



ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Материалы III Всероссийской
научно-практической конференции

10–11 февраля 2021 г.

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ, 2021

ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

2021

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет

ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Материалы III Всероссийской
научно-практической конференции

10–11 февраля 2021 г.

Санкт-Петербург
2021

УДК 69.338.97

Рецензенты:

канд. техн. наук, доцент **А. П. Васин** (ООО «БЭСКИТ», Санкт-Петербург);

канд. техн. наук **А. Л. Колчеданцев**

(директор по производству ООО «ЗАВОД ЖБИ-8», Санкт-Петербург)

Организация строительного производства : материалы
III Всероссийской научно-практической конференции [10–11 фев-
раля 2021 г.] / Санкт-Петербургский государственный архитек-
турно-строительный университет. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ,
2021. – 357 с. – Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-9227-1111-1

В Санкт-Петербургском государственном архитектурно-строительном универси-
тете 10–11 февраля 2021 г. прошла III Всероссийская научно-практическая конферен-
ция «Организация строительного производства». В конференции приняли участие бо-
лее 20 ученых и практиков из России.

В данном сборнике представлены научные и практические работы преподавателей
вузов, специалистов в области организации строительства, молодых ученых, аспиран-
тов, студентов магистратуры. Рассмотрены организационно-технологические вопросы
планирования, управления и организации строительства; технологии возведения про-
мышленно-гражданских зданий и сооружений; вопросы формирования и оптимизации
конкурентоспособных методов организации работ; вопросы использования для сравни-
тельного анализа вариантов организации работ абсолютных критериев времени, стои-
мости и других относительных дифференциальных критериев, объединяемых в инте-
гральные; вопросы составления исполнительных календарных графиков «по факту», их
анализ и использование при строительстве аналогичных объектов; исследования по раз-
работке организационных основ управления, многоуровневого календарного планиро-
вания строительства объектов и комплексов.

Печатается по решению Научно-технического совета СПбГАСУ

Редакционная коллегия:

Р. В. Мотылев (председатель редколлегии);

Ч. О. Бахтинова;

В. К. Нефедова;

В. М. Челнокова;

Р. Н. Сандан

ISBN 978-5-9227-1111-1

© Авторы статей, 2021

© Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет, 2021

УДК 658.5:624.05

Сергей Алексеевич Болотин,
д-р техн. наук, профессор
Хензиг Владиславовна Биче-оол,
аспирант
Хайтам Абдулраззак Бохан,
аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
Дадар Алдын-кыс Хунаевна,
канд. техн. наук, доцент
(Тувинский государственный университет)
E-mail: sbolotin@mail.ru,
ms.khenzig@mail.ru,
haitham_kh9@yahoo.com,
daryi@mail.ru

Sergey Alekseevich Bolotin,
Dr of Tech. Sci., Professor
Khenzig Vladislavovna Biche-ool,
postgraduate student
Bokhan Khaytam Abdulrazzak,
postgraduate student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
Dadar Aldyn-kys Khunaevna,
PhD of Tech. Sci., Associate Professor
(Tuvan State University)
E-mail: sbolotin@mail.ru,
ms.khenzig@mail.ru,
haitham_kh9@yahoo.com,
daryi@mail.ru

ИНТЕРАКТИВНОЕ ФОРМИРОВАНИЕ ГРАФИКА ПОТОЧНОЙ ЗАСТРОЙКИ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

INTERACTIVE FORMATION OF A SCHEDULE OF FLOW DEVELOPMENT OF AN URBAN PLANNING COMPLEX

Основной целью строительства, учитывающего комплексный характер освоения селитебных территорий, является разработка такого синхронизированного графика работ, который бы в максимальной степени учитывал социальных стандарты, определяющие различные объекты социального и культурного назначения, которые рассчитываются исходя из численности граждан, проживающих на застраиваемой территории. Процесс реализации комплексной застройки территории не может удовлетворять всем изначально введенным социальным и организационно-технологическим ограничениям.

Современное формирование графиков комплексного освоения территории проводится в программах управления проектами на основе градостроительной документации. Однако, в особенности, на ранних стадиях

планирования комплексной застройки территории, ни продолжительности работ, ни их трудоемкости и обеспеченность трудовыми ресурсами не могут быть заданы по причине информационной неполноты исходных данных. В подобной ситуации для формирования графика застройки предлагается использовать метод неопределенных ресурсных коэффициентов, который позволяет осуществлять календарное планирование на основе описания объекта проектирования системой линейных неравенств и линейной целевой функции, позволяющих проводить оптимизацию и интерактивное варьирование основными параметрами и ограничениями, связанными с расписанием работ.

Ключевые слова: комплексное освоение территории, метод неопределенных ресурсных коэффициентов, управление проектами, календарное планирование строительства.

The main purpose of construction, which takes into account the complex nature of the development of residential areas, is to develop a synchronized schedule of work that would take into account to the maximum extent possible social standards that define various social and cultural facilities, which are calculated on the basis of the number of citizens living in the built-up area. The analysis has shown that the process of implementing complex development of a territory cannot satisfy all initially introduced social, organizational and technological restrictions.

Modern formation of schedules of complex development of the territory is carried out in the programs of project management based on urban planning documentation. However, especially at the early stages of complex territory development planning, neither the duration of works, nor their labor intensiveness and manpower supply can be specified due to information incompleteness of initial data. In such situations, it is proposed to use the method of undefined resource coefficients for formation of the development schedule, which allows to carry out calendar planning based on the description of the design object by the system of linear inequalities and linear target function, which allows to optimize and interactively vary the main parameters and constraints associated with the work schedule.

Keywords: complex territory development, method of undefined resource coefficients, project management, construction scheduling.

Введение

Основной целью комплексного освоения селитебных территорий является синхронизированная застройка, направленная на

удовлетворение наиболее значимых социальных стандартов [1]. При этом основными объектами календарного планирования градостроительных комплексов являются жилые здания [2]. Это связано с тем, что нормы обеспеченности, определяющие различные объекты социального и культурного назначения, рассчитываются исходя из численности граждан, проживающих на застраиваемой территории. Вместе с этим важным показателем качества застройки территории является экономическая эффективность реализации соответствующего проекта застройки, которая может осуществляться в форме автоматизированного проектирования подготовки строительства, осуществляемого, например, с помощью программы управления проектами типа *Project Expert* [3]. С помощью данной программы можно сформировать адекватное экономическое окружение строительства, при учете которого разрабатываются инвестиционный, операционный и финансовый планы. На основе разработанного календарного графика комплексного освоения территории строительства и параллельно сформированного общеплощадочного строительного генерального плана могут возникнуть возможные пространственно-временные коллизии, которые можно выявить посредством динамической визуализацией хода строительства [4]. В международной практике график комплексного освоения территории строительства формируется в программах управления проектами и определяется в данных программах как мультипроект [5].

Задача формирования календарного графика строительства, учитывающего различные ограничения, и расчета показателей его экономической эффективности, учитывающие возможные задержки сроков ввода отдельных объектов в эксплуатацию, наиболее полно решается в программах управления проектами типа *Project Expert*, *Microsoft Project*, *Primavera* и других. Вместе с этим следует отметить имеющую место ограниченность подобного рода программ, связанную с применением расчета расписания работ, осуществляемого как по методу критического пути, так и по методу *PERT* [6]. Дело в том, что для использования данных методов требуется информация о продолжительностях работ. Так, например, в программе *Microsoft Project* [7] детерминированная продолжительность

работы может быть задана либо непосредственно, либо опосредованно через расчет по следующей формуле:

$$t = \frac{Q}{R}, \quad (1)$$

где t – продолжительность работы; Q – трудоемкость работы, которая обычно задается как постоянный параметр; R – трудовые или машинные ресурсы, которые обычно имеют статус независимых переменных.

Однако, в особенности, на ранних стадиях планирования комплексной застройки территории, ни трудоемкость работ, ни их обеспеченность трудовыми ресурсами не может быть задана по причине информационной неполноты исходных данных. В подобного рода ситуациях для расчета расписаний работ может быть применен метод неопределенных ресурсных коэффициентов [8].

По определению, данному в работе [8], ресурсный коэффициент представляет собой величину обратно пропорциональную количеству ресурсов, выполняющих определенную работу. По практическим соображениям ресурсный коэффициент вводится с целью линеаризации связи между продолжительностью выполнения работы и ее трудоемкостью, либо между продолжительностью и ее стоимостью.

$$\begin{aligned} t &= \alpha Q = \frac{Q}{r} \\ t &= \alpha C = \frac{C}{vr} \end{aligned} \quad (2)$$

где t – продолжительность работы; Q – трудоемкость работы; r – число трудовых и машинных ресурсов; C – стоимость работы; v – выработка на единицу ресурса в единицу времени; α – ресурсный коэффициент.

В обеих формулах, представленных выше, ресурсный коэффициент определяет величину, обратно пропорциональную скорости освоения объема работ. При этом его размерность, при прочих равных условиях, определяется единицей измерения объема вы-

полняемой работы. При планировании графика застройки градостроительного комплекса стоимостная метрика объема работ является более предпочтительной, поскольку объем каждого цикла работ может быть детерминирован с точки зрения учета инвестиционных затрат на его реализацию. Например, в нормах продолжительности строительства, используемых в РФ [9], для планирования застройки жилых зданий выделено 4 этапа работ: подготовка стройплощадки, работы по подземной части здания, работы по надземной части здания и внутренние работы. Для этих этапов определены соответствующие продолжительности и проценты инвестиционных затрат. При этом общие абсолютные затраты, связанные со строительством зданий, могут быть определены с помощью нормативных цен строительства [10]. В результате, согласно нормативным данным, зависящих от заданной этажности и площади здания, для любого этапа строительства можно определить продолжительность и стоимость выполнения соответствующей работы. Для расчета продолжительностей этапов работ и их стоимостей при любых, а не только принятых в нормативах значениях этажности и общей площади здания, в научной статье [11] введены соответствующие регрессионные зависимости.

В результате представленного выше описания, можно констатировать, что для планирования комплексной застройки территории имеются необходимые данные по укрупненным этапам работ по строительству отдельных жилых зданий. Однако, для того чтобы связать их застройку в единый градостроительный комплекс необходимо определиться с организационно-технологической схемой строительства, которая является основой для интерактивного формирования графика застройки, осуществляемого методом неопределенных ресурсных коэффициентов.

Материалы и методы

При формировании организационно-технологической схемы строительства важным признаком является повторяемость этапов работ [12], которая из множества различных методов организации строительства выделяет особый класс методов, определяемых как

поточные методы [13]. Однако при этом следует иметь в виду, что поточные методы могут иметь и другие названия, что представлено в работе [14]. Принятая нами организационно-технологическая схема строительства, основанная на повторяемости работ в градостроительном комплексе (рис. 1).

