 и A_2 – коэффициенты, которые являются точками экстремумов функции кривых; B_1 и B_2 – коэффициенты, вычисляемые согласно формуле $B=1/2\sigma^2$; μ_1 и μ_2 – значения отклонений, соответствующие экстремумам функций.

Как показывают расчеты, совокупность исходных данных составляется из двух нормальных совокупностей с параметрами $\sigma_1 = 2,63$ и $\sigma_2 = 3,5$ (таб. 1).

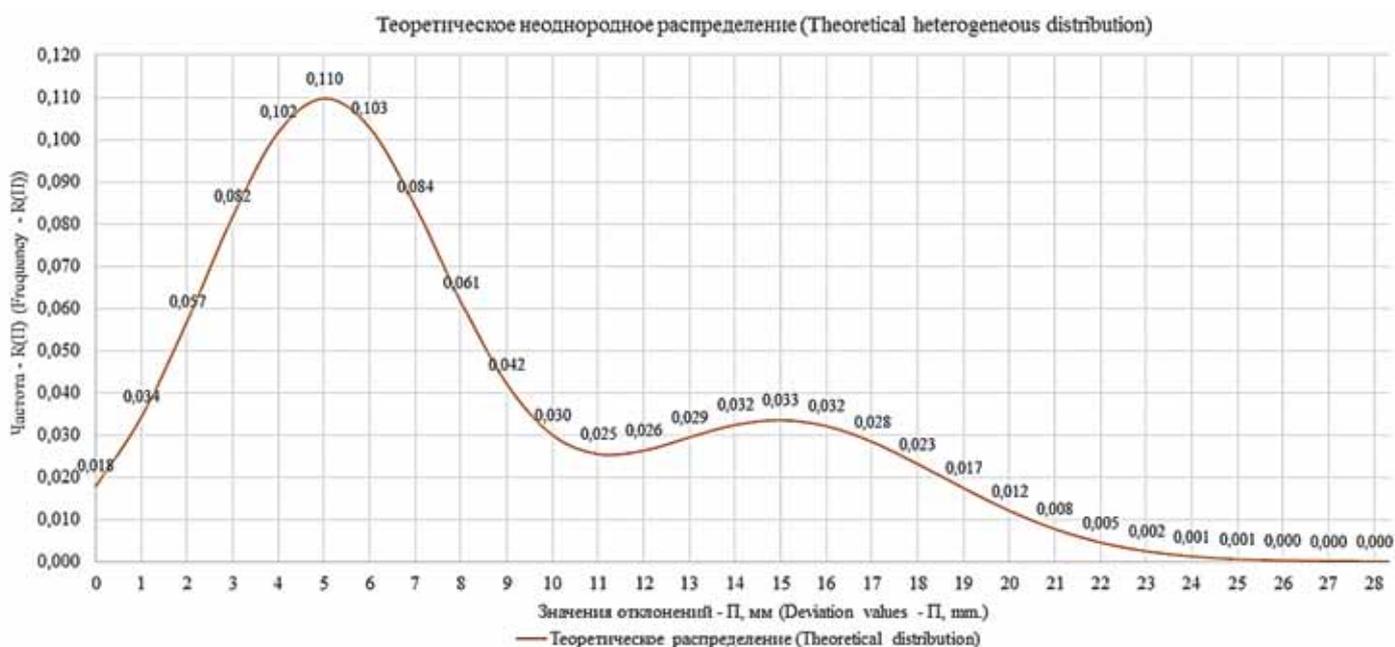


Рис. 3. Разбиение неоднородного распределения
Fig. 3. Subdivision of a heterogeneous distribution

Определение близости эмпирического распределения к теоретическому может быть недостаточно точным, что обуславливает необходимость применения критерия согласия Пирсона, который основан на определении χ^2 . Выполнив расчеты данного критерия на основе выявленных эмпирических зависимостей с учетом, что $P(\chi^2) = 0,999$, расхождение между эмпирическими и теоретическими кривыми распределения значений отклонений можно признать случайным.

Для определения кривой плотности неоднородного распределения необходимо найденную функцию $R_0(\Pi)$ разделить на площадь, заключенную между $R_0(\Pi)$ и осью абсцисс. По гистограмме эта площадь равна: $d\Sigma r = 449$. Следовательно, уравнение кривой плотности неоднородного

распределения отклонений будет иметь следующий вид:

$$R(\Pi) = 0,11e^{-0,072(\Pi-5)^2} + 0,033e^{-0,041(\Pi-15)^2}, \quad (8)$$

Интегральную функцию распределения отклонений колонн от оси можно определить как $B(\Pi) = 0,11 \int_0^\Pi e^{-0,072(\Pi-5)^2} d\Pi + 0,033 \int_0^\Pi e^{-0,041(\Pi-15)^2} d\Pi$. (9)

Здесь вероятность $P(\Pi_1 < \Pi_{cp} < \Pi_2)$ выражается разностью между двумя ординатами $B(\Pi_1)$ и $B(\Pi_2)$.

Распределение отклонений двухвершинное, и абсциссы наибольших значений равны 5 и 15 мм. (рис. 3). Таким образом, мы имеем две параболы, соответствующие компонентам неоднородного распределения.

Следует обратить внимание на то, что вторая точка экстремума, согласно графику, соответ-

Интервал Π	Центр интервала Π_{cp}	x	Абсолютная частота, r		Σr	
			r	$r, \%$	r	$r, \%$
-1,5 – -0,5	-1	-1,5	0	0,0000	0,000	0,000
-0,5 – 0,5	0	-1	31	8,6351	31,000	8,635
0,5 – 1,5	1	-0,5	44	12,2562	75,000	20,891
1,5 – 2,5	2	0	53	14,7632	128,000	35,654
2,5 – 3,5	3	0,5	43	11,9777	171,000	47,632
3,5 – 4,5	4	1	30	8,3565	201,000	55,989
4,5 – 5,5	5	1,5	26	7,2423	227,000	63,231
5,5 – 6,5	6	2	18	5,0139	245,000	68,245
6,5 – 7,5	7	2,5	15	4,1783	260,000	72,423
7,5 – 8,5	8	3	7	1,9499	267,000	74,373
8,5 – 9,5	9	3,5	6	1,6713	273,000	76,044
9,5 – 10,5	10	4	6	1,6713	279,000	77,715
10,5 – 11,5	11	4,5	5	1,3928	284,000	79,108
11,5 – 12,5	12	5	8	2,2284	292,000	81,337
12,5 – 13,5	13	5,5	8	2,2284	300,000	83,565
13,5 – 14,5	14	6	5	1,3928	305,000	84,958
14,5 – 15,5	15	6,5	6	1,6713	311,000	86,629
15,5 – 16,5	16	7	6	1,6713	317,000	88,300
16,5 – 17,5	17	7,5	5	1,3928	322,000	89,693
17,5 – 18,5	18	8	3	0,8357	325,000	90,529
18,5 – 19,5	19	8,5	6	1,6713	331,000	92,200
19,5 – 20,5	20	9	5	1,3928	336,000	93,593
20,5 – 21,5	21	9,5	3	0,8357	339,000	94,428
21,5 – 22,5	22	10	3	0,8357	342,000	95,264
22,5 – 23,5	23	10,5	4	1,1142	346,000	96,378
23,5 – 24,5	24	11	1	0,2786	347,000	96,657
24,5 – 25,5	25	11,5	4	1,1142	351,000	97,771
25,5 – 26,5	26	12	2	0,5571	353,000	98,328
26,5 – 27,5	27	12,5	2	0,5571	355,000	98,885
27,5 – 28,5	28	13	0	0,0000	355,000	98,885
28,5 – 29,5	29	13,5	2	0,5571	357,000	99,442
29,5 – 30,5	30	14	2	0,5571	359,000	99,999

Табл. 2. Исходные данные для расчета эмпирических характеристик распределения отклонений толщины сечения стен
Tab. 2. Initial data for calculating the empirical characteristics of the distribution of deviations in the thickness of the section of walls

ствуется величине отклонения в 15 мм, что является предельно допустимым нормативным отклонением. Это может говорить о том, что при оформлении исполнительных геодезических схем акцент делают на то, чтобы отклонения не выходили за пределы допусков. Кроме того, учитывая, что немалая доля отклонений выходит за пределы допусков, необходимо уделять им большое внимание, в том числе факторам, влияющим на появление данных значений отклонений, а также учитывать и разрабатывать методику их предотвращения на последующих этапах возведения объекта.

Определим закон распределения отклонений толщины сечения колонн от проекта при нормативном допуске 5 мм. Для конструкций монолитных железобетонных стен и колонн алгоритм расчета закона распределения откло-

нений, в том числе толщины сечения, такой же, как и при расчете закона распределения на основе эмпирических статистических данных отклонений колонн от оси. Данный алгоритм возможно применить, так как построенные по статистическим данным график и гистограмма имеют не менее 2 явно выраженных точек экстремума при отклонениях в 2 мм и 13 мм – что является за границей предельных нормативных допусков в 5 мм согласно п. 5.12 СП 70.13330.2012.

В сгруппированном вариационном ряде показателей отклонений толщины сечения стен за середину классов принято $\Pi = 2$ мм, и этому классу присвоен нулевой уровень.

Графическая интерпретация сгруппированного распределения частот показателей отклонений представлена гистограммой (рис. 4), в которой в качестве ординаты принята сама

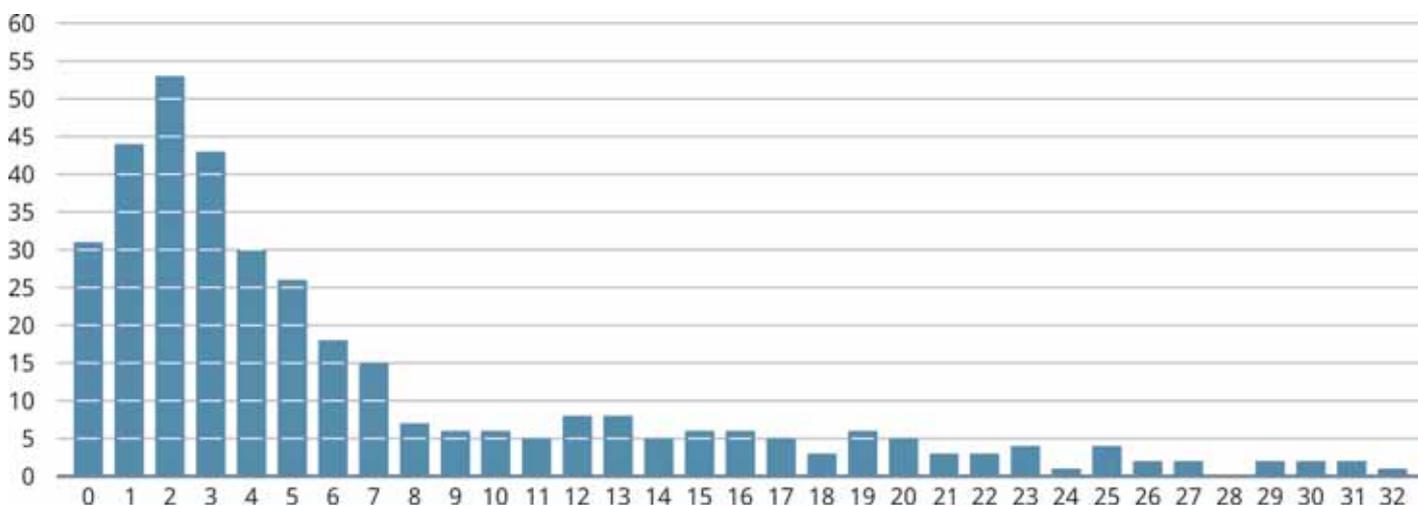


Рис. 4. Гистограмма эмпирического распределения частот отклонений толщины сечения при нормативном предельном допуске 5 мм. Абсцисса – значения отклонений в мм, ордината – количество повторений (частота)

Fig. 4. Histogram of the empirical distribution of the frequency of deviations of the section thickness, with a standard limit tolerance of 5 mm. Abscissa – deviation values in mm, ordinate – number of repetitions (frequency)

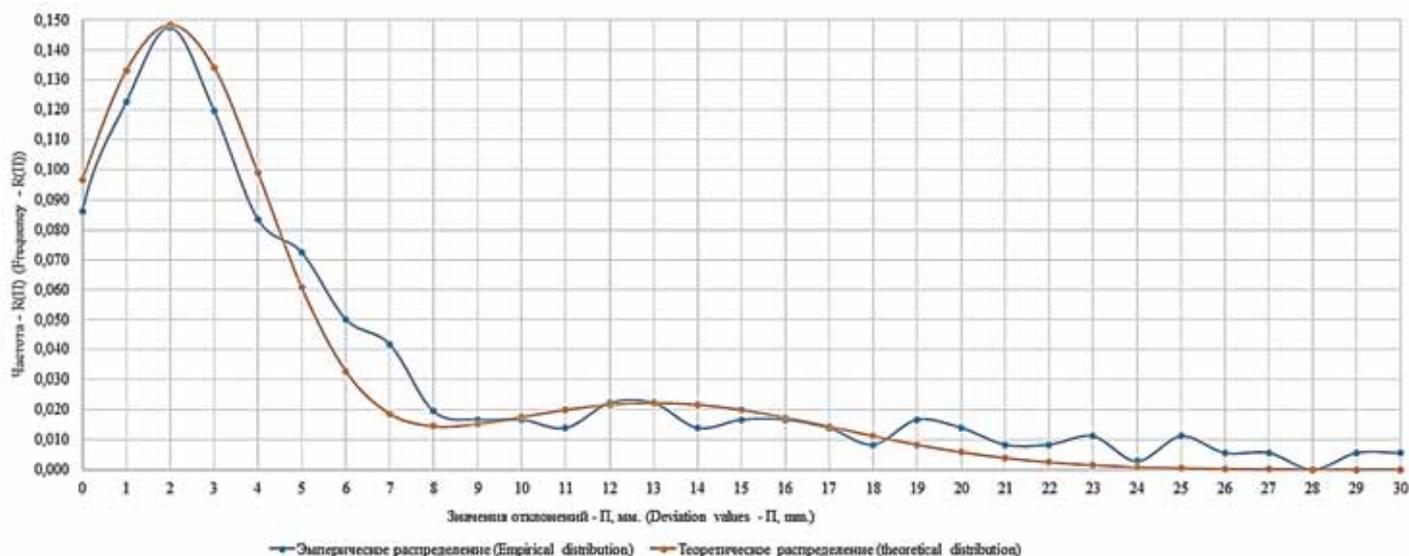


Рис. 5. Полигон частот и кривая неоднородного распределения значений отклонений толщины сечения колонн от проекта

Fig. 5. Frequency polygon and non-uniform distribution curve of deviations of column section thickness from the design

П _{гр} , мм	Абсолют. частота, г	r ^t	П _{гр} , мм	Абсолют. частота, г	r ^t
1	2	3	1	2	3
-1	0	20,42	15	6	7,17
0	31	34,74	16	6	6,25
1	44	47,82	17	5	5,16
2	53	53,29	18	3	4,03
3	43	48,18	19	6	2,98
4	30	35,53	20	5	2,09
5	26	21,77	21	3	1,38
6	18	11,78	22	3	0,87
7	15	6,71	23	4	0,52
8	7	5,19	24	1	0,29
9	6	5,45	25	4	0,15
10	6	6,31	26	2	0,08
11	5	7,18	27	2	0,04
12	8	7,78	28	0	0,02
13	8	8,00	29	2	0,01
14	5	7,78	30	2	0,00

Табл. 3. Параметры теоретического распределения по эмпирическим частотам отклонений толщины сечения колонн

Tab. 3. Parameters of the theoretical distribution of the empirical frequencies of deviations of the column section thickness

частота (количество повторений), так как все интервалы группировки имеют одинаковую длину.