Рассмотрение двух зданий вполне обеспечивает логику описания более сложных систем, так как построение более общих организационно-технологических схем поточного строительства связано с топологической повторяемостью при добавлении новых зданий. Согласно норматива [9] каждый этап в строительстве зданий выполняется последовательно, что определяется соответствующими технологическими связями, показывающими зависимости начала последующего этапа от окончания предшествующего. Между одноименными этапами имеются ресурсные связи, показывающие последовательное выполнение работ одним исполнителем-подрядчиком. Для каждого здания вводится ограничение на продолжительность его строительства, при превышении которого могут быть применены, например, штрафные санкции. На общую продолжительность застройки градостроительного комплекса также установлено соответствующее ограничение, в соответствии с которым определено начало координат и крайний срок застройки всего комплекса. На одно из событий каждого этапа работ может быть наложено одно из двух ограничений – «начать не раньше» и «кончить не позже». Примером таких ограничений может быть учет расписания работы при аренде сложной строительной техники (башенные краны, оборудование для устройства свайного поля и др.). Отображения начальных и конечных связей показывает положение строительного расписания по каждому зданию в принятой системе временных координат.

В соответствии с содержательной интерпретацией поставленной задачи представим классификацию уравнений, основанную на адаптации метода неопределенных ресурсных коэффициентов. Система уравнений (3) описывает ограничения, связанные с диапазонами изменения ресурсных коэффициентов.

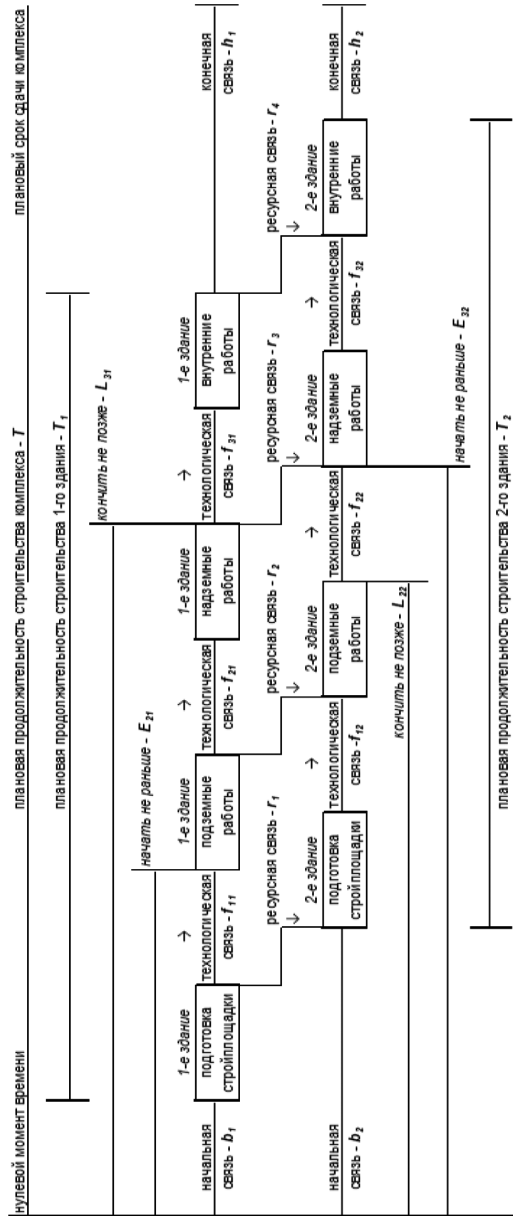


Рис. 1. Организационно-технологическая схема комплексной застройки 2-х жилых зданий

$$\begin{aligned} +w_i + \min \alpha_i &= \alpha_i \\ -w_{i+4} + \max \alpha_i &= \alpha_i, \end{aligned} \quad (3)$$

где i – порядковый индекс этапа работы изменяется от 1 до 4-х; $\min \alpha_i$ – минимальные значения i -ого ресурсного коэффициента; $\max \alpha_i$ – максимальные значения i -ого ресурсного коэффициента; w_i – слабая переменная необходимая для представления неравенства типа $\alpha_i \geq \min \alpha_i$ в виде равенства; w_{i+4} – слабая переменная необходимая для представления неравенства типа $\alpha_i \leq \max \alpha_i$ в виде равенства.

Ограничения, связанные с диапазоном изменения скорости выполнения работ, можно установить посредством анализа статистического материала по фактическому выполнению работ. Для этого необходимо иметь данные по различным подрядчикам и рассчитать для них отношения стоимостей выполненных работ к продолжительностям их выполнения. Из этого множества необходимо выбрать минимальные и максимальные значения скоростей, обратные значения которых определяют диапазон изменения ресурсных коэффициентов. Однако для случая, когда актуальная статистика отсутствует, можно использовать принятые в РФ нормы продолжительности строительства [9] и нормативные цены строительства [10]. Согласно анализа представленных нормативов установлено, что без учета цены квадратного метра здания месячное выполнение подготовительных работ изменяется от 3 до 9% общих инвестиционных затрат, а для подземных работ аналогичный диапазон изменения составил от 2 до 25%. С учетом дополнительного анализа диапазона затрат по строительству квадратного метра конкретного здания [10] и его общей площади можно установить минимальные и максимальные значения соответствующих ресурсных коэффициентов, входящих в формулы (3).

Система уравнений (4) описывает ограничения, связанные с не превышением расчетной продолжительности строительства здания его предельной продолжительности, определяемой либо директивно, либо по нормам продолжительности строительства [9].

$$\begin{aligned} T_1 &= \alpha_1 C_{11} + f_{11} + \alpha_2 C_{21} + f_{21} + \alpha_3 C_{31} + f_{31} + \alpha_4 C_{41} + w_9 \\ T_2 &= \alpha_1 C_{12} + f_{12} + \alpha_2 C_{22} + f_{22} + \alpha_3 C_{32} + f_{32} + \alpha_4 C_{42} + w_{10} \end{aligned} \quad (4)$$

где T_j – нормативно-директивная продолжительность каждого здания; α_i – неизвестные ресурсные коэффициенты для каждой работы; C_{ij} – матрица стоимостей всех i -х работ на всех j -х зданиях; f_{ij} – технологические связи между видами работ на обоих зданиях; w_{ρ} , w_{10} – неизвестные слабые переменные, показывающие разности между предельными и расчетными продолжительностями строительства по обоим зданиям.

Следующая система уравнений (5) описывает расписания строительства обоих зданий в течение всего периода застройки градостроительного комплекса.

$$\begin{aligned} T &= b_1 + \alpha_1 C_{11} + f_{11} + \alpha_2 C_{21} + f_{21} + \alpha_3 C_{31} + f_{31} + \alpha_4 C_{41} + h_1 \\ T &= b_2 + \alpha_1 C_{12} + f_{12} + \alpha_2 C_{22} + f_{22} + \alpha_3 C_{32} + f_{32} + \alpha_4 C_{42} + h_2 \end{aligned} \quad (5)$$

где T – директивная продолжительность строительства градостроительного комплекса; b_j – неизвестная начальная связь, показывающая расчетное начало строительства здания; h_j – неизвестная конечная связь, показывающая расчетный конец строительства здания до окончания строительства комплекса.

Далее рассмотрим систему (6), состоящую из 4-х уравнений, в которую входят неизвестные ресурсные связи – r_i .

$$\begin{aligned} T &= b_1 + \alpha_1 C_{11} + r_1 + \alpha_1 C_{12} + f_{12} + \alpha_2 C_{22} + f_{22} + \\ &\quad + \alpha_3 C_{32} + f_{32} + \alpha_4 C_{42} + h_2 \\ T &= b_1 + \alpha_1 C_{11} + f_{11} + \alpha_2 C_{21} + r_2 + \alpha_2 C_{22} + f_{22} + \\ &\quad + \alpha_3 C_{32} + f_{32} + \alpha_4 C_{42} + h_2 \\ T &= b_1 + \alpha_1 C_{11} + f_{11} + \alpha_2 C_{21} + f_{21} + \alpha_3 C_{31} + r_3 + \\ &\quad + \alpha_3 C_{32} + f_{32} + \alpha_4 C_{42} + h_2 \\ T &= b_1 + \alpha_1 C_{11} + f_{11} + \alpha_2 C_{21} + f_{21} + \alpha_3 C_{31} + f_{13} + \\ &\quad + \alpha_4 C_{41} + r_4 + \alpha_4 C_{42} + h_2 \end{aligned} \quad (6)$$

Заметим, что добавление каждого нового объекта в градостроительный комплекс увеличивает число уравнений на 4.

Последняя система уравнений (7) описывает ограничения, связанные с началами работ или с их концами.

$$\begin{aligned}
T - E_{21} &= \alpha_2 C_{21} + f_{21} + \alpha_3 C_{31} + f_{31} + \alpha_4 C_{41} + h_1 + w_{11} \\
T - L_{31} &= f_{31} + \alpha_4 C_{41} + h_1 - w_{12} \\
T - L_{32} &= f_{22} + \alpha_3 C_{32} + f_{32} + \alpha_4 C_{42} + h_2 - w_{13} \\
T - E_{32} &= \alpha_3 C_{32} + f_{32} + \alpha_4 C_{42} + h_2 + w_{14}
\end{aligned} \tag{7}$$

Первое уравнение системы (7) показывает ограничение на начало подземных работ на 1-м здании. Второе уравнение показывает ограничение на окончание надземных работ на 1-м здании. Третье уравнение показывает ограничение на конец подземных работ на 2-м здании. Четвертое уравнение показывает ограничение на начало надземных работ на 2-м здании.

В итоге организационно-технологическая схема комплексной застройки 2-х жилых зданий, показанная на рисунке 1, описывается 20 линейными уравнениями. Для их решения методом линейного программирования необходимо сформировать целевую функцию. В работе [15] обоснована целевая функция, которая определяет максимизацию продолжительностей всех работ. Косвенный эффект от применения данной функции заключается в минимизации перерывов между работами. Для описанного нами градостроительного комплекса целевая функция будет иметь следующий вид:

$$\begin{aligned}
Z &= \alpha_1 (C_{11} + C_{12}) + \alpha_2 (C_{21} + C_{22}) + \alpha_3 (C_{31} + C_{32}) + \\
&+ \alpha_4 (C_{41} + C_{42}) \Rightarrow \max
\end{aligned} \tag{8}$$

Решение представленной задачи может быть осуществлено с помощью формального применения классических алгоритмов решения задачи линейного программирования [16]. Одним из примеров такой адаптации служит решение задачи, связанное с обоснованием директивной продолжительности строительства уникальных объектов [17].

В качестве результата адаптации классического алгоритма решения задачи линейного программирования к методике планирования застройки территории градостроительными комплексами покажем специфические особенности представленного сочетания.

Полученные результаты

Классический алгоритм решения задачи линейного программирования, изложенный в монографии [16], включает два этапа. На первом этапе вводятся так называемые искусственные переменные и искусственная целевая функция. Задачей этого этапа является получение допустимого базисного решения. На втором этапе проводится оптимизация переменных, входящих в целевую функцию.

На практике получение допустимого базисного расписания работ не всегда возможно по причине введения несовместной системы ограничений. Одним из признаков несовместности системы ограничений является наличие отрицательных значений базисных переменных. В нашем случае все введенные нами переменные имеют вполне определенное содержательное значение, и тогда отрицательное значение базисной переменной укажет на наличие отрицательного резерва времени той или иной связи. Например, отрицательное значение ресурсной связи $-r_3$ покажет, что этап надземных работ на втором здании должен начаться раньше, чем освободиться соответствующий ресурс на первом здании. Варьируя соответствующими ограничениями можно добиться ликвидации отрицательного резерва времени. Именно в этом и заключается интерактивное формирование графика поточной застройки градостроительного комплекса. Другой формой интерактивного формирования графика застройки может быть разделение общего ресурса между обоими зданиями на период действия отрицательного резерва времени. Если рассмотреть возможное возникновение отрицательного резерва начальной связи $-b_1$, то этот отрицательный резерв покажет, что для выполнения всех остальных работ в рамках указанных ограничений необходимо раньше начать общее строительство градостроительного комплекса.

Рассмотрим другой возможный результат. Если априори приравнять все ресурсные коэффициенты конкретным численным значениям, то это будет значить, что задача решается при детерминированных продолжительностях работ. Однако даже для одной и той же топологии работ, включающей их одинаковые продолжительности, возможен расчет разных расписаний. Например, можно

потребуется, чтобы продолжительности ресурсных связей были нулевыми и тогда результат будет соответствовать методу непрерывного использования ресурсов [18]. В другом варианте можно потребовать, чтобы продолжительности технологических связей были нулевыми и тогда результат будет соответствовать методу непрерывного освоения фронтов работ [18]. Располагая соответствующие переменные в конце симплекс-таблицы можно, при прочих равных условиях, реализовать указанные методы поточной организации работ. Таким образом, предлагаемый нами подход может достаточно успешно дополнить множество оптимизационных методов расчета строительных расписаний, изложенных в монографии [19]. Вместе с этим расчет по предлагаемому методу может быть дополнен статистическим моделированием рисков несвоевременного выполнения работ [20] и определением пессимистических продолжительностей, используемых в методе PERT [21].

Покажем один из возможных результатов на примере расчета календарного плана, содержащего расписание комплексной застройки территории 2-мя жилыми зданиями. Характеристики зданий взяты из норм продолжительности строительства [9] и представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты формирования расписаний работ градостроительного комплекса

№ (мет)	Пл., м ²	Т, мес.	подготовка			подземные работы			надземные работы			внутренние работы		
			нач.	прод.	кон.	нач.	прод.	кон.	нач.	прод.	кон.	нач.	прод.	кон.
1(НОФ)	3500	8	0	1	1	1	1	2	2	5	7	7	1	8
2(НОФ)	11000	11	5	1	6	6	1	7	7	7	14	14	2	16
1(НИР)	3500	8	0	1	1	1	1	2	2	5	7	7	1	8
2(НИР)	11000	11	1	1	2	2	1	3	7	7	14	14	2	16

В табл. 1 показаны 2 расписания работ комплексной застройки 2-х монолитных 10-ти этажных зданий площадью 3500 м²

и 11 000 м² соответственно. Первое расписание сформировано с учетом нулевых продолжительностей технологических связей, и оно полностью удовлетворяет как нормативным продолжительностям по каждому зданию, так и ограничению на общую продолжительность строительства комплекса, принятую 16 месяцев. Второе расписание должно было обеспечить нулевые продолжительности ресурсных связей, но, как видно из таблицы 1 этого достичь не удалось. Также не удалось обеспечить нормативную продолжительность строительства 2-го здания, на что при расчете указало отрицательное значение свободной переменной $w_{10} = -5$ месяцев. Таким образом, согласно представленному примеру интерактивного формирования графика поточной застройки градостроительного комплекса, в качестве допустимого решения должно быть выбрано первое расписание, основанное на требовании непрерывного освоения фронтов работ.

Вывод

Метод неопределенных ресурсных коэффициентов, представленный в виде интерактивного формирования графика поточной застройки градостроительного комплекса, позволяет осуществлять календарное планирование на основе описания объекта проектирования системой линейных неравенств и линейной целевой функции, позволяющих проводить оптимизацию и интерактивное варьирование основными параметрами расписания работ.

Литература

1. Рекомендации по планированию и организации жилищно-гражданского строительства при застройке городов градостроительными комплексами. М.: Стройиздат, 1988. – 125 с.
2. Болотин С. А. Формирование календарного плана производства работ при комплексной застройке кварталов / Болотин С. А., Александрова В. Ф. // На стройках России, 1984, №4. С. 9–11.
3. Болотин С. А. Автоматизированное проектирование подготовки строительства. Учебное пособие. Старый Оскол, «ТНТ», 2019. 86 с.

4. Болотин С. А. Методика визуализации календарного планирования в программе Autodesk Revit 2018 / Болотин С. А., Биче-оол Х. В., Дадар А. Х. // Вестник гражданских инженеров, 2019, № 6 (77). С. 179–185.
5. Project Management Institute PMI. PMBOK (4th Edition). Standart of Project Management. Project Management Institute, Inc. <http://rutracker.org/forum/viewtopic.php?t=2831128>
6. Олейникова С. А. Критический анализ метода *PERT* решения задачи управления проектами со случайной длительностью выполнения работ. Системы управления и информационные технологии, том 51, №1, 2013. С. 20–24.
7. Куперштейн В. И. Microsoft Project 2010 в управлении проектами. М.: ООО «ЛитРес», 2010. 506 с.
8. Болотин С. А. Календарное планирование СМР методом неопределенных ресурсных коэффициентов // Известия вузов. Строительство и архитектура, 1989, № 9. С. 75–80.
8. СНиП 1.04.03-85. Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации: [сайт]. – АО «Кодекс», 2020. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200000622>. – Загл. с экрана.
9. НЦС 81-02-2014 Государственные сметные нормативы. Крупные нормативы цены строительства [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации: [сайт]. – АО «Кодекс», 2020. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200113876>. – Загл. с экрана.
10. Болотин С. А. Методика детализации «новых» норм продолжительности строительства на основе статистики СНиП 1.04.03-85 / Болотин С. А., Дадар А. Х., Оолакай З. Х., Чебокинова Г. С. // Изв. вуз. Строительство, № 5, 2013. С. 41–47.
11. Harris R.B., Scheduling Project with Repeating Activities, Journal of Construction Engineering and Management, Harris R.B., Ioannou P.G., ASCE, 1998, Vol. 124, No. 4, 269–278.
12. Hejducki Z. Stream methods of construction work organization: an introduction to the problem Hejducki Z., Mrozowicz J., Engineering Construction and Architecture Management, 2001, 8/2, 80–89.
13. Yamada T., Solving the Csum Permutation Flowshop Scheduling Problem by Genetic Local Search, ICEC98 (International Conference on Evolutionary Computation), 230–234.
14. Болотин С. А., Рунковский О. Н. Максимизация продолжительностей работ всех исполнителей в расписаниях СМР / Болотин С. А., Рунковский О. Н. // Известия вузов. Строительство и архитектура, 1990, № 11. С. 66–70.
15. Банди Б. Основы линейного программирования. М.: Пер. с англ. Радио и связь, 1989. 176 с.: ил.

16. Болотин С. А. К вопросу обоснования директивной продолжительности строительства уникальных объектов / Болотин С. А., Гуриева М. А., Чаккиев И. М. // Вестник гражданских инженеров, 2014, № 1 (42). С. 61–66.

17. Афанасьев В. А. Поточная организация строительства. Л.: Стройиздат, 1990. 303 с.

18. Hejducki Z., Rogalska M., Time coupling methods: construction scheduling and time/cost optimization, Hejducki Z., Rogalska M., Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2011, s. 100.

19. Bolotin S., Time Management in Drafting Probability Schedules for Construction Work / Bolotin S., Birjukov A.// World Applied Sciences Journal 23 (Problems of Architecture and Construction): 01–04, 2013.

20. Bolotin S., Construction work task duration: Pessimistic scenarios based on PERT method, Bolotin S., Dadar A., Ptušina I. Advanced Materials Research Vols. 945–949 (2014) pp 3026–3031.

УДК 624.15

Леонид Михайлович Колчеданцев,
д-р техн. наук, профессор
Александр Данилович Дроздов,
канд. техн. наук, доцент
Мария Анатольевна Цыганкова,
аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: kolle@lan.spbgasu.ru,
drosdov@list.ru,
maria.grey@mail.ru

Leonid Mikhailovich Kolchedantsev,
Dr of Tech. Sci., Professor
Alexander Danilovich Drosdov,
PhD of Tech. Sci., Associate Professor
Maria Anatolievna Tsygankova,
postgraduate student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: kolle@lan.spbgasu.ru,
drosdov@list.ru,
maria.grey@mail.ru

**ЭКСПЕРТНАЯ ОЦЕНКА
НОВОГО СПОСОБА УСТРОЙСТВА
ПОДОБОЛОЧЕЧНОГО МАССИВА
ФУНДАМЕНТОВ С КРИВОЛИНЕЙНОЙ
ФОРМОЙ КОНТАКТНОЙ ПОВЕРХНОСТИ**

**EXPERT EVALUATION
OF A NEW METHOD FOR CONSTRUCTING
A SUBSHELL ARRAY OF FOUNDATIONS WITH
A CURVED CONTACT SURFACE SHAPE**

В статье рассмотрены известные способы устройства фундаментов с криволинейной формой контактной поверхности. На основе анализа известных конструкций фундаментов выделены основные технологические сложности устройства подболочечного массива из естественного грунта и минеральных составов. Авторами статьи предложен новый способ устройства подболочечного массива из грунтоцементных блоков, дано описание конструктивно-технологических решений. Путем экспертного опроса произведена оценка нового способа устройства подболочечного массива для фундаментов с криволинейной формой контактной поверхности, с выявлением согласованности мнений экспертов при помощи коэффициента конкордации Кендала. На основании согласованных мнений экспертов сделан вывод об эффективности применения грунтоцементных блоков в качестве подболочечного массива при устройстве фундаментов с криволинейной формой контактной поверхности.