Построенная ступенчатая кривая возрастает от 0 до n = 359 и имеет скачки величиной 1/r.

Среднее арифметическое значение можно представить как центр группирования случайной величины:

$$\text{Пср. о} = \frac{\sum x r}{n} d + 2, \tag{10}$$

Уравнение неоднородного распределения также найдено путем подбора различных кривых нормального распределения [3]:

$$R_0(\Pi) = A_1 e^{-B1(\Pi-\mu1)^2} + A_2 e^{-B2(\Pi-\mu2)^2} = 53e^{-0,106(\Pi-2)^2} + 8e^{-0,027(\Pi-13)^2}, \tag{11}$$

где: A₁ и A₂ – коэффициенты, которые являются точками экстремумов функции кривых; B1 и B2 – коэффициенты, вычисляемые согласно формуле B=1/2σ²; μ₁ и μ₂ – значения отклонений, соответствующие экстремумам функций.

Как показывают расчеты, совокупность исходных данных составляется из двух нормальных совокупностей с параметрами σ₁ = 2,17 и σ₂ = 4,57 (таб. 3).

Для определения кривой плотности неоднородного распределения находим площадь гистограммы, которая равна: dΣr = 359. Следовательно, уравнение кривой плотности неоднородного распределения отклонений будет иметь следующий вид:

$$R(\Pi) = 0,149e^{-0,106(\Pi-2)^2} + 0,022e^{-0,027(\Pi-13)^2}. \tag{12}$$

Полученное уравнение можно определить как интегральную функцию распределения отклонений колонн от оси следующего вида:

$$B(\Pi) = 0,149 \int_0^\Pi e^{-0,106(\Pi-2)^2} d\Pi + 0,022 \int_0^\Pi e^{-0,027(\Pi-13)^2} d\Pi. \tag{13}$$

Распределение отклонений двухвершинное, и абсциссы наибольших значений равны 2 и 13 мм (рис. 6). Таким образом, мы имеем две параболы, соответствующие компонентам неоднородного распределения.

Как и в случае с отклонениями колонн от оси, следует обратить внимание на то, что вторая точка экстремума, согласно графику, соответствует величине отклонения в 13 мм, что находится за границей допустимого нормативного отклонения в 5 мм. Это говорит о том, что при производстве строительно-монтажных работ может быть нарушена как технология установки опалубки, так и технология бетонирования и ухода за бе-

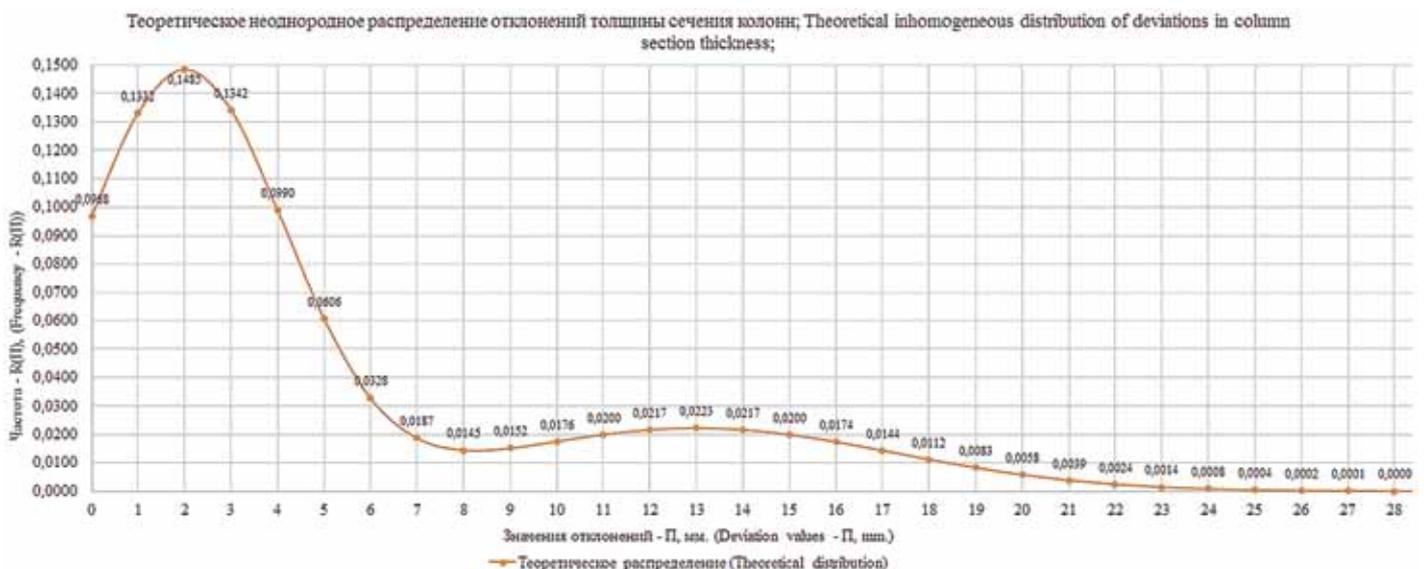


Рис. 6. Разбиение неоднородного распределения отклонений толщины сечения колонн
Fig. 6. Subdivision of the non-uniform distribution of deviations in the column section thickness

тоном. Отклонения сечения конструкций влияют на толщину защитного слоя арматуры. При увеличении сечения повышается расход материалов и увеличивается вес конструкции, что, в свою очередь, увеличивает нагрузку на ниже лежащие конструкции. При уменьшении сечения от проектного значения не обеспечивается необходимая величина защитного слоя, что может пагубно повлиять на заключенную в бетоне арматуру, а в некоторых случаях – и вовсе – ар-

матура может быть оголена и не иметь защитного слоя. На данном этапе производства работ необходимо уделять большое внимание дополнительному контролю качества установки опалубочных элементов и контролю качества производства бетонных работ, а также учитывать и разрабатывать методику предотвращения отклонений на последующих этапах возведения объекта.

Интервал Π	Центр интервала Π_{cp}	x	Абсолютная частота, r		Σr	
			r	$r, \%$	r	$r, \%$
-1,5 – -0,5	-1	-3	0	0,0000	0	0,000
-0,5 – 0,5	0	-2,5	7	1,9663	7	1,966
0,5 – 1,5	1	-2	15	4,2135	22	6,180
1,5 – 2,5	2	-1,5	25	7,0225	47	13,202
2,5 – 3,5	3	-1	20	5,6180	67	18,820
3,5 – 4,5	4	-0,5	18	5,0562	85	23,877
4,5 – 5,5	5	0	22	6,1798	107	30,056
5,5 – 6,5	6	0,5	19	5,3371	126	35,393
6,5 – 7,5	7	1	20	5,6180	146	41,011
7,5 – 8,5	8	1,5	21	5,8989	167	46,910
8,5 – 9,5	9	2	19	5,3371	186	52,247
9,5 – 10,5	10	2,5	19	5,3371	205	57,585
10,5 – 11,5	11	3	14	3,9326	219	61,517
11,5 – 12,5	12	3,5	11	3,0899	230	64,607
12,5 – 13,5	13	4	9	2,5281	239	67,135
13,5 – 14,5	14	4,5	11	3,0899	250	70,225
14,5 – 15,5	15	5	16	4,4944	266	74,719
15,5 – 16,5	16	5,5	9	2,5281	275	77,248
16,5 – 17,5	17	6	8	2,2472	283	79,495
17,5 – 18,5	18	6,5	7	1,9663	290	81,461
18,5 – 19,5	19	7	6	1,6854	296	83,146
19,5 – 20,5	20	7,5	7	1,9663	303	85,113
20,5 – 21,5	21	8	3	0,8427	306	85,955
21,5 – 22,5	22	8,5	6	1,6854	312	87,641
22,5 – 23,5	23	9	1	0,2809	313	87,922
23,5 – 24,5	24	9,5	4	1,1236	317	89,045
24,5 – 25,5	25	10	5	1,4045	322	90,450
25,5 – 26,5	26	10,5	6	1,6854	328	92,135
26,5 – 27,5	27	11	2	0,5618	330	92,697
27,5 – 28,5	28	11,5	4	1,1236	334	93,821
28,5 – 29,5	29	12	4	1,1236	338	94,944
29,5 – 30,5	30	12,5	5	1,4045	343	96,349
30,5 – 31,5	31	13	4	1,1236	347	97,472
31,5 – 32,5	32	13,5	2	0,5618	349	98,034
32,5 – 33,5	33	14	1	0,2809	350	98,315
33,5 – 34,5	34	14,5	2	0,5618	352	98,877
34,5 – 35,5	35	15	3	0,8427	355	99,720
35,5 – 36,5	36	15,5	1	0,2809	356	100,000
36,5 – 37,5	37	16	0	0,0000	356	100,000

Табл. 4. Исходные данные для расчета эмпирических характеристик распределения отклонений стен по оси
Tab. 4. Initial data for calculating the empirical characteristics of the distribution of wall deviations along the axis

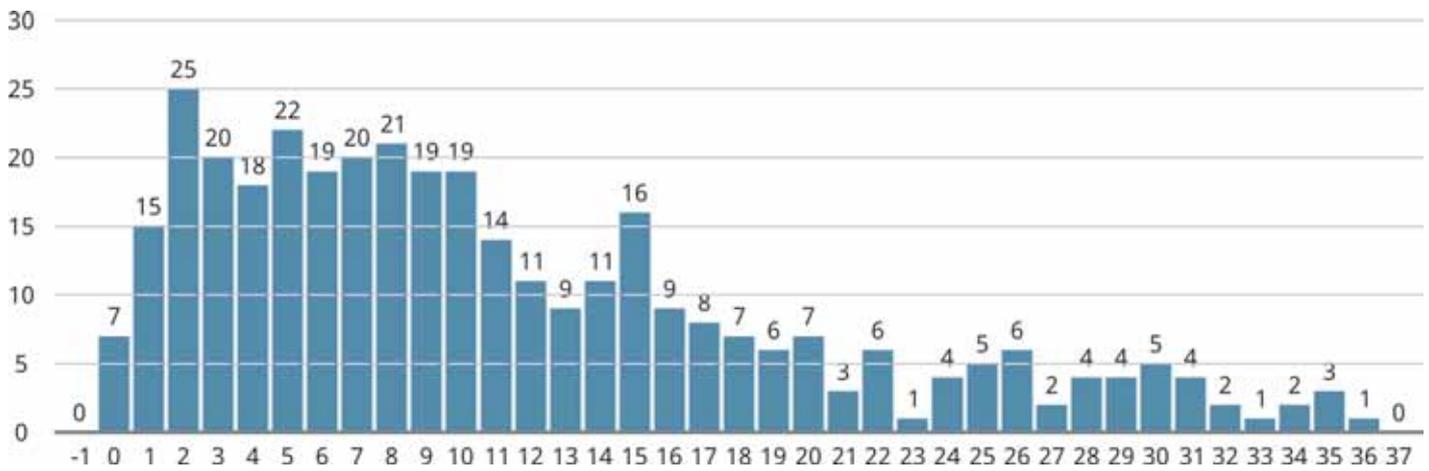


Рис. 7. Гистограмма эмпирического распределения частот отклонений стен от проектного положения по оси при нормативном предельном допуске 15мм. Абсцисса – значения отклонений в мм, ордината – количество повторений (частота)

Fig. 7. Histogram of the empirical distribution of the frequencies of deviations of the walls from the design position along the axis, with a standard limit tolerance of 15 mm. Abscissa – deviation values in mm, ordinate – number of repetitions (frequency)

Определим закон распределения отклонений монолитных железобетонных стен по оси при нормативном допуске 15 мм. Исходные данные для расчета характеристик распределения по статистическим данным представлены в таблице 4.

В сгруппированном вариационном ряде показателей отклонений стен по оси за середину классов принято $\Pi = 5$, и этому классу присвоен нулевой уровень.

Графическая интерпретация сгруппированного распределения частот показателей отклонений представлена гистограммой (рис. 7), в которой в качестве ординаты принята сама частота (количество повторений), так как все интервалы группировки имеют одинаковую длину.