Ключевые слова: фундамент с криволинейной формой контактной поверхности, технология строительства фундаментов, подбололочечный массив, оптимизация строительства фундаментов, метод экспертных оценок, грунтоцементный блок.

The article discusses the known methods of construction of foundations with a curved shape of the contact surface. Based on the analysis of known foundation structures, the main technological difficulties of constructing a subshell array from natural soil and mineral compositions are identified. The authors of the article propose a new method for constructing a subshell array of soil-cement blocks, and describe structural and technological solutions. By means of an expert survey, a new method of constructing a subshell array for foundations with a curved contact surface shape was evaluated, with the identification of the consistency of experts' opinions using the Kendal concordance coefficient. Based on the agreed opinions of experts, a conclusion is made about the effectiveness of using soil-cement blocks as a subshell array in the construction of foundations with a curved shape of the contact surface.

Keywords: the Foundation of the curved shape of the contact surface, foundation construction technology, subshell array, optimization of foundation construction, the method of expert evaluations, soil-cement block

Развитие строительной отрасли, как одной из системообразующих отраслей развития экономики страны, продолжает являться актуальной задачей. Совершенствуются технологии, применяются современные материалы, разрабатываются новые конструкции, в том числе и в области строительства фундаментов зданий и сооружений. Одной из перспективных технологий строительства фундаментов на сегодняшний день является устройство фундаментов с криволинейной формой контактной поверхности выпуклой по отношению к грунту.

Конструктивные особенности фундаментов с криволинейной формой контактной поверхности описаны многими авторами научных работ, в том числе Пронозиным Я. А. [1], Порошиным О. С. [2], Мельниковым Р. В. [3], Рачковым Д. В. [4], Степановым М. А., Епифанцевой Л. Р. и др. Классификация фундаментов с криволинейной формой контактной поверхности, применяемых в Тюменской области, представлена в [5].

Наибольшее распространение конструкций фундаментов такого вида получили:

1) ЛТОФ – ленточно-тонкостенный оболочечный фундамент, характерной чертой которого является устройство выпуклой по отношению к грунту железобетонной оболочки, устраиваемой по естественному или искусственному основанию с криволинейной формой контактной поверхности, расположенному в пролетной части фундамента; при этом нагрузка от вышележащих конструкций передается на железобетонные опорные контуры, расположенные по несущим осям, а железобетонная оболочка, защемленная в опорные контуры вдоль образующих, воспринимает растягивающие усилия; при осадке опорных контуров под нагрузкой железобетонная оболочка растягивается и, соответственно, обжимает естественное или искусственное основание, находящееся под ней, тем самым вовлекая его в работу и снижая глубину сжимаемой толщи и общую осадку [6];

2) ЛМФ – ленточно-мембранный фундамент, характерной чертой которого является устройство высокопрочной мембраны из композиционного материала с фиброй, укладываемой по естественному или искусственному основанию с криволинейной формой контактной поверхности, расположенному в пролетной части фундамента; при этом нагрузка от вышерасположенных конструкций передается на железобетонные опорные контуры, расположенные по несущим осям, а мембрана, защемленная в опорные контуры вдоль образующих, воспринимает растягивающие усилия; при осадке опорных контуров под нагрузкой мембрана обжимает естественное или искусственное основание, находящееся под ней, тем самым вовлекая его в работу и снижая глубину сжимаемой толщи и общую осадку [7];

3) свайно-оболочечный фундамент, характерной чертой которого является устройство выпуклой по отношению к грунту железобетонной оболочки, устраиваемой по искусственному основанию с криволинейной формой контактной поверхности, расположенному в пролетной части фундамента; при этом нагрузка от вышерасположенных конструкций передается на железобетонные ростверки, расположенные по свайным рядам вдоль несущих осей здания,

а железобетонная оболочка, защемленная в ростверки вдоль образующих, воспринимает растягивающие усилия и обжимает искусственное основание, находящееся под ней, тем самым вовлекая его в работу и снижая глубину сжимаемой толщи и общую осадку; по мере нагружения фундамента искусственное основание подлечит дополнительной опрессовке водоцементным раствором [8];

4) бинарный фундамент, характерной чертой которого является устройство выпуклой по отношению к грунту железобетонной оболочки, устраиваемой по естественному или искусственному основанию с криволинейной формой контактной поверхности, расположенному в пролетной части фундамента; при этом нагрузка от вышерасположенных конструкций передается на железобетонные опорные контуры, расположенные по несущим осям, а по железобетонной оболочке, выполненной по основанию с криволинейной формой контактной поверхности в пролетной части, имеющей шарнирное сопряжение с опорным контуром, устраивается высокопрочная мембрана из композиционного материала с фиброй (или высокопрочные ленты), которая защемлена в опорные контуры вдоль образующих; мембрана (или высокопрочные ленты), при осадке опорных контуров воспринимает растягивающие усилия и обжимает оболочку, которая в свою очередь обжимает естественное или искусственное основание, находящееся под ней, тем самым вовлекая его в работу и снижая глубину сжимаемой толщи и общую осадку [9];

5) осесимметричный фундамент, характерной чертой которого является устройство выпуклой по отношению к грунту железобетонной оболочки, устраиваемой по естественному или искусственному основанию с криволинейной формой контактной поверхности, расположенному в пролетной части фундамента; при этом нагрузка от вышерасположенных конструкций передается на железобетонные опорные контуры, расположенные по несущим осям, а по железобетонной оболочке, имеющей шарнирное сопряжение с опорным контуром, устраиваются несущие радиальные и кольцевые ленты, которые прикрепляются к каркасам в опорных контурах; высокопрочные ленты, воспринимая растягивающие усилия, обжимают оболочку и, соответственно, естественное или искусственное основание, находящееся под ней, тем самым

вовлекая его в работу и снижая глубину сжимаемой толщи и общую осадку [10].

Как показал анализ конструкций данного типа, основные сложности при производстве работ связаны с устройством криволинейной формы контактной поверхности, расположенной в пролетной части фундамента, выполненной из грунта естественного сложения или из искусственного материала, как правило, щебня. Работы по формированию заданных проектом геометрических параметров подоболочечного массива (рис. 1) осложняются большим количеством негативных факторов: повышен объем ручных работ, повышена трудоемкость производства работ по формированию проектной кривизны и геометрической форме, осложнено производство работ при воздействии неблагоприятных метеорологических условий, что непосредственно сказывается на сроках и качестве выполнения работ. Так же недостатком известных технологий являются: не достаточное использование прочностных характеристик подоболочечного массива фундамента; неравномерное, неконтролируемое включение в работу железобетонной оболочки фундамента, за счет чего происходит неравномерная осадка фундамента; потеря качества наружной поверхности подоболочечного массива, контактирующего с оболочкой (или мембраной). Факторы, влияющие на сроки и качество устройства фундаментов описаны в [11].

С целью минимизирования негативных факторов, влияющих на сроки и качество устройства фундаментов с криволинейной формой контактной поверхности, авторами статьи был предложен новый способ устройства фундаментов, конструкция которого описана в патенте [12]. Новая конструкция фундамента принципиально отличается от известных конструкций видом материала подоболочечного массива, который предлагается выполнять из грунтоцементных блоков вне построечного изготовления (рис. 2). Так же, согласно новой разработке, конструкции фундамента дополнительно оснащена демпфирующей прокладкой, расположенной под железобетонными опорными контурами. Новая конструкция позволяет снижать трудоемкость выполнения земляных работ, повышать несущую способность, контролировать и снижать осадки фундамента с криволинейной формой контактной поверхности.

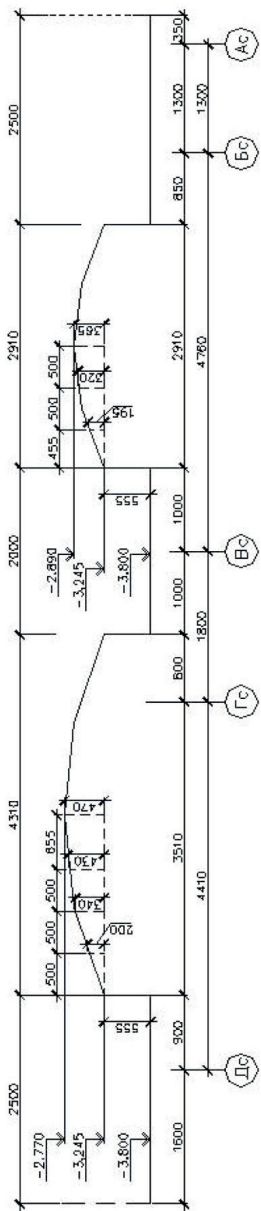


Рис. 1. Пример проектирования криволинейной формы контактной поверхности

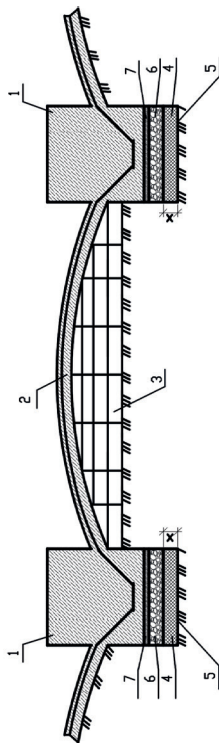


Рис. 2. Новая конструкция фундамента с криволинейной формой контактной поверхности, где 1 – опорные железобетонные контуры; 2 – железобетонная оболочка; 3 – подололочечный массив из грунтоцементных блоков; 4 – демфирующая прокладка из пенополистирола; 5 – естественное грунтовое основание; 6 – щебеночная подготовка; 7 – бетонная подготовка из тощего бетона

Краткая технология устройства новой конструкции фундамента заключается в производстве следующих технологических операций: производится механизированная разработка грунта по всей площади котлована до нижней отметки укладки грунтоцементных блоков с учетом технологического уширения дна котлована; производится механизированная разработка траншей под опорные контуры фундамента вдоль несущих осей здания; из сборных грунтоцементных блоков формируется подбололочечный массив; по основанию траншей под опорные контуры производят укладку демпфирующей прокладки из сильно сжимаемого материала (пенополистирол) толщиной «х»; выполняется щебеночная подготовка из щебня фракции 20–40 толщиной 150 мм под ленточные части фундамента с уплотнением вибротрамбовкой; выполняется подготовка из тощего бетона класса В 7,5; выполняется установка опалубки; в ленточные и оболочечные части фундамента устанавливаются в проектное положение арматурные сетки и каркасы; производится последовательное непрерывное бетонирование опорных контуров и оболочечной части фундамента; осуществляется уход за бетоном и последующая распалубка.

Цель настоящего исследования – оценить новый способ устройства подбололочечного массива для фундаментов с криволинейной формой контактной поверхности, путем экспертного опроса, с выявлением согласованности мнений экспертов при помощи коэффициента конкордации Кендала.

В роли экспертов выступали кандидаты технических наук, непосредственно принимавшие участие в проектом сопровождении строительства зданий с фундаментами, возведенными по известным технологиям, а так же производители работ, принимавшие участие в строительстве данных типов фундаментов на объектах в ЖК «Акварель», ЖК «Соседи», ЖК «Апрель», ЖК «Ямальский-2» [13, 14], расположенных в г. Тюмени.

Задача экспертов оценить технологичность известных и нового способа устройства подбололочечного массива для фундаментов с криволинейной формой контактной поверхности и расставить приоритеты их использования путем ранжирования. Применение метода ранжирования обусловлено тем, что в непосредственной

оценке предпочтительности экспертов и сравнения насколько один способ предпочтительнее другого нет необходимости [15]; путем ранжирования определяется лишь, какой способ более предпочтителен относительно другого. Эксперт располагает способы в том порядке, который является для него наиболее приоритетным, назначая каждому способу ранг, при этом ранг 1 – наиболее предпочтительный способ, ранг 3 – наименее предпочтительный способ [15]. Ранги обозначаются цифрами от 1 до n , где n – количество рангов (способов устройства подбололочечного массива).

Всего в исследовании рассматривается три способа устройства подбололочечного массива:

А) первый способ устройства подбололочечного массива из естественного грунта с ненарушением его структуры путем формирования грунтовых целиков заданной проектной кривизны и геометрических размеров;

Б) второй способ устройства подбололочечного массива из минерального материала путем формирования щебеночных целиков заданной проектной кривизны и геометрических размеров;

В) третий способ устройства подбололочечного массива из грунто-цементных блоков путем монтажа готовых блоков заданной проектной кривизны и геометрических размеров при помощи крана.

Перед экспертами стояла задача расставить приоритеты использования трех вышеперечисленных способов путем ранжирования, отвечая на четыре вопроса:

1. Какие способы устройства подбололочечного массива являются менее трудоемкими при производстве работ?

2. Какой способ устройства подбололочечного массива дает более высокое качество поверхности?

3. При каком способе устройства подбололочечного массива меньше подготовительных работ?

4. При каком способе устройства подбололочечного массива выше технологичность конструкции фундамента с криволинейной поверхностью?

По каждому вопросу была проведена обработка результатов исследования при помощи метода экспертных оценок [15]. Экспертное оценивание – статистический метод оценки мнений экспертов

с целью последующего принятия решения или формулировки выводов относительно какой-либо проблемы [15]. Данный статистический метод позволяет дать оценку выбора способа устройства подбололочного массива в виде обобщенного мнения экспертов. Эксперты располагают способы устройства подбололочного массива по приоритету, на основе интуитивно-логического анализа [15]. Результаты опросов по четырем вопросам занесены в табл. 1.

Объективная оценка предпочтительности способа устройства подбололочного массива дана в том случае, если мнения экспертов согласованы, т. е. близки по смыслу. Степень согласованности экспертов оценивается по величине коэффициента конкордации Кендала (W) [15]:

$$W = \frac{12 \cdot S}{m^2 (n^3 - n)}$$

где m – число экспертов, n – количество рангов, S – сумма квадратов отклонений сумм рангов, полученных каждым материалом (n), от средней суммы рангов.

Оценка согласованности мнений экспертов приведена в табл. 2.

Средний коэффициент конкордации Кендала $W = 0,7 > 0,5$ свидетельствует о достаточной согласованности мнений экспертов и достоверности расположения способов устройства подбололочного массива в порядке их предпочтительности для экспертов.

На основе мнений экспертов, анализируя таблицу 1, можно сделать следующие выводы о новом способе устройства подбололочного массива фундаментов с криволинейной формой контактной поверхности:

1) использование грунто-цементных блоков в качестве подбололочного массива при устройстве фундаментов с криволинейной формой контактной поверхности является менее трудоемким при производстве работ, что обусловлено применением средств механизации при укладке готовых грунто-цементных блоков, обеспечивающих возможность выполнения работ при воздействии неблагоприятных погодных условий, в том числе атмосферных осадков;

Таблица 1

Результаты опроса экспертов по оценке выбора способа устройства подбололочного массива

Эксперты (m)	Вопросы экспертам по оценке выбора способа устройства подбололочного массива															
	Вопрос №1		Вопрос №2			Вопрос №3			Вопрос №4							
	A	B	A	B	V	A	B	V	A	B	A	B	V			
1	2	3	1	2	3	1	1	2	3	3	2	1	1			
2	2	3	1	2	3	1	2	1	3	3	2	1	1			
3	3	2	1	3	2	1	3	1	2	2	3	1	1			
4	2	3	1	3	2	1	1	2	3	2	3	1	1			
5	1	3	2	2	3	1	1	2	3	3	2	1	1			
6	2	3	1	2	3	1	2	1	3	3	2	1	1			
7	2	3	1	3	2	1	1	2	3	3	2	1	1			
Сумма рангов, полученных каждым материалом ($\sum x_i$)	14	19	9	18	17	7	11	11	20	18	15	9	9			
Отклонение от средней суммы рангов $(X-\bar{X})$	0	5	-5	4	3	-7	-3	-3	6	4	1	-5	-5			
Квадраты отклонений сумм рангов $(X-\bar{X})^2$	0	25	25	16	9	49	9	9	36	16	1	25	25			

Оценка степени согласованности экспертов

№ вопроса	Коэффициент конкордации Кендала	Результат	Вывод
1	$W = 0,73$	$W = 0,73 > 0,5$	Хорошая согласованность мнений экспертов
2	$W = 0,75$	$W = 0,75 > 0,5$	Хорошая согласованность мнений экспертов
3	$W = 0,55$	$W = 0,55 > 0,5$	Допустимая согласованность мнений экспертов
4	$W = 0,63$	$W = 0,79 > 0,5$	Хорошая согласованность мнений экспертов

2) более высокое качество поверхности подбололочного массива обеспечивается применением грунто-цементных блоков, что так же обусловлено повышенной готовностью блоков, выполненных по заданным размерам и параметрам во внеплощадочных условиях;

3) экспертами отмечается большее количество подготовительных работ при устройстве подбололочного массива из грунто-цементных блоков, что вероятно оценено экспертами, как производство операций по изготовлению самих блоков, но данный процесс происходит вне строительной площадки и выполняется заблаговременно на этапе подготовительных работ;

4) экспертами высоко оценивается общая технологичность конструкции фундамента, выполненного из грунто-цементных блоков, которые позволяют повышать расчетное сопротивление подбололочного массива за счет применения материала, имеющего прочность на сжатие больше прочности на сжатие грунтового основания, что так же приводит к снижению конечной величины осадки фундамента.

Литература

1. Пронозин Я. А. Взаимодействие ленточно-оболочечных фундаментов с сильносжимаемым грунтовым основанием: дис. ... д-р. техн. наук: 05.23.02. – М., 2016. 368 с.
2. Пронозин, Я.А. Цилиндрические фундаменты-оболочки / Я.А. Пронозин. М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2010. 168 С.
3. Порошин О. С. Взаимодействие цилиндрических бинарных фундаментов-оболочек с глинистым основанием: автореф. дисс. ... канд. техн. наук: / Порошин Олег Сергеевич. Тюмень, 2011. 21 С.
4. Мельников Р. В. Взаимодействие осесимметричных фундаментов-оболочек с неметаллическим армированием с основанием сложенным пылевато-глинистыми грунтами: автореф. дисс. ... канд. техн. наук: / Мельников Роман Викторович. Тюмень, 2011. 22 с.
5. Рачков Д. В. Взаимодействие системы «основание-фундамент» при криволинейной форме контактной поверхности: дис. ...канд. техн. наук: 05.23.02 / Рачков Дмитрий Владимирович. – Тюмень, 2018. 164 С.
6. Цыганкова М. А. Классификация оболочечных фундаментов, применяемых в г. Тюмени и Тюменской области // В сборнике: Архитектура – строительство – транспорт Материалы 74-й научной конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов университета, в 2-х частях. 2018. С. 65–71.
7. Пат. 2223368 С2 Российская Федерация, МПК E02D27/01. Фундамент / Малышкин А. П., Пронозин Я. А.; заявитель и патентообладатель Тюменская Государственная Архитектурно-строительная академия. № 2001122571/03; заявл. 09.08.2001; опубл. 10.02.2004.
8. Пат. 2491386 С2 Российская Федерация, МПК E02D27/01. Фундамент / Пронозин Я. А., Порошин О. С., Епифанцева Л. Р., Наумкина Ю. В., Степанов М. А.; заявитель и патентообладатель Тюменский государственный архитектурно-строительный университет (ФГБОУ ВПО «ТюмГАСУ»). № 2012107033/03; заявл. 27.02.2012; опубл. 27.08.2013 Бюл. № 24.
9. Пат. 2616633 Российская Федерация, МПК E02D 27/12. Способ возведения плитно-свайного фундамента / Пронозин Я. А., Степанов М. А., Волосюк Д. В., Аббасов П. Ш.; патентообладатель ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет». № 2016104145; заявл. 09.02.2016; опубл. 18.04.2017, Бюл. № 11.
10. Пат. 2393297 С1 Российская Федерация, МПК E02D27/01. Фундамент / Пронозин Я. А., Порошин О. С., Мельников Р. В.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «ТюмГАСУ». № 2009116522/03; заявл. 29.04.2009; опубл. 27.06.2010, Бюл. № 18.
11. Пат. 2223368 С2 Российская Федерация, МПК E02D27/01. Фундамент / Малышкин А. П., Пронозин Я. А.; заявитель и патентообладатель Тюменская

Государственная Архитектурно-строительная академия. № 2001122571/03; заявл. 09.08.2001; опубл. 10.02.2004.

12. Цыганкова М. А. Факторы, влияющие на сроки и качество устройства ленточно-оболочечных фундаментов // В сборнике: Актуальные проблемы строительства материалы 71-й Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых в 3-х ч. Сер. «Актуальные проблемы современного строительства» отв. ред. Е. Н. Волошина. 2018. С. 188–194.