Среднее арифметическое значение можно представить как центр группирования случайной величины:

$$\text{Пср. о} = \frac{\sum x r}{n} d + 5 = \frac{1112}{356} 2 + 5 = 11,247, \quad (14)$$

Найденные числовые характеристики эмпирического распределения отклонений позволяют сделать вывод о неоднородности распределения. Уравнение его находят путем подбора различных кривых нормального распределения [3]:

$$R_0(\Pi) = A_1 e^{-B_1 (\Pi - \mu_1)^2} + A_2 e^{-B_2 (\Pi - \mu_2)^2} = 23e^{-0,022 (\Pi - 5)^2} + 14e^{-0,057 (\Pi - 15)^2}, \quad (15)$$

где: A_1 и A_2 – коэффициенты, которые являются точками экстремумов функции кривых; B_1 и B_2 – коэффициенты, вычисляемые согласно формуле $B = 1/2\sigma^2$; μ_1 и μ_2 – значения отклонений, соответствующие экстремумам функций.

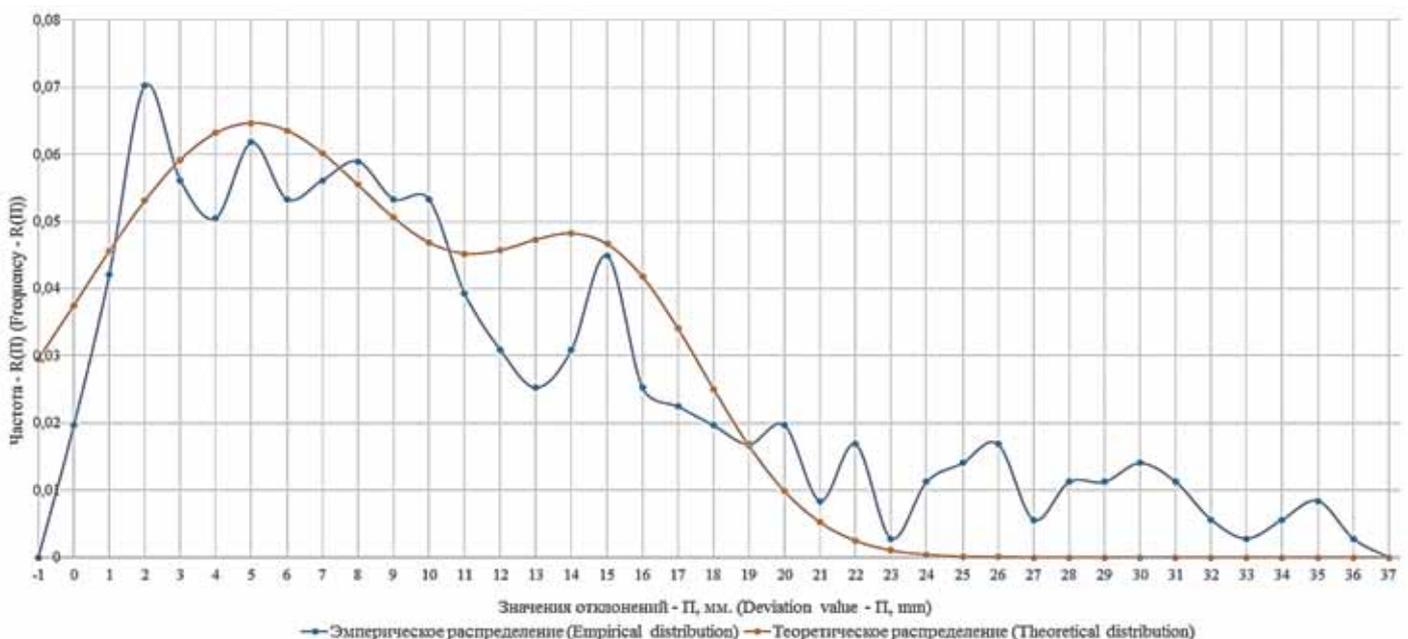


Рис. 8. Полигон частот и кривая неоднородного распределения отклонений стен от проектного положения по оси
Fig. 8. Frequency polygon and non-uniform distribution curve of wall deviations from the design position along the axis

Π_{cp} , мм	Абсолют. частота, г	r^t	Π_{cp} , мм	Абсолют. частота, г	r^t
1	2	3	1	2	3
-1	0	10,53	19	6	5,91
0	7	13,37	20	7	3,50
1	15	16,25	21	3	1,86
2	25	18,92	22	6	0,88
3	20	21,09	23	1	0,37
4	18	22,52	24	4	0,14
5	22	23,04	25	5	0,05
6	19	22,64	26	6	0,01
7	20	21,44	27	2	0,00
8	21	19,76	28	4	0,00
9	19	18,02	29	4	0,00
10	19	16,70	30	5	0,00
11	14	16,11	31	4	0,00
12	11	16,29	32	2	0,00
13	9	16,86	33	1	0,00
14	11	17,18	34	2	0,00
15	16	16,63	35	3	0,00
16	9	14,88	36	1	0,00
17	8	12,14	37	0	0,00
18	7	8,93			

Табл. 5. Параметры теоретического распределения по эмпирическим частотам отклонений стен по оси

Tab. 5. Parameters of theoretical distribution by empirical frequencies of wall deflections along the axis

Как показывают расчеты, совокупность исходных данных составляется из двух нормальных совокупностей с параметрами $\sigma_1 = 4,80$ и $\sigma_2 = 2,95$ (табл. 5).

Для определения кривой плотности неоднородного распределения необходимо найденную функцию $R_0(\Pi)$ разделить на площадь, заключенную между $R_0(\Pi)$ и осью абсцисс. По гистограмме эта площадь равна: $d\Sigma r = 356$. Следовательно, уравнение кривой плотности неоднородного распределения отклонений будет иметь вид:

$$R(\Pi) = 0,065e^{-0,022(\Pi-5)^2} + 0,048e^{-0,057(\Pi-15)^2}. \quad (16)$$

Интегральную функцию распределения отклонений колонн от оси можно определить как $V(\Pi) = 0,065 \int_0^\Pi e^{-0,022(\Pi-5)^2} d\Pi + 0,048 \int_0^\Pi e^{-0,057(\Pi-15)^2} d\Pi$. (17)

Здесь вероятность $P(\Pi_1 < \Pi_{cp} < \Pi_2)$ выражается разностью между двумя ординатами $V(\Pi_1)$ и $V(\Pi_2)$.

Распределение отклонений двухвершинное, и абсциссы наибольших значений равны 5 и 14 мм (рис. 9). Таким образом, мы имеем две параболы, соответствующие компонентам неоднородного распределения.

В данном рассматриваемом случае экстремумы функций находятся в рамках нормативных предельных допусков. Это может говорить о том, что при оформлении исполнительных геодезических схем акцент также делается на то, чтобы отклонения не выходили за пределы допусков. Кроме того, учитывая, что немалая доля откло-

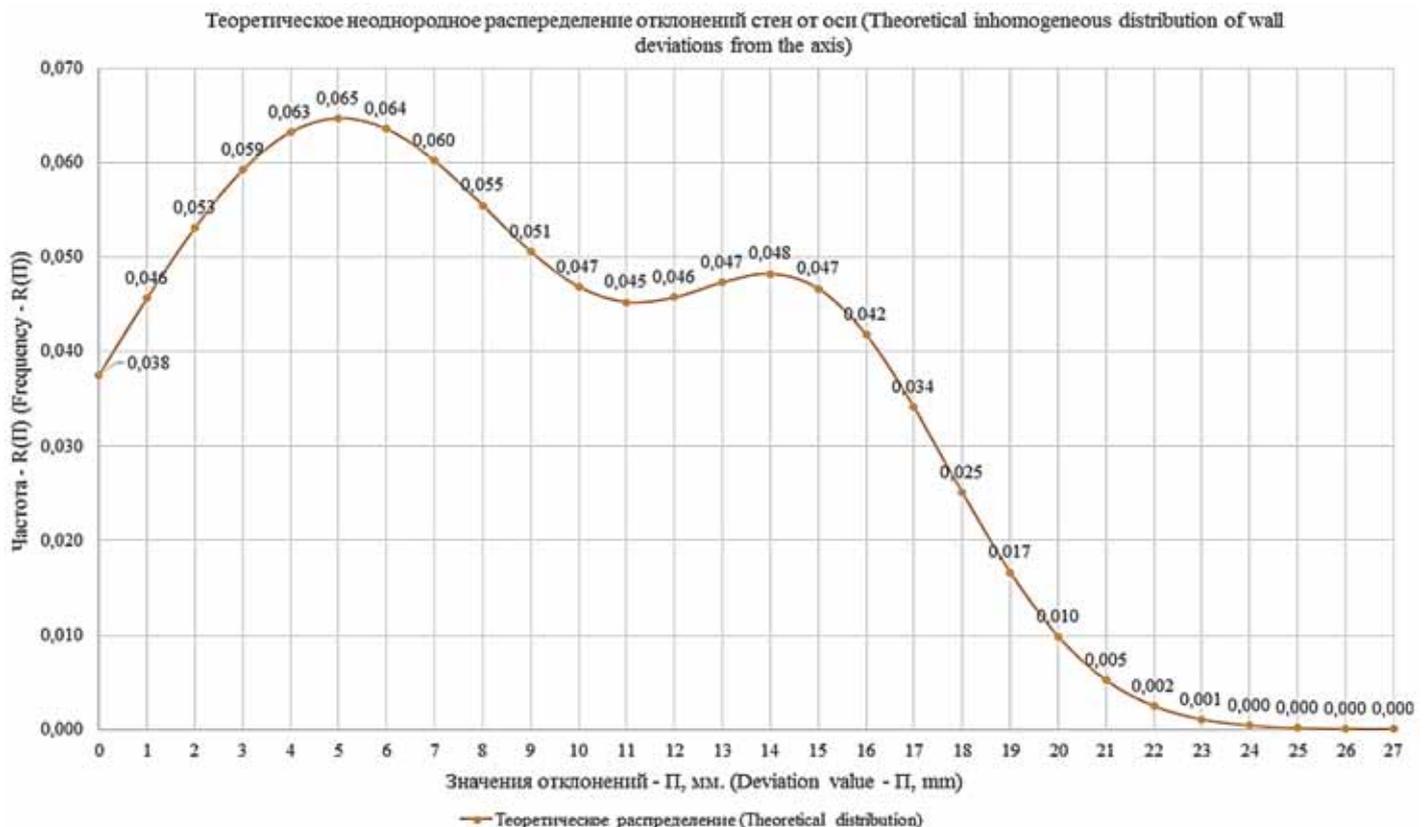


Рис. 9. Разбиение неоднородного распределения
Fig. 9. Subdivision of a heterogeneous distribution

нений все же выходит за пределы допусков, необходимо уделять им большое внимание, как и в случае отклонений колонн от оси, рассмотренном в данной статье ранее.

Определим закон распределения отклонений толщины сечения монолитных железобетонных стен от проекта при нормативном допуске 5 мм.

В сгруппированном вариационном ряде показателей отклонений толщины сечения стен

частота (количество повторений), так как все интервалы группировки имеют одинаковую длину.

При построении полигона накопления частот границы интервалов группировки являются абсциссами, а соответствующие накопленные частоты – ординатами. Построенная ступенчатая кривая возрастает от 0 до $n = 350$ и имеет скачки величиной $1/r$.

Найденные числовые характеристики эмпирического распределения отклонений позволя-

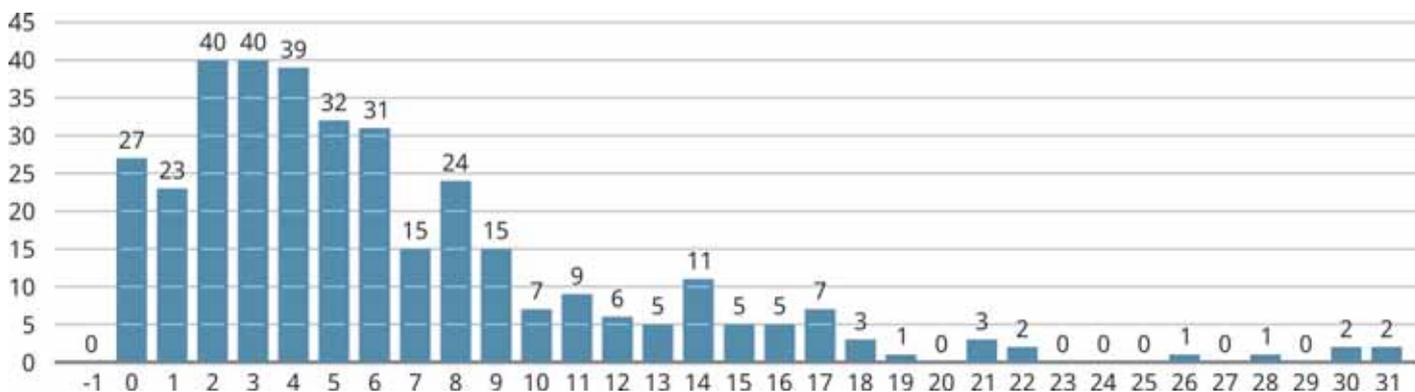


Рис. 10. Гистограмма эмпирического распределения частот отклонений толщины сечения стен от проекта, при нормативном предельном допуске 5 мм. Абсцисса – значения отклонений в мм, ордината – количество повторений (частота)

Fig. 10. Histogram of the empirical distribution of the frequency of deviations of the wall section thickness from the project, with a standard limit tolerance of 5 mm. Abscissa – deviation values in mm, ordinate – number of repetitions (frequency)

за середину классов принято $\Pi = 3\text{мм}$, и этому классу присвоен нулевой уровень.

Графическая интерпретация сгруппированного распределения частот показателей отклонений представлена гистограммой (рис. 10), в которой в качестве ординаты принята сама

ют сделать вывод о неоднородности распределения. Уравнение его находят путем подбора различных кривых нормального распределения [3]:

$$R_0(\Pi) = A_1 e^{-B_1(\Pi-\mu_1)^2} + A_2 e^{-B_2(\Pi-\mu_2)^2} = 40e^{-0,044(\Pi-3)^2} + 11e^{-0,216(\Pi-14)^2}, \quad (18)$$

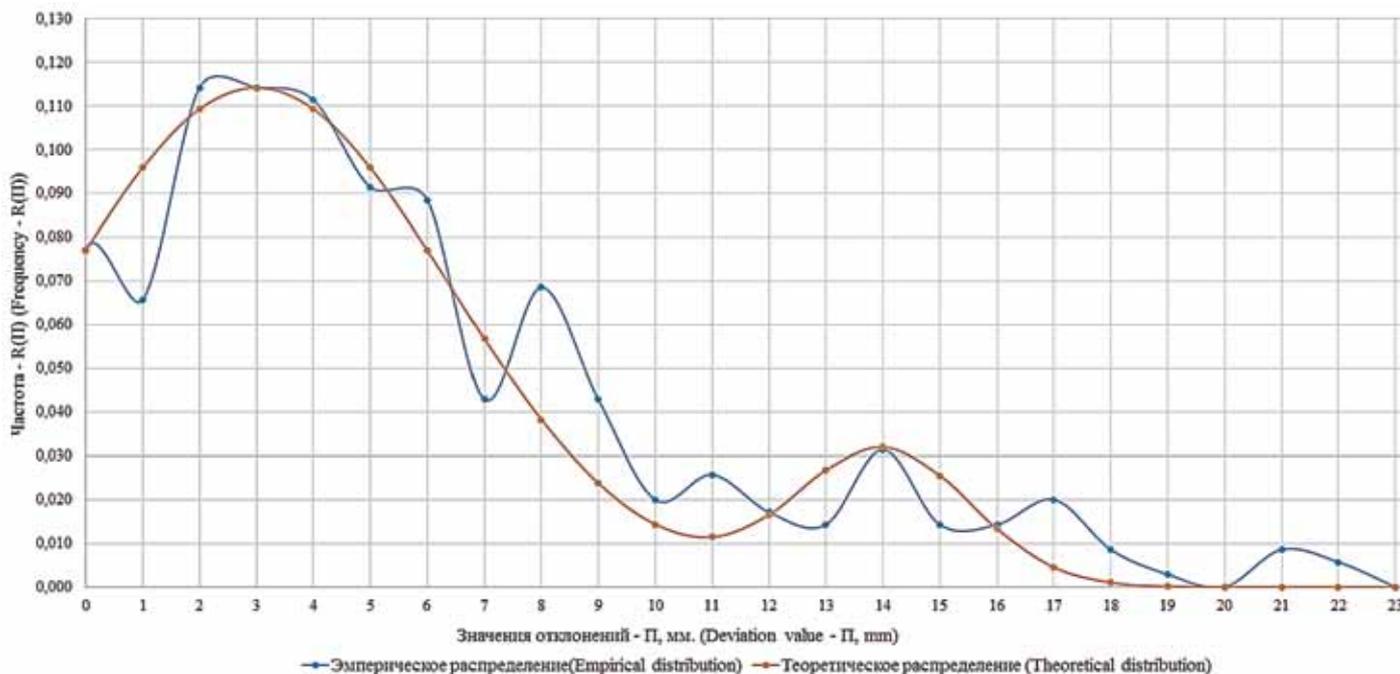


Рис. 11. Полигон частот и кривая неоднородного распределения отклонений толщины сечения стен
Fig. 11. Frequency polygon and non-uniform distribution curve of wall thickness deviations

$\Pi_{гр}$, мм	Абсолют. частота, г	r^t	$\Pi_{гр}$, мм	Абсолют. частота, г	r^t
1	0	19,86	13	5	9,36
0	27	26,98	14	11	11,20
1	23	33,58	15	5	8,93
2	40	38,29	16	5	4,65
3	40	40,00	17	7	1,58
4	39	38,29	18	3	0,35
5	32	33,58	19	1	0,05
6	31	26,98	20	0	0,00
7	15	19,86	21	3	0,00
8	24	13,40	22	2	0,00
9	15	8,32	23	0	0,00
10	7	5,03	24	0	0,00
11	9	4,00	25	0	0,00
12	6	5,78	26	1	0,00

Табл. 6. Параметры теоретического распределения по эмпирическим частотам отклонений толщины сечения стен от проектных значений

Tab. 6. Parameters of the theoretical distribution by empirical frequencies of deviations of the wall section thickness from the design values

где: A_1 и A_2 – коэффициенты, которые являются точками экстремумов функции кривых; B_1 и B_2 – коэффициенты, вычисляемые согласно формуле $B=1/2\sigma^2$; μ_1 и μ_2 – значения отклонений, соответствующие экстремумам функций.

Как показывают расчеты, совокупность исходных данных составляется из двух нормальных совокупностей с параметрами $\sigma_1 = 3,38$ и $\sigma_2 = 1,52$ (таб. 6).

Для определения кривой плотности неоднородного распределения необходимо найденную функцию $R_0(\Pi)$ разделить на площадь, заключенную между $R_0(\Pi)$ и осью абсцисс. По гистограмме эта площадь равна: $d\Sigma r = 350$. Следовательно, уравнение кривой плотности неоднородного распределения отклонений будет иметь вид:

$$R(\Pi) = 0,114e^{-0,044(\Pi-3)^2} + 0,032e^{-0,216(\Pi-14)^2}, \quad (19)$$

Интегральную функцию распределения отклонений толщины сечения стен можно определить как

$$V(\Pi) = 0,114 \int_0^{\Pi} e^{-0,044(\Pi-3)^2} d\Pi + 0,032 \int_0^{\Pi} e^{-0,216(\Pi-14)^2} d\Pi. \quad (20)$$

Здесь вероятность $P(\Pi_1 < \Pi_{cp} < \Pi_2)$ выражается разностью между двумя ординатами $V(\Pi_1)$ и $V(\Pi_2)$.

Распределение отклонений двухвершинное, и абсциссы наибольших значений равны 3 и 14 мм (рис. 12). Таким образом, мы имеем две параболы, соответствующие компонентам неоднородного распределения.

Согласно полученному теоретическому неоднородному распределению также следует обратить внимание на то, что вторая точка экстремума, согласно графику, соответствует величине отклонения в 14 мм, что явно находится за границей предельно допустимых нормативных отклонений. В данном случае необходимо уделить особое внимание производству работ и увеличить контроль качества за ним, как и в случае отклонений колонн.

Выводы (Conclusions)

Используя статистические данные и проводя математическое исследование фактических

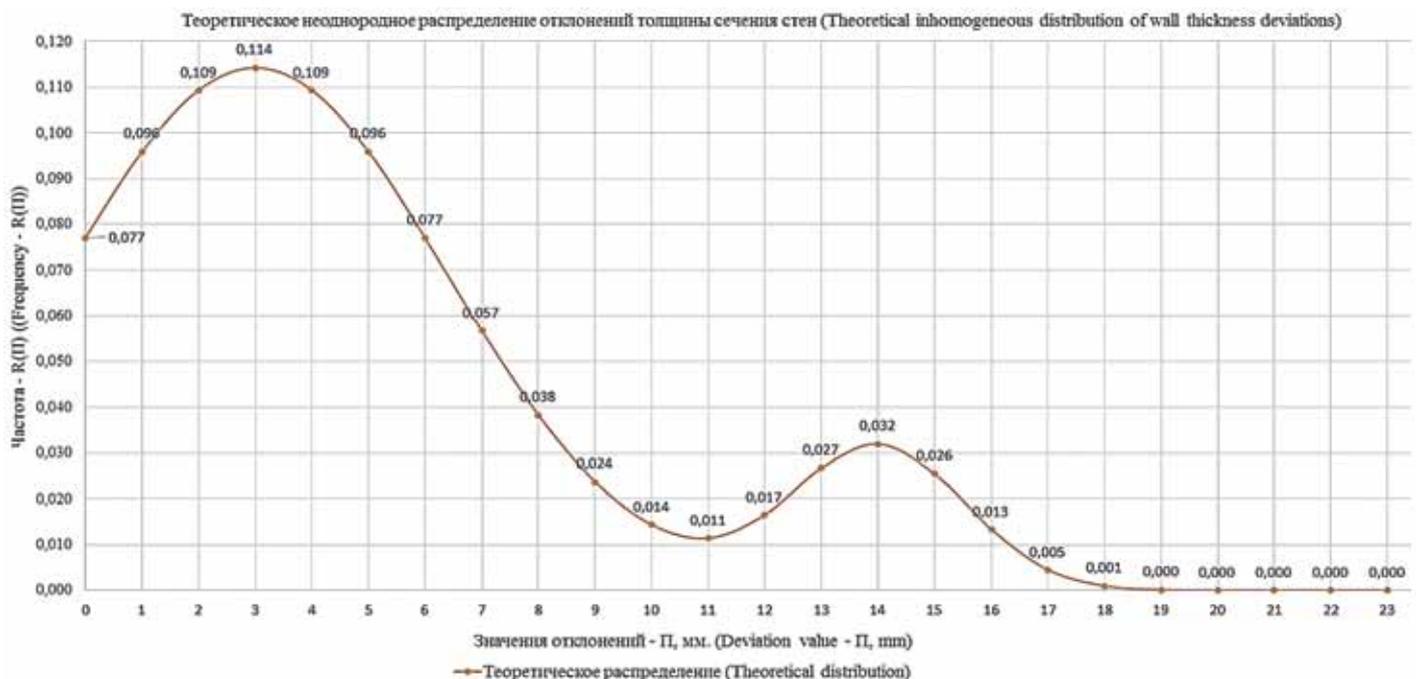


Рис. 11. Разбиение неоднородного распределения
Fig. 11. Subdivision of a heterogeneous distribution

отклонений, определены законы их распределения в зависимости от конструктивного элемента, фиксируемых параметров и величины допусков. По данным статистики и математического исследования построены графики распределения значений отклонений в зависимости от величины и их частоты. Определены интегральные функции распределения отклонений с соответствующими параметрами, которые необходимы для выявления степени влияния их параметров на несущую способность и эксплуатационную надежность возведенных строительных конструкций, а следовательно, и всего объекта. Определены следующие интегральные функции.

Теоретическое неоднородное распределение отклонений колонн по оси от проектных значений при разнице площадей эмпирического (статистического) и теоретического (полученного) распределения 0,088:

$$V(\Pi) = 0,11 \int_0^{\Pi} e^{-0,072(\Pi-5)^2} d\Pi + 0,033 \int_0^{\Pi} e^{-0,041(\Pi-15)^2} d\Pi. \quad (21)$$

Теоретическое неоднородное распределение отклонений толщины сечения колонн от проектных значений при разнице площадей эмпирического (статистического) и теоретического (полученного) распределения 0,058:

$$V(\Pi) = 0,149 \int_0^{\Pi} e^{-0,106(\Pi-2)^2} d\Pi + 0,022 \int_0^{\Pi} e^{-0,027(\Pi-13)^2} d\Pi. \quad (22)$$

Теоретическое неоднородное распределение отклонений стен по оси от проектных значений при разнице площадей эмпирического (статистического) и теоретического (полученного) распределения 0,055:

$$V(\Pi) = 0,065 \int_0^{\Pi} e^{-0,022(\Pi-5)^2} d\Pi + 0,048 \int_0^{\Pi} e^{-0,057(\Pi-15)^2} d\Pi. \quad (23)$$

Теоретическое неоднородное распределение отклонений толщины сечения стен от проектных значений при разнице площадей эмпирического (статистического) и теоретического (полученного) распределения 0,058:

$$V(\Pi) = 0,114 \int_0^{\Pi} e^{-0,044(\Pi-3)^2} d\Pi + 0,032 \int_0^{\Pi} e^{-0,216(\Pi-14)^2} d\Pi. \quad (24)$$

Как показывают статистические данные и полученные неоднородные распределения по отклонениям, в зависимости от конструктивного элемента и значений нормативных предельных допусков, наибольшее распределение значений сконцентрировано в пределах допусков, но при этом достаточно большой процент значений выходит их пределы [4]. Согласно представленным графикам, имеет место быть двухвершинное распределение, вторая вершина которого нахо-

дится на границе и за пределами значений допусков. Данные отклонения имеют наибольшее влияние на качество и безопасность возведенных строительных конструкций. На практике, при фиксировании отклонений, превышающих предельные значения, прибегают к поверочным расчетам согласно фактическим данным: если по результатам расчетов отклонения не повлияли на несущую способность, то на исполнительных геодезических схемах ставится соответствующая отметка, а также ставится подпись соответствующего представителя строительного надзора [1]. Вне зависимости от того, что показывают расчеты по соответствующей конструкции, данные отклонения влияют на последующие этапы производства работ. К тому же, если данные отклонения зафиксированы, то, соответственно, имеет место быть строительный брак на каком-либо этапе производства работ.

Ко всему, возводимые выше конструкции будут иметь свои отклонения, что может привести к суммарной их величине, которая будет превышать не только значения допусков, но и расстояние между точками опирания несущих элементов, что, в свою очередь, может привести к наиболее неблагоприятным последствиям. Следовательно, большие значения отклонений должны учитываться при последующих этапах производства работ или вовсе предупреждаться. Согласно проведенному анализу, можно определить факторы и степень их влияния на возникновение отклонений на разных этапах производства работ. Например, к таким факторам можно отнести следующие: нарушение технологии бетонирования; недостаток информации в конструктивно-технологической документации; нарушение технологии опалубочных работ; нарушение технологии ухода за бетоном; отсутствие учета влияния имеющихся отклонений ниже лежащих конструкций; недостаток квалификации строительного персонала; недостаток операционного контроля качества со стороны надзора; несоответствие привозимых материалов проектным характеристикам; некорректное оформление исполнительной документации – погрешности отображения значений отклонений [5]. Полученные законы распределения отклонений лягут в основу разрабатываемой методики по предупреждению и уменьшению степени влияния отклонений на последующие этапы производства монолитных железобетонных несущих конструкций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исполнительная документация в строительстве : справочное пособие / А. Н. Летчфорд, В. А. Шинкевич ; Центр качества строительства. – Санкт-Петербург, 2011.
2. Олейник П. П. Влияние показателей качества, отражаемых в исполнительной документации, на эксплуатацию объекта строительства / П. П. Олейник, О. Г. Куренков // Технология и организация строительного производства. – 2018. – № 4. – С. 15–18.