13. Пат. 2689957 Российская Федерация, МПК E02D 27/01. Ленточно-оболочечный фундамент мелкого заложения / Колчеданцев Л. М., Пронозин Я. А., Дроздов А. Д., Цыганкова М. А.; патентообладатель ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет». № 2018131864; заявл. 04.09.2018; опубл. 29.05.2019, Бюл. № 16.

14. Пронозин Я. А. Опыт устройства фундаментов зданий повышенной этажности в условиях юга Тюменской области / Пронозин Я. А., Степанов М. А., Волосюк Д. В., Шуваев А. Н., Рыбак Г. И. // Вестник МГСУ. 2018. Т. 13. Вып. 3 (114). С. 282–292. DOI: 10.22227/1997–0935.2018.3.282-292.

15. Пронозин Я. А. Фундаменты-оболочки – опыт применения / Пронозин Я. А., Волосюк Д. В., Цыганкова М. А. // Строительный вестник Тюменской области. 2013. № 3. С. 58.

16. Данелян Т. Я. Формальные методы экспертных оценок // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО, 2015. № 1. С. 183–187.

УДК 692.522.2:33

Василий Тимофеевич Шаленный,
д-р техн. наук, профессор

Ольга Львовна Балакчина,
ассистент

Кирилл Алексеевич Леоненко,
аспирант

(Крымский федеральный университет
им. В. И. Вернадского)

E-mail: 79787436953@mail.ru,
leonenkoka@gmail.com,
v_shalennyj@mail.ru

Vasily Timofeevich Shalenny,
Dr of Tech. Sci., Professor

Olga L'vovna Balakchina,
Teaching Assistant

Kirill Alekseevich Leonenko,
postgraduate student

(V.I. Vernadsky Crimean
Federal University)

E-mail: 79787436953@mail.ru,
leonenkoka@gmail.com,
v_shalennyj@mail.ru

**ОЦЕНКА
СРАВНИТЕЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ И ВНЕДРЕНИЯ
СБОРНО-МОНОЛИТНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ
С ВКЛАДЫШАМИ, ЧАСТИЧНО
ЗАМЕНЯЮЩИМИ ЖЕЛЕЗОБЕТОН**

**ASSESSMENT
OF COMPARATIVE EFFICIENCY IMPROVEMENT
AND IMPLEMENTATION OF PREFABRICATED
MONOLITHIC OVERLAPS WITH LINERS
PARTIALLY REPLACING REINFORCED CONCRETE**

Авторами проведен анализ конструктивно-технологических систем устройства монолитных и сборно-монолитных перекрытий гражданских зданий. Показаны примеры и целесообразность использования всевозможных вкладышей из пластмассы и других лёгких материалов и изделий для замены части монолитного железобетона. Предложен оригинальный ресурсосберегающий способ устройства сборно-монолитного перекрытия. Для подтверждения эффективности использования предложенного способа устройства сборно-монолитного перекрытия, в вычислительном комплексе ЛИРА САПР были смоделирована работа двух плит перекрытия – предложенная железобетонная инновационная плита и железобетонная плита сплошного сечения. Проанализировав расчётные усилия, деформации и соответствующие им расходы арматуры и бетона, были получены

сравнительные показатели по предложенной инновационной плите и по типовой сплошной плите перекрытия.

Ключевые слова: ресурсосберегающие технологии, сборно-монолитное перекрытие, замена железобетона вкладышами, несъемная опалубка.

The authors analyzed the structural and technological systems of the monolithic and prefabricated monolithic floors of civil buildings. Examples and feasibility of using all kinds of inserts made of plastic and other light materials and products to replace part of monolithic reinforced concrete are shown. Invention proposes original resource-saving method of arrangement of prefabricated monolithic covering. To confirm the efficiency of using the proposed method of the precast-monolithic floor arrangement, the LIRA SAPR computational complex simulated the operation of two floor slabs – the proposed reinforced concrete innovative slab and a solid-section reinforced concrete slab. After analyzing the calculated forces, deformations and the corresponding costs of reinforcement and concrete, comparative indicators were obtained for the proposed innovative slab and for the typical solid slab of the slab.

Keywords: resource-saving technologies, prefabricated monolithic flooring, replacement of reinforced concrete with inserts, non-removable formwork.

В Российской Федерации на рубеже веков наметилась тенденция увеличения доли сборно-монолитных конструкций в общей структуре возводимых гражданских зданий, особенно, в малоэтажном жилищном строительстве. Эта же тенденция прослеживается и при проектировании железобетонных конструкций междуэтажных перекрытий подобных объектов. Обратили внимание и развивают данное направление специалисты из Санкт Петербурга [1, 2], Москвы [3, 4], Сибири [5] и других регионов России [6–8], стран ближнего [9] и дальнего зарубежья [10–12]. Имеются и опубликованные результаты анализа сравнительной экономической эффективности проектирования и применения известных и инновационных конструктивных систем гражданских зданий из монолитного, сборного и сборно-монолитного железобетона [13].

Но, как известно, существенное влияние на конечную себестоимость возведения объекта оказывает при этом его местоположение и связанная с этим логистика поступления и переработки материалов и конструкций, а также наличие в регионе и расстояние доставки других ресурсов (машины и оборудова-





ние, горюче-смазочные материалы, рабочая сила и пр.). С учетом такого предположения, применительно к Крыму, как части Южного федерального округа, нами предложено и реализовано на практике, применение усовершенствованной конструкции сборно-монолитного перекрытия с вкладышами из известняка-ракушечника [14]. По результатам проектирования и экспериментального возведения сборно-монолитного перекрытия с заполнением межбалочного пространства камнем ракушечником получено расчетное снижение себестоимости на 10 % относительно наиболее рациональной российской инновационной системы МАРКО [15] (табл. 1).

Развитием этих экспериментальных наработок стало проектирование двух новых конструкций инновационных сборно-монолитных перекрытий. Первое из них представляет собой усовершенствованное сборно-монолитное железобетонное перекрытие по базовой технологии VELOX [16, 17]. Инновационная плита перекрытия представляет собой в конструктивном плане несущую ребристую систему с взаимно – перпендикулярно расположенными ребрами одной высоты и сплошной тонкой горизонтальной плитой сверху. Такое перекрытие формируется с применением несъемной опалубки и приклеенных вкладышей из пенополистирола на ней. Второе перекрытие является монолитным с пластиковыми вкладышами оригинальной конструкции [18 – 20].

Оценка сравнительной эффективности предложенных инновационных перекрытий с вкладышами, проводилась путем компьютерного моделирования работы предложенных перекрытий и железобетонных плит сплошного сечения на двух объектах представителях.

Вычислительный эксперимент для перекрытия с вкладышами из пенополистирола был реализован на многоэтажном жилом здании в г. Севастополь (объект №1). Проектируемое жилое здание секционного типа, 9-ти этажное, с одним подъездом, каркасное с заполнением наружных стен пенобетонными блоками, с техническим подпольем и плоской неэксплуатируемой кровлей. Здание имеет сложную, близкую к прямоугольной, форму в плане с габаритами в осях 37,2×22,5 м (рис. 1), высотой 38,72 м.

**Экономический анализ рассмотренных вариантов возведения
междуэтажного перекрытия**

№ п/п	Наименование конструкции	Стоимость, руб./м ² перекрытия (с НДС 20%)	Линейчатая диаграмма
1	Монолитные перекрытия		
1.1	Безбалочное перекрытие	2 335,44	
1.2	Балочное перекрытие	2 832,56	
2	Сборные перекрытия		
2.1	Пустотные	2 734,73	
2.2	Рёбристые	3 568,98	
3	Сборно-монолитные перекрытия		
3.1	RECTOR Rectolight	3 100,00	
3.2	U Tong	2 295,95	
3.3	БЕТОБЛОК	2 105,22	
3.4	TERIVA	1 953,88	
3.5	СМП MARKO	1 936,38	
3.6	Заполнение ракушечником	1 757,94	

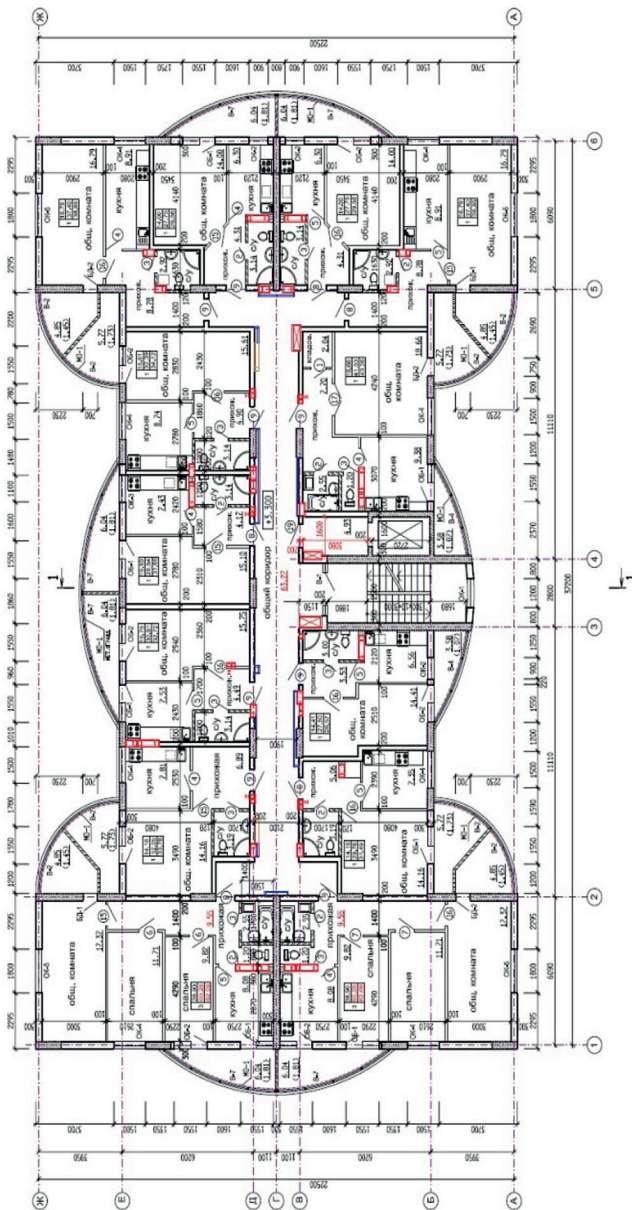


Рис. 1. План типового этажа проектируемого здания с вкладышами из пенополистирола в г. Севастополе

Для моделирования работы перекрытия с пластиковыми вкладышами оригинальной конструкции был взят объект № 2 расположенный в г. Краснодар [20], (рис. 2.). Объект представляет собой 8-ми этажное офисное здание прямоугольной в плане конфигурации, с габаритными размерами в осях 20×20 м и высотой 32 м. Высота этажа – 3,4 м.