REFERENCES

1. Ispolnitel'naya dokumentatsiya v stroitel'stve : spravochnoye posobiye. [As-built documentation in construction : reference book] / A. N. Letchford, V. A. Shinkevich ; Tsentr kachestva stroitel'stva [Center for construction quality]. – Saint Petersburg, 2011.
2. Oleynik P. P. Vliyaniye pokazatelej kachestva, otrazhennykh v ispolnitel'noy dokumentatsii, na ehkspluatatsiyu ob'ekta stroitel'stva [Influence of quality indicators

3. Олейник П. П. Организация строительного производства / П. П. Олейник ; Научное издание. – Москва : Издательство АСВ, 2010. – 576 с.
4. Олейник П. П. Исполнительная документация как инструмент совершенствования системы менеджмента качества строительной продукции : сборник / П. П. Олейник, О. Г. Куренков ; М-во образования и науки Рос. Федерации ; С.-Петерб. гос. архитектур.-строит. ун-т : Санкт-Петербург, 2019. – С. 31.
5. Pettee S. R. As-built – Problems & Proposed Solutions [Исполнительная документация – проблемы и предлагаемые решения] / S. R. Pettee ; Construction Management Association of America. – 2005.
6. Олейник П. П. Разработка справочной карточки объекта и унифицированной системы требований к составу комплекта исполнительной документации при приемке объектов Московского метрополитена / П. П. Олейник, А. Ю. Юргайтис, О. Г. Куренков // Технология и организация строительного производства. – 2018. – № 3 (4). – С. 25–30.
7. Олейник П. П. Организация строительства как вид работ, влияющих на безопасность объектов / П. П. Олейник, В. И. Бродский // Промышленное и гражданское строительство. – 2015. – № 7. – С. 71–75.
8. Юргайтис А. Ю. Формирование комплекта исполнительной документации и описание особенностей процедуры сдачи-приемки работ по устройству наружных инженерных сетей / А. Ю. Юргайтис, О. Г. Куренков // Технология и организация строительного производства. – 2017. – № 4 (5). – С. 14–19.
9. Фатун Е. Е. Подготовка исполнительной технической документации в процессе управления строительным проектом / Е. Е. Фатун, Т. В. Боброва // Техника и технологии строительства. – 2016. – № 1 (5). – С. 15.
10. Синенко С. А. Основы нормативной базы в строительстве / С. А. Синенко, С. А. Мамочкин, Б. В. Жадановский. – Москва : Издательство АСВ, 2016.
11. Лесова Д. А. Подготовка исполнительной документации для ввода объекта в эксплуатацию / Д. А. Лесова, А. Т. Фаизова // Дни студенческой науки : сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры НИУ МГСУ. – 2018. – С. 394–396.
12. Кузьмина Т. К. Современные информационные технологии в работе службы заказчика (технического заказчика) / Т. К. Кузьмина, С. А. Синенко // Научное обозрение. – 2015. – № 18. – С. 156–159.
13. Hegazy T. Email-based system for documenting construction as-built details [Система на основе электронной почты для документирования деталей строительства] / T. Hegazy, M. G. Abdel-Monem // Automation in Construction. – 2012. – Vol. 24, iss. 3. – P. 130–137.
14. Несущие и ограждающие конструкции [Текст] : СП 70.13330.2012 : актуализир. ред. СНиП 3.03.01-87 : утв. приказом Фед. Агенства по стр-ву и ЖКХ от 25 декабря 2012 г. № 109/ГС : введ. с 01.07.2013.
15. Требования к составу и порядку ведения исполнительной документации при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства и требования, предъявляемые к актам освидетельствования работ, конструкций, участков сетей инженерно-технического обеспечения [Текст] : РД-11-02-2006 : утв. приказом Фед. службы по экол., технолог. и атомному надзору от 26 декабря 2006 г. № 1128 с измен. на 9 ноября 2017 г.
- reflected in the Executive documentation on the operation of the construction object] / P. P. Olejnik, O. G. Kurenkov // Tekhnologiya i organizatsiya stroitel'nogo proizvodstva [Technology and organization of construction production]. – Moscow, 2018. – № 4. – P. 15–18.
3. Olejnik P. P. Organizatsiya stroitel'nogo proizvodstva [Organization of construction production] / P. P. Olejnik ; Nauchnoye izdaniye. – Moscow : Izdatel'stvo ASV, 2010. – 576 p.
4. Olejnik P. P. Ispolnitel'naya dokumentatsiya kak instrument sovershenstvovaniya sistemy menedzhmenta kachestva stroitel'noj produktsii : sbornik [As-built documentation as a tool for improving the quality management system of construction products : collection] / P. P. Olejnik, O. G. Kurenkov ; M-vo obrazovaniya i nauki Ros. Federatsii, S.-Peterb. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. – Saint Petersburg, 2019. – P. 31.
5. Pettee S. R. As-built – Problems & Proposed Solutions / S. R. Pettee ; Construction Management Association of America. – 2005.
6. Olejnik P. P. Razrabotka spravochnoj kartochki ob'ekta i unifikirovannoj sistemy trebovanij k sostavu komplekta ispolnitel'noj dokumentatsii pri priemke ob'ektov Moskovskogo Metropolitena [Development of a reference card for the object and a unified system of requirements for the composition of a set of Executive documentation for the acceptance of Moscow Metro objects] / P. P. Olejnik, A. Yu. Yurgajtis, O. G. Kurenkov // Tekhnologiya i organizatsiya stroitel'nogo proizvodstva [Technology and organization of construction production]. – 2018. – № 3 (4). – P. 25–30.
7. Olejnik P. P. Organizatsiya stroitel'stva kak vid rabot, vliyayushhikh na bezopasnost' ob'ektov [Organization of construction as a type of work affecting the safety of objects] / P. P. Olejnik, V. I. Brodskij // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo [Industrial and civil construction]. – 2015. – № 7. – P. 71–75.
8. Yurgajtis A. Yu. Formirovanie komplekta ispolnitel'noj dokumentatsii i opisaniye osobennostey protsedury sdachi-priemki rabot po ustrojstvu naruzhnykh inzhenernykh setej [Formation of a set of Executive documentation and description of the features of the procedure for delivery and acceptance of works on the device of external engineering networks] / A. Yu. Yurgajtis, O. G. Kurenkov // Tekhnologiya i organizatsiya stroitel'nogo proizvodstva [Technology and organization of construction production]. – 2017. – № 4 (5). – P. 14–19.
9. Fatun E. E. Podgotovka ispolnitel'noj tekhnicheskoy dokumentatsii v protsesse upravleniya stroitel'nym proektom [Preparation of Executive technical documentation in the process of construction project management] / E. E. Fatun, T. V. Bobrova // Tekhnika i tekhnologii stroitel'stva [Engineering and construction technologies]. – 2016. – № 1 (5). – P. 15.
10. Sinenko S. A. Osnovy normativnoj bazy v stroitel'stve [Fundamentals of the regulatory framework in construction] / S. A. Sinenko, S. A. Mamochkin, B. V. Zhadanovskij. – Moscow: Izdatel'stvo ASV, 2016.
11. Lesova D. A. Podgotovka ispolnitel'noj dokumentatsii dlya vvoda ob'ekta v ehkspluatatsiyu [Preparation of Executive documentation for commissioning] / D. A. Lesova, A. T. Faizova // Dni studencheskoj nauki : sbornik dokladov nauchno-tekhnicheskoy konferentsii po itogam rabot studentov instituta stroitel'stva i arkhitektury NIU MGSU [Days of student science: a collection of reports of the scientific and technical conference on the results of research works of students of the Institute of construction and architecture OF NRU MGSU]. – 2018. – P. 394–396.
12. Kuz'mina T. K. Sovremennyye informatsionnyye tekhnologii v rabote sluzhby zakazchika (tekhnicheskogo zakazchika) [Modern information technologies in the work of the customer service (technical customer)] / T. K. Kuz'mina, S. A. Sinenko // Nauchnoye obozrenie [Scientific review]. – 2015. – № 18. – P. 156–159.
13. Hegazy T. Email-based system for documenting

construction as-built details / T. Hegazy, M. G. Abdel-Monem // Automation in Construction. – 2012. – Vol. 24, iss. 3. – P. 130–137.

14. Nesushhie i ograzhdayushhie konstruksii [Load-bearing and enclosing structures] : SP 70.13330.2012 : aktualizir. red. [updated ed.] SNiP 3.03.01-87 : utv. prikazom Fed. Agenstva po str-vu i ZhKKh ot 25 dekabrya 2012 g. № 109/GS [approved. by Order of the Federal Agency for construction and housing and utilities dated December 25, 2012 No. 109/GS] : vved. s 01.07.2013 [introduced from 01.07.2013].
15. Trebovaniya k sostavu i poryadku vedeniya ispolnitel'noj dokumentatsii pri stroitel'stve, rekonstruktsii, kapital'nom remonte ob'ektov kapital'nogo stroitel'stva... [Requirements for the composition and procedure for maintaining executive documentation for construction, reconstruction, capital repairs of capital construction objects and requirements for certificates of inspection of works, structures, sections of engineering and technical support networks] : RD-11-02-2006 : [approved by Order No. 1128 of the Federal service for environmental, technological and nuclear supervision dated December 26, 2006, as amended on November 9, 2017].

АНОНС

VI Международная научно-практическая конференция «Технологии, организация и управление в строительстве – 2020» (ТОМiС-2020)

Уважаемые коллеги!

Приглашаем вас принять участие в VI Международной научно-практической конференции «Технологии, организация и управление в строительстве – 2020» («Technology, Organization and Management in Construction», ТОМiС–2020), которая пройдет 18–20 ноября 2020 года в Национальном исследовательском Московском государственном строительном университете (НИУМГСУ).

На конференции выступят ведущие ученые в области технологии производства, организации, планирования, управления и менеджмента при реализации строительных проектов с учетом последних мировых достижений. Наша цель – создание международной площадки для комфортного и конструктивного обмена производственным опытом, научными разработками и инновационными идеями, которые обязательно сможем реализовать вместе.

В рамках данной конференции запланирована работа трех тематических секций, включающих специализированные направления.

Секция А «Технологии и организация строительного производства»

- *Прогрессивные технологии строительного производства*
- *Организация и планирование в строительстве*
- *Организационно-технологическое проектирование*
- *Менеджмент в строительстве*

Секция В «Управление, автоматизация и моделирование в строительстве»

- *Информационное моделирование, управление жизненным циклом зданий и сооружений*
- *Математические методы в решении задач организационно-технологического профиля*
- *Моделирование строительных процессов*
- *Автоматизация в строительстве, САПР*
- *Экономика строительства*

Секция С «Обеспечение качества готовой строительной продукции и безопасности производства»

- *Безопасность строительного производства*
- *Экологические аспекты строительных технологий*
- *Строительный контроль и надзор*
- *Техническое обследование и экспертиза*

По результатам работы научных секций конференции будет опубликован сборник материалов в изданиях, индексируемых Scopus. Подробная информация о мероприятии, в том числе ключевые даты и требования к оформлению материалов, указана на официальном сайте конференции www.tomic-conf.com.

Регистрация по ссылке: <https://forms.gle/UiVEz4hpQ1J89NtZ9>

УДК 624.05

Организационно-технологический потенциал решений строительного объекта – инструмент повышения эффективности организации строительства

Organizational and Technological Potential is a Tool for Increasing the Efficiency of Construction Organization

Красновский Борис Михайлович

Доктор технических наук, профессор, действительный член РИА, АНО «Центр содействия в развитии образования и научных исследований «Эксперт», 129110, Россия, Москва, ул. Гиляровского, 57, bmk-001@yandex.ru

Krasnovskij Boris Mikhajlovich

Doctor of Technical Sciences, Professor, Full Member of the Russian Engineering Academy, Autonomous Nonprofit Organization «Center for Assistance in the Development of Education and Scientific Research «Expert», 129110, Russia, Moscow, ul. Gilyarovskogo, 57, bmk-001@yandex.ru

Аннотация

Цель. Ввиду специфики строительной отрасли часто возникают нетиповые разнородные задачи, которые необходимо решать в условиях финансовых, трудовых и временных ограничений. Работа посвящена обзору организационно-технологического потенциала в строительной отрасли как инструмента, способного решить основные задачи организации строительного производства.

Методы. Основой исследования стали системотехнические принципы организации строительства с целью повышения результативности конечных показателей качества. Рассмотрены подходы к формированию локальных потенциалов организационно-технологических решений: древо иерархий, квалиметрический анализ, методы математической статистики.

Результаты. Обоснована необходимость создания комплексного инструмента, способного решать сложные задачи как на стадии технологического проектирования, так и во время строительного производства. Новое направление – *потенциал эффективности организационно-технологических решений* – способно решить такую проблему.

Выводы. Описанные в статье исследования взяли за основу данное направление, благодаря чему авторы добились колоссальных успехов. Все это подтверждает необходимость развития интегрального потенциала эффективности организационно-технологических решений.

Ключевые слова: организационно-технологические решения, потенциал эффективности, комплексный показатель, результативность, эффективность организации строительства, потенциал.

Abstract

Object. Due to the specifics of the construction industry, there are often atypical heterogeneous tasks that need to be solved in conditions of financial, labor and time constraints. The article is devoted to an overview of the organizational and technological potential in the construction industry as a tool capable of solving the main tasks of organizing construction production.

Methods. Systemic principles became the basis for the study of the organization of construction in order to increase the effectiveness of the final quality indicators. This paper considers approaches to the formation of local potentials of organizational and technological solutions: a tree of hierarchies, qualimetric analysis, methods of mathematical statistics.

Findings. The necessity of creating an integrated tool capable of solving complex problems both at the stage of technological design and during construction production, has been substantiated. A new direction – *the potential for the effectiveness of organizational and technological solutions* – can solve this problem.

Conclusions. The studies described in the article took this direction as a basis, due to which the authors have achieved tremendous success. All this confirms the need to develop the integral potential of the effectiveness of organizational and technological solutions.