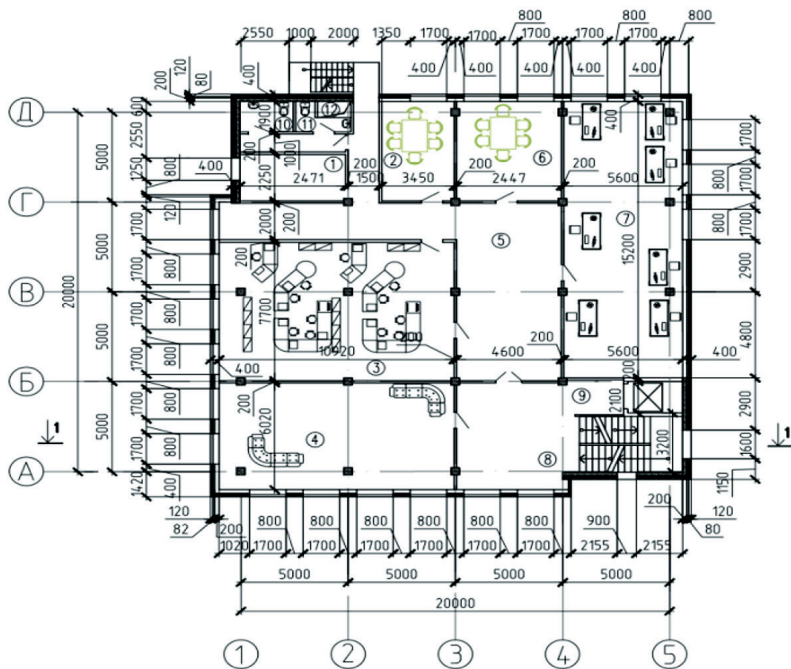


Рис. 2. План типового этажа проектируемого здания с пластиковыми вкладышами в г. Краснодар

Все четыре перекрытия проектировались на действие расчетных постоянных, длительных и кратковременных нагрузок, особых нагрузок, а также их сочетаний. Расчет проводился при помощи расчетного комплекса ЛИРА–САПР, использующего метод конечных элементов. Для чего были собраны постоян-

ные, временные и кратковременные нагрузки на 1 м^2 сплошных плит перекрытия, а также учтён собственный вес плиты. Причем нагрузки на 1 м^2 инновационных плит, принимались такие же, как и для сплошной базовой плиты перекрытия. Требуемое по результатам расчетов армирование по перечисленным вариантам моделирования плит и сводка затрат материалов, а также их стоимость сведены в табл. 2 и представлены в виде гистограмм (рис. 3–5).



Рис. 3. Гистограмма расхода бетона по рассматриваемым конструкциям перекрытий

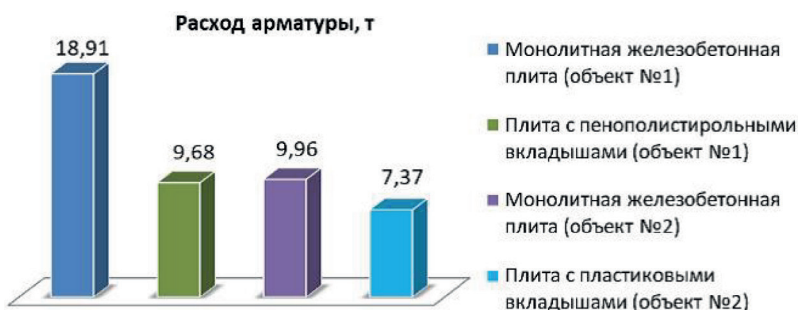


Рис. 4. Гистограмма расхода арматуры по рассматриваемым конструкциям перекрытий

Таблица 2

Сравнение расхода материалов и их стоимости по результатам моделирования работы рассмогренных конструкций перекрытия

Арматура А 500		Тонны	Стоимость тыс. руб.	Бетон В25, м³	Пенополи-стирол, тыс. руб.	Несъёмная опалубка, тыс. руб.	Пластмасса, руб.	Стоимость, тыс. руб.
Диаметр	2							
Сплошная монолитная железобетонная плита (объект №1)								
Нижнее армирование	Ø-10	0,73	30 295	169	-	-	-	845 000
	Ø-12	13,83	549 051					
Верхнее армирование	Ø-10	0,05	2 075					
	Ø-12	0,97	38 509					
	Ø-16	2,27	88 984					
Усиление	Ø-18	1,06	41 552					
Итого	-	18,91	750 466	169	-	-	-	845 000
Всего на перекрытие							1 595 466	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Иновационная плита с пенополистирольными вкладышами (объект №1)								
Верхняя сетка	Ø-8	3,19	131 855	89,7	36 180	285 258	–	448 500
Армирование каркасов	Ø-6	0,43	19 384					
	Ø-10	0,74	38 515					
	Ø-12	4,26	207 053					
Усиление	Ø-18	1,06	41 552					
Итого	–	9,68	438 359	89,7	36 180	285 258	–	448 500
Всего на перекрытие								
1 208 297								
Сплошная монолитная железобетонная плита (объект №2)								
Верхняя сетка	Ø-12	3,96	154 231,2	99,2	–	–	–	496 000
Нижняя сетка	Ø-12	3,96	154 231,2					
	Ø-22	2,04	79 624,44					
Итого	–	9,96	388 086,84	99,2	–	–	–	496 000
Всего на перекрытие								
884 090								

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Инновационная плита с пластиковыми вкладышами оригинальной конструкции (объект №2)								
Верхняя сетка	Ø-8	3,25	115178	76,9	-	-	123 405	384 500
Нижняя сетка	Ø-10	2,75	89235,36		-	-		
Усиление	Ø-18	1,37	52941,6		-	-		
Итого	-	7,37	257354,96	76,9	-	-	123 405	384 500
Всего на перекрытие							765 260	

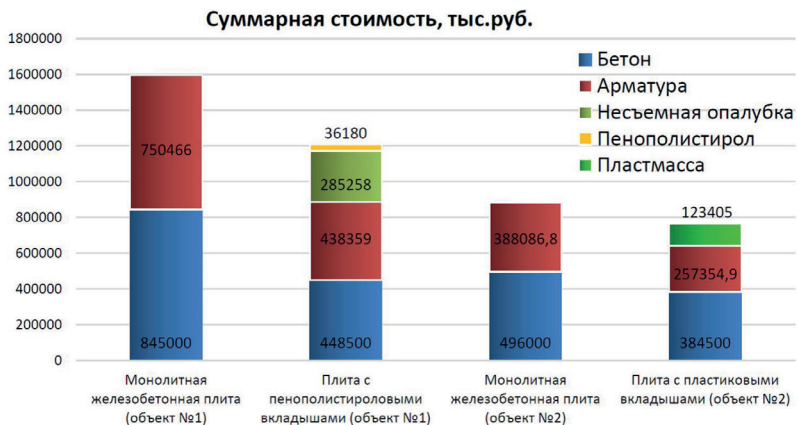


Рис. 5. Гистограмма суммарной стоимости материалов по рассматриваемым конструкциям перекрытий

Проанализировав полученные результаты по рассмотренным вариантам конструкций перекрытий можно сделать вывод, что инновационные перекрытия дают существенную экономию материальных ресурсов по сравнению с традиционными. Экономия материальных ресурсов для первого объекта составила: стали – на 26 % и бетонной смеси на 47 %, в стоимостном выражении экономия на материалах составляет 24,6 % на одно перекрытие. На втором объекте экономия материальных ресурсов скромнее. Но при оценке экономического эффекта для конструктивной системы с вкладышами из пенополистирола не учитывалось снижение стоимости последующих отделочных работ под и над перекрытиями.

За счет установки вкладышей в конструкции инновационных перекрытий получаем также снижение собственного веса и, как следствие, снижение затрат на устройство фундаментов и несущих элементов каркаса. Основным же эффектом от снижения собственного веса всего каркаса является уменьшение инерционных сейсмических нагрузок, что особенно актуально для Крымского региона. Но мало изученными при этом остаются еще и вопросы положительного изменения трудоемкости, эргономики и сроков возведения объектов с предложенными инновационными системами

сборно-монолитных междуэтажных и чердачных перекрытий. Что и предполагается исследовать и апробировать в нашей дальнейшей работе.

Литература

1. Ватин Н. И. Технология сборно-монолитных балочных железобетонных перекрытий с керамзитобетонными блоками / Ватин Н. И., Величкин В. З., Козинец Г. Л., Корсун В. И., Рыбаков В. А., Жувак О. В. // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2018. № 7(70). С. 43-59. DOI: 10.18720/CUBS.70.4.
2. Недвига Е. С. Системы сборно-монолитных перекрытий / Недвига Е. С., Виноградова Н. А. // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2016. № 4 (43). С. 87–102.
3. Afanasyev, G Replacement of floor structures in capital repair with the use of not extractable void formers /E3S Web of Conferences 97, 06045 (2019) and Serafima Selviyan Perfo/ URL: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199706045>.
4. Гайдуков П. В. Перспективы применения несъемной опалубки для устройства перекрытий малоэтажных зданий в стесненных условиях / Гайдуков П. В., Пугач Е. М. // Вестник Евразийской науки. 2020, № 1.
5. Коянкин А. А. Напряженно-деформированное состояние сборно-монолитного изогнутого элемента / Коянкин А. А., Митасов В. М. // Инженерно-строительный журнал, 2020, 97(5). № 9706. DOI: 10.18720/MCE.97.6.
6. Пушкарёв Б.А. Сборно-монолитные железобетонные конструкции, сферы применения и особенности расчёта Пушкарёв Б. А., Кореньков П. А. // Строительство и техногенная безопасность. 2013. № 46. С.30–35.
7. Пушкарев Б. А. Целесообразность выбора картонно-полиэтиленовых труб круглого сечения как неизвлекаемых пустотообразователей для монолитных железобетонных балочных плит перекрытий / Пушкарев Б. А., Буренина Н. Б. // Экономика строительства и природопользования.2020. №2. С 86–91.
8. Брюсов В. А. Междуэтажные перекрытия в каменных домах / Брюсов В. А., Панфилов А. В. // Строительные материалы, оборудование и технологии XXI века. 2018. №11–12 (238–239). С. 20–23.
9. Буцкая Е. Л. Обоснование оптимального вида пустотообразователя в монолитном плоском перекрытии / Буцкая Е.Л., Зезюков Д. М., Махинько Н. Н., Зинкевич О. Г. // Вестник Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры. 2019. №3. С.10–18.
10. Bubble Deck Technology Uses Less Concrete by Filing The Slab With Beach Balls <https://www.treehugger.com/green-architecture/bubble-deck-technology-uses-less-concrete-filing-slab-beach-balls.html>.
11. Sameer Ali. Analytical Study of Conventional Slab and Bubble Deck Slab under Various Support and Loading Conditions Using Ansysworkbench 14.0 /

Sameer Ali, Manoj Kumar //International Research Journal of Engineering and Technology. Volume: 04 Issue: 05. (2017). P.1467–1472.