Keywords: organizational and technological solutions, efficiency potential, complex indicator, efficiency, construction organization efficiency, potential.

Оперативное решение большого количества организационных, технических и управленческих задач, которые возникают при возведении строительных объектов, требует разнородных подходов. Обусловлено это как большим количеством участников строительства, вовлеченных в проект, так и отсутствием единых комплексных инструментов. В таких условиях ощутима нехватка инструмента, способного комплексно оценить возможности объекта, ввиду специфики условий производства работ, и выдать наиболее оптимальные решения, способные повысить эффективность реализации проекта. В основном такие задачи решаются благодаря опытным высококвалифицированным специалистам строительных организаций. Но существует частая проблема – проблема согласованности между данными участниками, что и не удивительно, ведь каждый имеет свой личный опыт решения таких задач и собственное видение выхода из ситуаций.

В настоящее время перспективным направлением для повышения эффективности принятых решений в процессе реализации строительного проекта является инструмент оперативного управления производством – *потенциал организационно-технологических решений* [1]. В научной литературе часто встречается большое количество работ, посвященных данному направлению, родоначальником которого является А. А. Лапидус.

Под термином «потенциал» подразумевается возможность строительного объекта [2]. Данный инструмент сегодня использован многими авторами.

В исследовании П. А. Говорухи с диссертацией на тему «Формирование организационно-технологического потенциала возведения ограждающих конструкций многоэтажных жилых зданий» сформирована методика, которая позволяет оценить, а затем и повысить «результативность возведения ограждающих конструкций при возведении многоэтажных жилых зданий» [3].

Данная задача решается введением комплексного показателя результативности – «потенциала организационно-технологических решений». Работа П. А. Говорухи должна удовлетворить отрасль в «повышении эффективности организационно-технологических решений при возведении ограждающих конструкций многоэтажных жилых зданий на любом этапе строительства объекта» [3].

В диссертационной работе Л. П. Демидова на тему «Повышение потенциала строительной площадки за счет организационно-технологических решений» [4] описывается организация строительной площадки, где внедрена модель, позволяющая анализировать изменение показателя потенциала строительной площадки во времени. Основы системотехники строительства и системного подхода стали методологиче-

ским основанием данного термина. Потенциал используется как характеристика, отображающая количественную оценку возможности строительной площадки.

Научная работа А. О. Фельдмана по теме «Повышение эффективности организационно-технологических решений на основе анализа информационных потоков при возведении многоэтажных жилых зданий» [5] посвящена решению проблемы отсутствия информационного потока как параметра, оказывающего влияние на результативность возведения многоэтажных жилых зданий. В данной работе проанализированы нормативные документы в части возможности использования информационных потоков в области строительного производства, изучены отечественные и западные подходы по организационно-технологической оценке строительных проектов. На основе всего этого выявлены факторы, способные оказывать влияние на принятие решений. Разработан математический аппарат, позволяющий проводить все необходимые расчеты по получению количественной, а затем и качественной оценок по строящемуся объекту.

Диссертация А. Н. Макарова на тему «Организационно-технологический потенциал строительного производства кровельных конструкций жилых многоэтажных зданий» [6] посвящена повышению эффективности организационно-технологических решений при устройстве кровельных конструкций по параметрам продолжительности строительных процессов и качества получаемой продукции. В своем исследовании в качестве методологической базы автор использует традиционные методы теории и практики: системный анализ, методы математической статистики, квалиметрический анализ и др.

Применение методологии искусственных нейронных сетей позволило математически описать функционирование полученной модели. Автором разработана методика принятия эффективных организационно-технологических решений при проектировании и строительстве кровельных конструкций. Искусственные нейронные сети дают возможность еще до начала работ проверить результативность организационно-технологических решений, что позволит определить наиболее слабые зоны и, при необходимости, улучшить значение потенциала.

Х. Л.-А. Сайдаев в своих работах [7] решает проблему отсутствия инструмента по предварительной оценке строительной компании введением понятия «комплексного показателя результативности» [7]. Данный термин позволяет еще на стадии организации тендера произвести оценку возможностей строительных организаций, которые планируют участвовать в реализации строительного проекта, что даст возможность представителям заказчика произвести выбор генерального подрядчика.

Весомый вклад по теме потенциала внесли также следующие авторы:

- Д. В. Топчий с исследованием «Организационно-технологическое моделирование строительно-монтажных работ при комплексной оценке результативности перепрофилирования промышленных объектов» [8];
- А. Ю. Бережный с научной работой «Зависимость комплексного показателя экологической нагрузки от организационно-технологических решений при оценке воздействия строительства на окружающую среду» [9];
- Д. Г. Кожевников с работой «Комплексная методика оценки эффективности организации строительного производства при ремонте инженерных коммуникаций» [10];
- Р. С. Фатуллаев с диссертацией «Организационно-технологическое моделирование комплексной оценки потенциала проведения внеплановых ремонтных работ» [11].

Для математического выражения рассматриваемых потенциалов P_i применяется методика моделирования многофакторных систем [1].

Рассмотрим функцию

$$y = f(v_1), \quad (1)$$

которую можно представить в виде

$$y = f(v_1, v_2, \dots, v_n), \quad (2)$$

где $\{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ – совокупность факторов, влияющих на потенциал.

Считая зависимость между потенциалами линейной, выражение (2) принимает вид:

$$P_i = \sum_{i=1}^n v_i = v_1 + v_2 + \dots + v_n \quad (3)$$

где P_i – единичный интегральный потенциал.

Комплексный подход позволяет сегодня участникам строительного производства решать разнородные организационные, технические, технологические и управленческие задачи. Сегодня наблюдается развитие локальных потенциалов по разным строительным направлениям, которые позволяют детально структурировать организационные, технические, технологические процессы и принять наиболее оптимальные решения, позволяющие повысить эффективность реализации строительного проекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лapidus A. A. Потенциал эффективности организационно-технологических решений строительного объекта // Вестник МГСУ. – 2014. – № 1. – С. 175–180.
2. Лapidus A. A. Инструмент оперативного управления производством – интегральный потенциал эффективности организационно-технологических и управленческих решений строительного объекта // Вестник МГСУ. – 2015. – № 1. – С. 97–102.
3. Говоруха П. А. Формирование организационно-технологического потенциала возведения ограждающих конструкций многоэтажных жилых зданий : дисс. канд. техн. наук : 05.02.22 / П. А. Говоруха. – Москва, 2018. – 180 с.
4. Демидов Л. П. Повышение потенциала строительной площадки за счет организационно-технологических решений / Л. П. Демидов. – Москва : МГСУ, 2014. – С. 129.
5. Фельдман А. О. Повышение эффективности организационно-технологических решений на основе анализа информационных потоков при возведении многоэтажных жилых зданий / А. О. Фельдман. – Москва : МГСУ, 2018. – С. 193.
6. Макаров А. Н. Организационно-технологический потенциал строительного производства кровельных конструкций жилых многоэтажных зданий : дисс. канд. техн. наук : 05.02.22 / А. Н. Макаров. – Москва, 2018. – 180 с.
7. Сайдаев Х. Л.-А. Организационно-управленческое моделирование комплексной оценки результативности строительных компаний : дисс. канд. техн. наук : 05.02.22 / Х. Л.-А. Сайдаев. – Москва, 2013. – 126 с.
8. Топчий Д. В. Организационно-технологическое моделирование строительно-монтажных работ при комплексной оценке результативности перепрофилирования промышленных объектов : дис. канд. техн. наук : 05.02.22 / Д. В. Топчий. – Москва, 2015. – 117 с.
9. Бережный А. Ю. Зависимость комплексного показателя экологической нагрузки от организационно-технологических решений при оценке воздействия строительства на окружающую среду : дисс. канд. техн. наук : 05.23.19 / А. Ю. Бережный. – Москва, 2012. – 125 с.
10. Кожевников Д. Г. Комплексная методика оценки эффективности организации строительного производства при ремонте инженерных коммуникаций : дисс. канд.

REFERENCES

1. Lapidus A. A. Potentsial ehffektivnosti organizatsionno-tekhnologicheskikh reshenij stroitel'nogo ob'ekta [Efficiency potential of organizational and technological solutions of a construction object] // Vestnik MGSU [MGSU Bulletin]. – 2014. – № 1. – P. 175–180.
2. Lapidus A. A. Instrument operativnogo upravleniya proizvodstvom – integral'nyj potentsial ehffektivnosti organizatsionno-tekhnologicheskikh i upravlencheskikh reshenij stroitel'nogo ob'ekta [Tool for operational management of production - the integral potential of the effectiveness of organizational, technological and managerial decisions of a construction object] // Vestnik MGSU [MGSU Bulletin]. – 2015. – № 1. – P. 97–102.
3. Govorukha P. A. Formirovanie organizatsionno-tekhnologicheskogo potentsiala vozvedeniya ograzhdayushhikh konstruksij mnogoetazhnykh zhilykh zdaniy : diss. kand. tekhn. nauk [Formation of organizational and technological potential for the construction of enclosing structures for multi-storey residential buildings : diss. of the cand. of tech. sc.] : 05.02.22 / P. A. Govorukha. – Moscow, 2018. – 180 p.
4. Demidov L. P. Povyshenie potentsiala stroitel'noj ploshhadki za schet organizatsionno-tekhnologicheskikh reshenij [Increasing the potential of the construction site due to organizational and technological solutions] / L. P. Demidov. – Moscow : MGSU, 2014. – P. 129.
5. Fel'dman A. O. Povyshenie ehffektivnosti organizatsionno-tekhnologicheskikh reshenij na osnove analiza informatsionnykh potokov pri vozvedenii mnogoetazhnykh zhilykh zdaniy [Improving the efficiency of organizational and technological solutions based on the analysis of information flows during the construction of multi-storey residential buildings] / A. O. Fel'dman. – Moscow : MGSU, 2018. – P. 193.
6. Makarov A. N. Organizatsionno-tekhnologicheskij potentsial stroitel'nogo proizvodstva krovel'nykh konstruksij zhilykh mnogoetazhnykh zdaniy : diss. kand. tekhn. nauk [Organizational and technological potential of construction production of roofing structures for residential multi-storey buildings : diss. of the cand. of tech. sc.] : 05.02.22 / A. N. Makarov. – Moscow, 2018. – 180 p.
7. Sajdaev Kh. L.-A. Organizatsionno-upravlencheskoe

- техн. наук : 05.02.22 / Д. Г. Кожевников. – Москва, 2014. – 134 с.
11. Фатуллаев Р. С. Организационно-технологическое моделирование комплексной оценки потенциала проведения внеплановых ремонтных работ : дисс. канд. техн. наук : 05.02.22 / Р. С. Фатуллаев. – Москва, 2017. – 103 с.
8. Topchij D. V. Organizatsionno-tehnologicheskoe modelirovanie stroitel'no-montazhnykh rabot pri kompleksnoj otsenke rezul'tativnosti pereprofilirovaniya promyshlennykh ob"ektov : diss. kand. tekhn. nauk [Organizational and technological modeling of construction and installation works in a comprehensive assessment of the effectiveness of re-profiling of industrial facilities : diss. of the cand. of tech. sc.] : 05.02.22 / D. V. Topchij. – Moscow, 2015. – 117 p.
9. Berezhnyj A. Yu. Zavisimost' kompleksnogo pokazatelya ehkologicheskoy nagruzki ot organizatsionno-tehnologicheskikh reshenij pri otsenke vozdejstviya stroitel'stva na okruzhayushhuyu sredu : diss. kand. tekhn. nauk [Dependence of a complex indicator of environmental load on organizational and technological solutions in assessing the impact of construction on the environment : diss. of the cand. of tech. sc.] : 05.23.19 / A. Yu. Berezhnyj. – Moscow, 2012. – 125 p.
10. Kozhevnikov D. G. Kompleksnaya metodika otsenki ehffektivnosti organizatsii stroitel'nogo proizvodstva pri remonte inzhenernykh kommunikatsij : diss. kand. tekhn. nauk [Comprehensive methodology for assessing the effectiveness of the organization of construction production in the repair of engineering communications : diss. of the cand. of tech. sc.] : 05.02.22 / D. G. Kozhevnikov. – Moscow, 2014. – 134 p.
11. Fatullaev R. S. Organizatsionno-tehnologicheskoe modelirovanie kompleksnoj otsenki potentsiala provedeniya vneplanovykh remontnykh rabot : diss. kand. tekhn. nauk [Organizational and technological modeling of a comprehensive assessment of the potential for unplanned repair work : diss. of the cand. of tech. sc.] : 05.02.22 / R. S. Fatullaev. – Moscow, 2017. – 103 p.

НОВОСТЬ

Минстрой России поддержал введение обязательной оценки квалификации для строителей

4 августа министр строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации Владимир Якушев и президент Национального объединения строителей (НОСТРОЙ) Антон Глушков ознакомились с порядком проведения профессионального экзамена для организаторов строительства в рамках независимой оценки квалификации и встретились с руководством НИУ МГСУ.

«Пандемия показала, что строительная отрасль испытывает серьезную потребность в специалистах высокого уровня. НИУ МГСУ – это часть большой системы подготовки профессиональных кадров для строительства. Но вуз не только занимается подготовкой специалистов, но и выполняет большой объем исследовательских работ. Минстрой поддерживает обязательную независимую оценку квалификации строителей. Важно, чтобы эта оценка была поставлена на поток, особенно с учетом того, как сегодня меняется нормативная база, появляются новые технологии. Необходимо качественно организовать процесс сдачи экзамена», – отметил Владимир Якушев.

«В университете мы развиваем всю «линейку» профессионального образования: среднее, высшее и дополнительное профессиональное образование. Кроме того, принимаем участие в работе Ассоциации строительных высших учебных заведений. Мы активно сотрудничали с коллегами из ассоциации НОСТРОЙ. Это наш давний партнер и очень уважаемый. Наши специалисты разработали тестовые материалы для профессионального экзамена и его методическую часть. Мы тесно взаимодействуем с Минстроем России и рассматриваем свое участие в проекте как знаковое. Будем и дальше развивать его», – рассказал временно исполняющий обязанности ректора НИУ МГСУ Павел Акимов.

Заведующий кафедрой технологии и организации строительного производства НИУ МГСУ Азарий Лапидус рассказал о практической части экзамена и порядке его проведения. Профессор Лапидус также отметил масштабную научную работу, проводимую университетом, и его участие в разработке отраслевых профессиональных стандартов.

Источник: сайт Минстроя России <https://minstroyrf.gov.ru>

УДК 504.75.05

Актуальность разработки методов осуществления функций государственного строительного надзора в жилищном строительстве при риск-ориентированном подходе

The Relevance of Developing Methods for the Implementation of the Functions of State Construction Supervision in Housing with a Risk-based Approach

Вильданов Рафик Азимович

Государственное бюджетное учреждение города Москвы «Центр экспертиз, исследований и испытаний в строительстве» (ГБУ «ЦЭИИС»),
109052, Россия, Москва, Рязанский проспект, 13, vildanov.raf@yandex.ru

Viľdanov Rafik Azimovich

State Budgetary Institution of the City of Moscow «Center for Expertise, Research and Testing in Construction», 109052, Russia, Moscow, Ryazansky prospect, 13, vildanov.raf@yandex.ru

Кузьмина Татьяна Константиновна

Доцент, кандидат технических наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ),
129337, Россия, Москва, Ярославское шоссе, 26

Kyz'mina Tat'yana Konstantinovna

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Federal State Budgetary Educational Institution «National Research Moscow State University of Civil Engineering» (NRU MGSU), 129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26

Аннотация

Введение. Одним из основных обязательных элементов системы государственного управления является контрольно-надзорная функция государства за субъектами строительного рынка, а в особенности за возведением и эксплуатацией жилых домов, поскольку безопасность в строительстве имеет основополагающее значение для потребителя. Однако область применения надзорных полномочий, в большинстве своем, охватывает доэксплуатационную фазу жизненного цикла проекта, который оценивается с точки зрения соблюдения установленных норм и правил. При этом рискам самого строительства и последующей, более длительной, фазе эксплуатации объекта не уделяется должного внимания, что и предопределяет актуальность рассмотрения проблемы использования риск-ориентированного подхода в рамках государственного строительного надзора.

Материалы и методы. Исторический анализ, сравнение, синтез, описание, прогнозирование, научная абстракция.

Результаты. Рассмотрение этапов возведения и эксплуатации объектов строительства позволило установить тот факт, что за пределами риск-менеджмента госу-

Abstract

Introduction. One of the main mandatory elements of the public administration system is the state's control and supervision function for the subjects of the construction market, and in particular for the construction and operation of residential buildings, since safety in construction is fundamental to the consumer. However, the scope of supervisory powers, for the most part, covers the pre-operational phase of the project life cycle, which is assessed in terms of compliance with established rules and regulations. At the same time, the risks of the construction itself and the subsequent longer phase of the facility's operation are not given due attention, which predetermines the urgency of considering the problem of using a risk-based approach in the framework of state construction supervision.

Materials and methods. Historical analysis, comparison, synthesis, description, forecasting, scientific abstraction.

Results. A review of the stages of construction and operation of construction projects made it possible to establish the fact that outside the risk management of state control bodies is 95 % of the housing life cycle. Proper supervision covers the risks of the construction of facilities and does not cover those faced by apartment residents.

дарственных органов контроля находится 95 % жизненного цикла жилья. Надлежащий надзор покрывает риски при возведении объектов и не охватывает те, с которыми сталкиваются жители уже готовых квартир.

Выводы. Полученные результаты позволили обосновать целесообразность внедрения риск-ориентированного подхода в систему строительного надзора, который дает возможность классифицировать объекты по степени рискованности и соответственно регулировать периодичность и глубину проверки на протяжении всего жизненного цикла жилья.

Ключевые слова: строительный контроль, риск, эксплуатация, жилье, возведение объекта, жизненный цикл, нормы и правила, надзор, населенный пункт.

Строительство жилья является рискованным видом хозяйственной деятельности с учетом негативных последствий, которые могут наступить в случае несоблюдения установленных государством и апробированных строительной практикой норм и стандартов [1, 2]. Поэтому обоснованным и необходимым является государственный строительный надзор (контроль) за строительством жилья, который осуществляется с целью защиты интересов общества и человека от возможных негативных последствий.

Риски присущи каждому этапу возведения жилья, и возникают они в самых разнообразных сферах, к числу которых относятся экологическая безопасность строительных изделий и материалов, прочность и надежность новостроек, безопасность эксплуатации существующих зданий и сооружений, соблюдение при выполнении строительных работ технологии строительства, государственных строительных норм и правил [3].

В то же время в системе управления рисками строительства пока отсутствуют общепринятые методы оценки рисков, не уточнена последовательность в работе с рисками, не согласована универсальная действенная методика управления рисками. Все это, в сочетании со значительной актуальностью вопросов надзора за жилищным строительством, составляет значительную научную проблему в области реализа-

Findings. The results obtained made it possible to justify the feasibility of introducing a risk-based approach into the system of construction supervision, which will allow to classify objects according to the degree of risk and accordingly regulate the frequency and depth of inspection throughout the entire life cycle of housing.

Keywords: construction control, risk, operation, housing, construction of an object, life cycle, rules and regulations, supervision, settlement.

ции государственного строительного контроля, что и обуславливает выбор темы данной статьи.

Фундаментальные исследования функции государственного контроля в строительной отрасли проводились такими авторами как А. Mohamed [4], Tan Yean-Chin [5], Ivan Petrov [6], А. О. Сагыбекова [7], Е. В. Балабенко [8], Б. В. Шварцберг [9]. Анализ различных методов и приемов, используемых в процессе государственного строительного надзора, посвящены труды А. Я. Токарского [10], Amir Mohammad Hamzeh [11], F. H. Abanda [12], Sooyoung Choe [13], Solomon O. Oyebisi [14]. Значительный вклад в изучение вопросов идентификации и управления риском в жилищном строительстве принадлежит Jackie Portman [15], V. I. Loganina [16], В. Г. Кёся [17].

Однако, несмотря на имеющиеся наработки и труды, проблемы комплексного развития и осуществления государственного надзора в области строительства с учетом риск-ориентированного подхода в новых экономических реалиях освещены неполно, что и составляет целевую направленность статьи.

Традиционно государственный строительный надзор в жилищном строительстве заключается в обеспечении при застройке территории, размещении и строительстве объектов соблюдения субъектами архитектурно-строительной деятельности следующих стандартов:

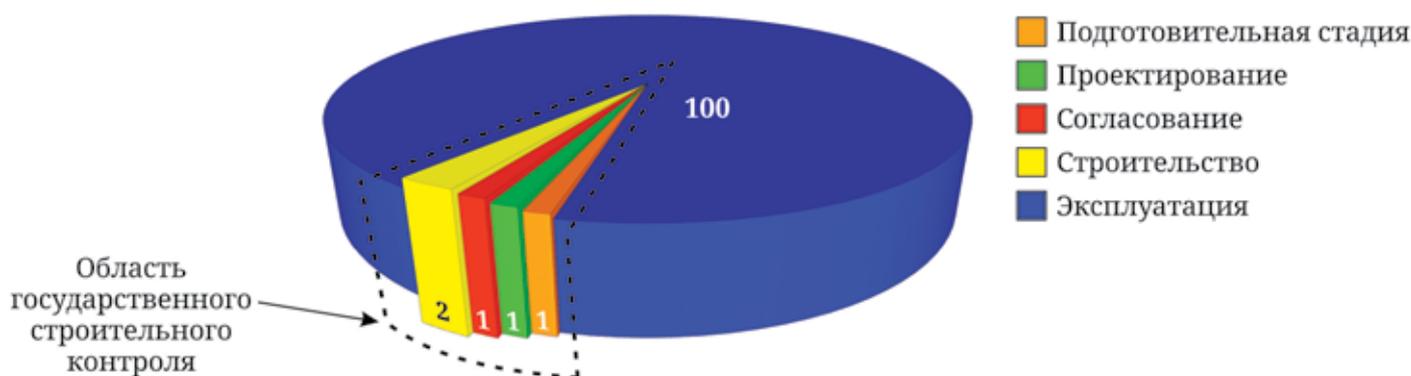


Рис. 1. Соотношение этапов жизненного цикла жилого здания во времени (годы) [19]

Fig. 1. The ratio of the stages of the life cycle of a residential building in time

требований градостроительной документации; местных правил застройки населенных пунктов; государственных стандартов, норм и правил при осуществлении проектирования, строительных работ, изготовлении строительных материалов, изделий и конструкций; утвержденной градостроительной и другой проектной документации [18].

В то же время, согласно нормативным документам, срок эксплуатации жилых домов в среднем составляет 100 лет. Соотношение во времени всех этапов жизненного цикла возведения и использования жилого дома, по данным застройщиков, показано на рис. 1.

Как наглядно свидетельствует рис. 1, более 95 % продолжительности жизненного цикла жилого дома остается вне контроля и надзора и находится за пределами риск-менеджмента контролирующих организаций, что приводит к негативным последствиям. Согласно данным Европейского союза застройщиков и строителей жилья, около 35 % возведенных жилых домов имеют проблемы на этапе эксплуатации сразу после завершения строительства или даже еще до него. В то же время эксплуатация некоторых домов вообще невозможна [20].

Указанные обстоятельства наглядно доказывают крайнюю актуальность разработки методов осуществления функций государственного строительного надзора в жилищном строительстве с учетом риск-ориентированного подхода, который позволит использовать прозрачные механизмы контроля, выявления и управления рисками на всех этапах жизненного цикла жилья. Факторы риска (угрозы повреждения и разрушения зданий), их комбинация, степень влияния, интенсивность действия в каждом конкретном случае отличаются, но, независимо от

частных обстоятельств и конкретных условий, важным аспектом продолжения жизненного цикла здания и его безопасной эксплуатации является своевременное выявление повреждений и дефектов, по результатам которого выполняются их устранение. На рис. 2 схематично представлены факторы риска, которые влияют на возможность безопасного использования жилищного фонда.

Очевидно, что факторы риска, представленные на рис. 2, могут иметь и другие классификационные признаки с точки зрения проведения государственного строительного надзора.

По мнению автора, с целью формирования исходной базы данных, которая позволит обосновать и выбрать методы осуществления функций государственного строительного надзора в жилищном строительстве в процессе реализации риск-ориентированного подхода для предупреждения чрезвычайных ситуаций, факторы риска целесообразно квалифицировать по скорости их появления:

- долговременные угрозы (постепенное развитие дефектов и повреждений под влиянием известных прогнозируемых угроз, например, физическое старение);
- мгновенные угрозы с заметными проявлениями (быстрое развитие чрезвычайной ситуации после реализации угрозы);
- мгновенные угрозы без заметных проявлений (незаметное, скрытое развитие чрезвычайной ситуации после реализации угрозы).

Воздействие долговременных угроз предопределяет низкий и умеренный уровни риска эксплуатации зданий, мгновенные угрозы с заметным проявлением обуславливают средний и выше среднего уровни риска, мгновенные угрозы без заметных проявлений приводят



Рис. 2. Факторы риска, предопределяющие возможность эксплуатации жилых зданий
Fig. 2. Risk factors that predetermine the possibility of using residential buildings

Характеристика транспортных динамических нагрузок	Доминирующие частоты, Гц	Виброскорость частей почвы, м/с (дБ)	Виброускорение частей почвы, м/с ² (дБ)	Зона влияния, м
Железная дорога	10 ÷ 70	16 ÷ 50 (110 ÷ 120)	1 ÷ 22 (70 ÷ 97)	150 ÷ 300
Трамвайная линия	20 ÷ 45	1,6 ÷ 160 (90 ÷ 130)	0,5 ÷ 45,2 (56 ÷ 103)	150 ÷ 300
Автомагистраль	10 ÷ 20	0,005 ÷ 0,07 (40 ÷ 65)	0,0003 ÷ 0,0011 (до 31)	40 ÷ 100

Табл. 1. Характеристики транспортных источников динамических нагрузок

Tab. 1. The characteristics of the traffic sources of dynamic loads

Категория источника	Период контроля	Период наблюдения	Период изменений
Постоянное воздействие	День / неделя / период работы источника	Два периода между пиковыми значениями	Один рабочий цикл
Периодическое действие	День	Три рабочих цикла и более	Один рабочий цикл
Единичные действия	День	Три единичных действия	Каждое действие

Табл. 2. Периодичность и продолжительность государственного надзора в жилищном строительстве при риск-ориентированном подходе (риск вибрации здания)

Tab. 2. Frequency and duration of state supervision in housing construction with a risk-based approach (risk of building vibration)

к возникновению высокого и очень высокого уровней риска эксплуатации жилых зданий.

Если долговременные угрозы могут быть вовремя предусмотрены и своевременно предупреждены за счет нормативных мер эксплуатации и проведения регулярного контроля, то мгновенные непредвиденные угрозы (чрезвычайные ситуации), способны повлечь за собой катастрофические последствия. Соответственно, это обуславливает необходимость четкой регламентации периодичности и содержания проведения государственного строительного надзора.

Рассмотрим на конкретном примере особенности внедрения риск-ориентированного подхода в практику государственного контроля за состоянием жилищного строительства.

С практической точки зрения значительный риск для надежного возведения и долговечной эксплуатации жилых зданий инициируют ди-

намические нагрузки от движения транспорта в связи с их высокой интенсивностью и широким распространением на городских территориях. При этом ведущая роль принадлежит рельсовому транспорту.

Из всего спектра используемого на сегодняшний день рельсового транспорта достаточно проблематично определить источник динамической нагрузки наибольшей интенсивности, так как диапазоны изменения параметров, вызывающих колебания почв в различных условиях, достаточно широкие (см. табл. 1).

С учетом динамических нагрузок, их типа, категории и характеристик, определяется продолжительность измерений и частота контроля.

В табл. 2 представлены формализованные периоды контроля, наблюдения и измерения, осуществляемые в рамках государственного надзора за состоянием жилищного строительства, в зависимости от параметров вибраций здания.

Условная надежность	Вероятность (частота) аварий в год	Шкала оценки надежности
1	10 ⁻⁶	хорошая
0,8	10 ⁻⁵	удовлетворительная
0,6	10 ⁻⁴	неудовлетворительная
0,4	10 ⁻³	недопустимая

Табл. 2. Шкала оценок надежности и вероятности аварии сооружений под влиянием риска вибрации

Tab. 2. Scale of assessments of reliability and probability of failure of structures under the influence of vibration risk

Конкретная степень риска инспектируемого здания обычно определяется экспертным методом с использованием математического и имитационного моделирования, нейросетевого прогнозирования. В табл. 3 представлены результаты экспертной оценки надежности комплекса строящихся общежитий Казанского государственного энергетического университета.

Таким образом, подводя итоги, можно отметить следующее.

Имплементация и использование риск-ориентированного подхода в контуре государ-

ственного строительного надзора позволит проводить оценку степени опасности, масштаба, видов рискованных работ и объектов в процессе возведения и эксплуатации жилья. На основании этих оценок уполномоченный орган всем строящимся и уже эксплуатируемым объектам может присвоить одну из трех степеней риска: высокую, среднюю или незначительную, – и, в зависимости от установленной степени, определять периодичность проведения плановых мероприятий государственного надзора (контроля).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Liu Ding. Scenarios for integrating IPS-IMU system with BIM technology in construction safety control // Practice Periodical on Structural Design and Construction. – 2020. – Vol. 25, № 1. – P. 05019007.
2. Дементьев А. В. Реализация государственного строительного контроля и надзора в Российской Федерации // Экономика и социум. – 2020. – № 2 (69). – С. 159–161.
3. Ленковская Р. Р. К вопросу об отдельных проблемах, возникающих в процессе осуществления строительной деятельности в Российской Федерации // Проблемы экономики и юридической практики. – 2019. – Т. 15, № 1. – С. 121–124.
4. Concrete and steel construction: quality control and assurance / Mohamed A. E.-R. – Boca Raton, Florida : CRC Press, 2013. – 276 p.
5. Yean-Chin T. Construction control chart developed from instrumented trial embankment on soft ground at Tokai of Kedah, Malaysia // Procedia Engineering. – 2016. – Vol. 143. – P. 548–555.
6. Petrov I. Digital technologies in construction monitoring and construction control // IOP conference series: Materials Science and Engineering. – 2019. – Vol. 497. – P. 45–51.
7. Сагыбекова А. О. Процессы выполнения технического надзора при контроле качества строительных материалов и работ // Вестник Казахского гуманитарно-юридического инновационного университета. – 2019. – № 3 (43). – С. 121–125.
8. Балабенко Е. В. Особенности государственного регулирования строительной отрасли // Экономика строительства и городского хозяйства. – 2019. – Т. 15, № 1. – С. 5–12.
9. Шварцберг Б. В. Понятие и значение государственного строительного надзора // Трибуна ученого. – 2019. – № 5. – С. 33–37.
10. Токарский А. Я. Определение квалиметрических параметров строительных объектов в ходе осуществления государственного строительного надзора при риск-ориентированном подходе // Строительное производство. – 2019. – № 1. – С. 70–74.
11. Hamzeh A. M. Imprecise earned duration model for time evaluation of construction projects with risk considerations // Automation in Construction. – 2020. – Vol. 111. – P. 16–19.
12. Abanda F. H. A BIM-based framework for construction project scheduling risk management // International Journal of Computer Aided Engineering and Technology. – 2020. – № 2. – P. 182–218.
13. Choe S. Transforming inherent safety risk in the construction Industry: A safety risk generation and control model // Safety Science. – 2020. – Vol. 124. – P. 13–19.
14. Oyebisi S. O. Performance evaluation in a construction project: an empirical study of Canaan city housing estate, Ota, Nigeria // International Journal of Quality Engineering and Technology. – 2020. – Vol. 7, № 4. – P. 385–405.
15. Portman J. Building services design management /

REFERENCES

1. Liu Ding. Scenarios for integrating IPS-IMU system with BIM technology in construction safety control // Practice Periodical on Structural Design and Construction. – 2020. – Vol. 25, № 1. – P. 05019007.
2. Dement'ev A. V. Realizatsiya gosudarstvennogo stroitel'nogo kontrolya i nadzora v Rossijskoj Federatsii [Implementation of state construction control and supervision in the Russian Federation] // *Ehkonomika i sotsium* [Economy and society]. – 2020. – № 2 (69). – P. 159–161.
3. Lenkovskaya R. R. K voprosu ob otdel'nykh problemakh, vznikayushhikh v protsesse osushhestvleniya stroitel'noj deyatel'nosti v Rossijskoj Federatsii [On the issue of individual problems arising in the process of carrying out construction activities in the Russian Federation] // *Problemy ehkonomiki i yuridicheskoy praktiki* [Problems of Economics and legal practice]. – 2019. – Т. 15, № 1. – P. 121–124.
4. Concrete and steel construction: quality control and assurance / Mohamed A. E.-R. – Boca Raton, Florida : CRC Press, 2013. – 276 p.
5. Yean-Chin T. Construction control chart developed from instrumented trial embankment on soft ground at Tokai of Kedah, Malaysia // *Procedia Engineering*. – 2016. – Vol. 143. – P. 548–555.
6. Petrov I. Digital technologies in construction monitoring and construction control // IOP conference series: Materials Science and Engineering. – 2019. – Vol. 497. – P. 45–51.
7. Sagybekova A. O. Protsessy vypolneniya tekhnicheskogo nadzora pri kontrole kachestva stroitel'nykh materialov i rabot [Technical supervision processes for quality control of construction materials and works] // *Vestnik Kazahskogo humanitarno-yuridicheskogo innovatsionnogo universiteta* [Bulletin of the Kazakh University of Humanities and law innovation]. – 2019. – № 3 (43). – P. 121–125.
8. Balabenko E. V. Osobennosti gosudarstvennogo regulirovaniya stroitel'noj otrasli [Features of state regulation of the construction industry] // *Ehkonomika stroitel'stva i gorodskogo khozyajstva* [The economy of construction and urban development]. – 2019. – Т. 15, № 1. – P. 5–12.
9. Shvartsberg B. V. Ponyatie i znachenie gosudarstvennogo stroitel'nogo nadzora [The concept and importance of state construction supervision] // *Tribuna uchyonogo* [Tribune of the scientist]. – 2019. – № 5. – P. 33–37.
10. Tokarskiy A. Ya. Opredelenie kvalimetriceskikh parametrov stroitel'nykh ob'ektov v khode osushhestvleniya gosudarstvennogo stroitel'nogo nadzora pri risk-orientirovannom podkhode [Determination of qualimetric parameters of construction objects during the implementation of state construction supervision with a risk-based approach] // *Stroitel'noe proizvodstvo* [Building Production]. – 2019. – № 1. – P. 70–74.
11. Hamzeh A. M. Imprecise earned duration model for time evaluation of construction projects with risk considerations // *Automation in Construction*. – 2020. – Vol. 111. – P. 16–19.

- J. Portman. – Chichester, West Sussex, United Kingdom : Wiley Blackwell, 2014. – 256 p.
16. Loganina V. I., Skachkov Yu. P., Lesovik V. S. Quality Control of building materials according to uncertainty of measurement and stability of the technological process of production // *Solid State Phenomena*. – 2020. – Vol. 299. – P. 1161–1165.
 17. Кёся В. Г. Контрольно-надзорная деятельность органов государственного строительного надзора по пресечению нарушений строительно-монтажных работ // *Молодежь и наука*. – 2019. – № 5–6. – С. 14.
 18. Луняков М. А., Старовойтов А. С. Риск-ориентированный подход при осуществлении регионального государственного строительного надзора // *Недвижимость: экономика, управление*. – 2018. – № 1. – С. 15–20.
 19. Xiao Lin Dong, Dong Nan Han. Detection and control of building materials quality // *Advanced Materials Research*. – 2014. – Vol. 791–793. – P. 490–297.
 20. Hienonen M., Ränä I., Tackett E. [et al.] The Importance of building physics in improving the quality control of buildings – the role of public authority // *Energy Procedia*. – 2017. – Vol. 132. – P. 99–104.
 12. Abanda F. H. A BIM-based framework for construction project scheduling risk management // *International Journal of Computer Aided Engineering and Technology*. – 2020. – Vol. 12, № 2. – P. 182–218.
 13. Choe S. Transforming inherent safety risk in the construction Industry: A safety risk generation and control model // *Safety Science*. – 2020. – Vol. 124. – P. 13–19.
 14. Oyebisi S. O. Performance evaluation in a construction project: an empirical study of Canaan city housing estate, Ota, Nigeria // *International Journal of Quality Engineering and Technology*. – 2020. – Vol. 7, № 4. – P. 385–405.
 15. Portman J. Building services design management / J. Portman. – Chichester, West Sussex, United Kingdom : Wiley Blackwell, 2014. – 256 p.
 16. Loganina V. I., Skachkov Yu. P., Lesovik V. S. Quality Control of Building Materials According to Uncertainty of Measurement and Stability of the Technological Process of Production // *Solid State Phenomena*. – 2020. – Vol. 299. – P. 1161–1165.
 17. Kyosya V. G. Kontrol'no-nadzornaya deyatel'nost' organov gosudarstvennogo stroitel'nogo nadzora po presecheniyu narushenij stroitel'no-montazhnykh rabot [Control and supervisory activities of state construction supervision bodies to suppress violations of construction and installation works] // *Molodezh' i nauka [Youth and science]*. – 2019. – № 5–6. – P. 14.
 18. Lunyakov M. A., Starovojtov A. S. Risk-orientirovannyj podkhod pri osushhestvlenii regional'nogo gosudarstvennogo stroitel'nogo nadzora [Risk-based approach in the implementation of regional state construction supervision] // *Nedvizhimost': ehkonomika, upravlenie [Real estate: economy, management]*. – 2018. – № 1. – P. 15–20.
 19. Xiao Lin Dong, Dong Nan Han. Detection and Control of Building Materials Quality // *Advanced Materials Research*. – 2014. – Vol. 791–793. – P. 490–297.
 20. Hienonen M., Ränä I., Tackett E. [et al.] The importance of building physics in improving the quality control of buildings – the role of public authority // *Energy Procedia*. – 2017. – Vol. 132. – P. 99–104.



Научно-исследовательский институт проектирования, технологии и экспертизы строительства



- ✓ Технический заказчик
- ✓ Строительный контроль
- ✓ Проектирование
- ✓ Лабораторное сопровождение
- ✓ Обследование зданий и сооружений
- ✓ Геодезическое сопровождение и мониторинг
- ✓ Судебно-техническая экспертиза



8 (495) 162-64-42



mail@niexp.com



www.niexp.com

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

1. Статья или ее части не должны быть ранее опубликованы или находиться на рассмотрении в других изданиях. Автор несет ответственность за соответствие информации, содержащейся в представленных документах.
2. Статьи должны содержать результаты научных исследований, аналитику, описание проектов и др. в области технического регулирования в строительстве.
3. Статью необходимо представить в электронном виде.
4. Перед названием статьи должен быть указан индекс УДК.
5. Название статьи, Ф. И. О. авторов, аннотацию, ключевые слова, название таблиц и иллюстраций следует приводить на русском и английском языках.
6. На отдельном листе нужно представить сведения об авторах: фамилия, имя, отчество (полностью), ученая степень, звание, должность, место работы, почтовый адрес, телефон и адрес электронной почты.
7. Объем рукописи не должен превышать 20 страниц (файл в формате .doc в MS Word).
8. Текст статьи должен быть напечатан следующим образом: с подрисуночными подписями, номерами рисунков и необходимыми пояснениями к ним; шрифт – Times New Roman, 12 пт., межстрочный интервал – полуторный.
9. Рисунки с подрисуночными подписями и номерами следует направлять отдельными файлами в формате .jpeg (разрешение не менее 300 dpi). Имя файла должно соответствовать наименованию или номеру рисунка в тексте статьи.
10. Библиографический список на русском и английском языках должен включать только литературу, цитируемую в статье. Ссылки на источники следует приводить в тексте в квадратных скобках. Список оформляется в соответствии с ГОСТ 7.0.5 - 2008.

Подписка:

в отделениях ФГУП Почты России через каталог агентства «Пресса России», на сайте объединенного каталога «Пресса России» www.pressa-rf.ru
Подписной индекс E83990

Страна: Россия Город: Москва
ПЕРИОДИЧЕСКОЕ ИЗДАНИЕ (4 ВЫПУСКА В ГОД)

ISSN 2658-5340 (Print)

**Научно-технический журнал
«Строительное производство» издается с 2010 года
под следующими наименованиями:**

с 2010 года - «Техническое регулирование. Строительство.
Проектирование. Изыскания»

с 2012 года - «Технология и организация строительного производства»

с 2019 года - «Строительное производство»

Издатель: ООО «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР»

Учредитель Назыпова С. В.

Главный редактор Лapidус А. А.

Выпускающий редактор Каурова М. А.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

**Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77 – 75299
от 25.03.2019 ЭЛ № ФС 77 – 75165 от 22.02.2019**

Цитирование, частичное или полное воспроизведение материалов только с согласия редакции.

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за достоверность приведенных в статьях сведений, точность данных по цитируемой литературе и за использование в статьях данных, не подлежащих открытой публикации.

Редакция может опубликовать статьи в порядке обсуждения, не разделяя точку зрения автора.

Редакция не несет ответственности за содержание рекламы и объявлений.

СТРОИТЕЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО 2 (34) 2020
Дата публикации: 20 августа 2020 года

Отпечатано в типографии ООО «PROMZONA»
105066, Москва, ул. Ольховская, д. 14, стр. 4
Тираж 550 экз. Свободная цена



Телефон: +7 (495) 162 61 02
email: info@build-pro.press
сайт журнала: www.build-pro.press

127018 РФ, город Москва, Сущевский
вал, д.16, стр.5, этаж 4, кабинет 405
сайт издательства: www.mosnec.com

© Редакция научно-технического журнала «Строительное производство» 2020