12. Grutzeck M.W. Cellular concrete //Cellular Ceramics: Structure, Manufacturing, Properties and Applications. M. Scheffler and P. Colombo, Eds., John Wiley & Sons, Weinheim, Germany, 2005. P. 193–223.

13. Шмелев, Г. Д. Сравнительный анализ современных систем возведения зданий гражданского назначения / Шмелев Г. Д., Фоменко Н. А., Гаврилова В. Н. // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. 2018. № 3 (6). С. 9–19.

14. Шаленный В.Т. Усовершенствованная конструктивно-технологическая система перекрытий с пластмассовыми вкладышами, частично заменяющими монолитный железобетон / Шаленный В. Т., Смирнов А. А., Леоненко К. А. // Строительство и техногенная безопасность. 2019. № 16 (68). С. 45–54.

15. Шаленный В. Т. Возможности снижения себестоимости малоэтажного строительства в Крыму путём совершенствования частично-ребристых сборно-монолитных перекрытий / Шаленный В. Т., Леоненко К. А. // Экономика строительства и природопользования. 2019, № 3, С 125–130.

16. Пат. № 190006 U1, Российская Федерация, СПК Е04В 5/36 (2020.01), Е04G11/40 (2020.01). Сборно-монолитное железобетонное перекрытие / Шаленный В.Т., Акимов С. Ф., Леоненко К. А., Долгошапка И. М., Малахов В. Д. Заявка № 2019 141926. Заявл. 13.12.2019; опубл. 13.02.2020, Бюл. № 5.5 с. 17. Акимов С. Ф. Ресурсосберегающее развитие VELOX-технологии при строительстве и реконструкции сборно-монолитных перекрытий / Акимов С. Ф., Леоненко К. А., Малахов В. Д. и Шаленный В. Т. // FORM-2020. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 869 (2020) 072043 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/869/7/072043.

18. Пат. № 185868 U1, Российская Федерация, МПК Е04В5/02, МПК Е04В1/98 (2006.01). Конструкция монолитного перекрытия / Шаленный В. Т., Балакчина О.Л., Смирнов А.А. Заявка № 2017 147103. Заявл. 29.12.2017; опубл. 20.12.2018, Бюл. № 35.

19. Andronov A. V. Improving the manufacturability of the reinforced concrete structures production by using lightweight filling materials / Andronov A. V., Balakchina O. L., Leonenko K. A., Shalenny V. T. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Scientific Conference «Construction and Architecture: Theory and Practice of Innovative Development». Organisation and Technology of Construction Production. 2019. С. 055019. DOI <https://doi.org/10.1088/1757-899X/698/5/055019>.

20. Смирнов А. А. Разработка технологии бетонирования перекрытия с пластиковыми вкладышами оригинальных формы и расположения / Смирнов А. А., Балакчина О. Л. // Инновационное развитие строительства и архитектуры: взгляд в будущее. Сборник тезисов участников Международного студенческого строительного форума. 2018. Под общей редакцией Н. В. Цопы. ИТ «АРИАЛ». 2018. С. 127–130.

УДК 69.05:721.012

Людмила Анатольевна Опарина,
д-р техн. наук, доцент
Иван Сергеевич Карасев,
аспирант
(Ивановский государственный
политехнический университет)
E-mail: L.A.Oparina@gmail.com,
van_ok93@mail.ru

Lyudmila Anatolyevna Oparina,
Dr of Tech. Sci., Associate Professor
Ivan Sergeevich Karasev,
post graduate student
(Ivanovo State Polytechnical
University)
E-mail: L.A.Oparina@gmail.com,
van_ok93@mail.ru

СБАЛАНСИРОВАННОСТЬ ИНТЕРЕСОВ УЧАСТНИКОВ ПРОЕКТНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

BALANCE OF INTERESTS OF PARTICIPANTS DESIGN AND CONSTRUCTION PROCESSES

Переход от существующей советской системы организации и управления строительными проектами, внедрение методов проектного управления, активное использование технологий информационного моделирования выявили актуальную проблему поиска новых форм и методов взаимодействия участников процессов проектирования и строительства. Одной из важных особенностей организации строительного производства является то, что все участники инвестиционно-строительного проекта преследуют разнонаправленные интересы. В статье показана актуальность темы, описаны примеры, происходящие на стройплощадках из-за несогласованности действия и интересов участников и обозначены пути решения проблем.

Ключевые слова: строительство, организация, информационное моделирование, проект, ресурсы.

The transition from the existing Soviet system of organization and management of construction projects, the introduction of project management methods, the active use of information modeling technologies revealed the urgent problem of finding new forms and methods of interaction between participants in the design and construction processes. One of the important features of the organization of construction production is that all participants in an investment and construction project pursue multidirectional interests. The article shows the relevance of the topic, describes examples that occur on construction sites due

to the inconsistency of actions and interests of the participants, and identifies ways of solving problems.

Keywords: building materials, construction, organization, supply, project, resources.

Актуальность темы данной статьи обусловлена различными факторами, влияющими на результаты строительного производства и его ключевые параметры: качество, срок и стоимость. Именно эти параметры любого строительного объекта интересуют заказчика как главного лица, заинтересованного в создании данного объекта, и подрядчика, как лица, осуществляющего его строительство.

К сожалению, на большинстве российских строек эти ключевые параметры практически всегда выходят за рамки запланированных изначально показателей, что приводит к ситуации, описанной на графике (рис. 1).



Рис. 1. Типичная ситуация на российских стройках
(график ООО «К4»)

Крайне важным является выявление и структурирование причин, влияющих на изменение сроков, цены и качества. Причин этому может быть много, частично они описаны в разных работах авторов [1, 2, 3]. Очень подробно и много лет эти проблемы структурировались в работах К. А. Сухачева и Е. В. Колосовой – известными практиками-организаторами строительства. Среди них выделяются следующие:

1. Бюджеты строительных проектов планируются без прямой связи с технологией проектирования и строительства.

2. Параллельное проектирование проектной и рабочей документации и, как следствие, её низкое качество (пример: чтобы спроектировать фундаменты под оборудование, надо это оборудование выбрать через конкурс, а для этого произвести расчёты инженерных систем, поэтому параллельное проектной и рабочей документации вынуждает проектировщиков постоянно работать в условиях цейтнота и применять более дорогие и универсальные конструктивные решения с превышением норм по запасу прочности и объёмов).

3. Снижение выработки подрядчиков, вызванное затратами времени на организацию тендеров и простои на стройплощадке.

4. Недостаточный уровень квалификации персонала (рабочих, ИТР, руководителей).

5. Проект организации строительства (ПОС), которые разрабатывается проектировщиком абстрактно, без знания того, кто и как будет строить. Именно в ПОС фиксируются плановые сроки реализации проекта и под него начинается согласование финансирования.

6. Наличие множества подрядных строительных организаций, имеющих каждая свои производственные программы, сбалансированные по срокам и ресурсам. Их действия на конкретном объекте необходимо координировать. Если при этом генподрядчик не хочет или не способен заниматься координацией подрядчиков, то на стройке происходят вышеупомянутые проблемы.

7. Устаревшая нормативная база, по которой определяется продолжительность строительства на стадии ПОС [4].

Особенностью настоящего времени является то, что сейчас организация строительства использует остатки советских методик и требований (например, этапность проектирования, структуру сводного сметного расчета и т. д.) наряду с рыночными требованиями (страхование, возврат инвестиций и проч.). Результатом этого стало распараллеливание финансово-экономических (по новым требованиям) и производственных (по старым требованиям) процессов. Несогласованность формирования стратегических и опе-

ративных бюджетных планов по отношению к производственным программам и планам закупок стала реальией многих инвестиционно-строительных проектов [5].

По мнению авторов, одно из наиболее важных условий завершения строительства и сдачи объекта в эксплуатацию в установленный срок является согласованность действий участников проектно-строительных процессов и сбалансированность их интересов. Почему именно несогласованность действий? Строительное производство – это большое число участников, материальных, стоимостных и временных ресурсов, контрактов, действий, планов, руководителей, исполнителей, информационных ресурсов (программных продуктов), документации, каналов передачи информации и т. д. На сроки строительства также влияют сроки контрактов на строительно-монтажные и пусконаладочные работы, графики выдачи рабочей документации, исходно-разрешительной документации, конкурсы, субподрядчики и многое другое. Все эти сроки и активности необходимо тщательно планировать и согласовывать.

Анализ современных методов моделирования строительного производства показал, что недостаточно разработанной в настоящее время является тема соблюдения баланса интересов участников ИСП, особенно это актуально для крупных проектов, со множеством участников. Соблюдение баланса интересов может стать важным условием достижения согласованности действий и сроков.

На реальной стройке всегда есть три заинтересованные стороны, преисполненные претензий друг к другу. Одна сторона – это заказчик, сам не знающий, по мнению двух других, чего он хочет, вторая – это проектировщик, который, как считают его оппоненты, рисует неизвестно что, и третья – это строитель, уверенный, что первые два вообще идиоты и предлагаемое ими в принципе построить нельзя. В этом плане надежды отрасли связаны с процессами оцифровки, с внедрением цифровых моделей, которые помогут всем трем заинтересованным сторонам наконец-то, глядя в один монитор, выработать общее видение конечного результата раньше, чем будут возведены производственные корпуса [6].

Учитывая большое количество участников и действий, целесообразным и современным является применение для этих целей

технологий информационного моделирования. В современных условиях организации строительства, когда многие процессы оцифровываются (или уже оцифрованы), одним из путей достижения сбалансированности интересов является предварительное планирование на более продвинутом уровне, таким как внедрение 4D-моделей стройплощадки с увязкой с календарным графиком (3D – модель строящегося объекта и 4D – время). Составление предварительной визуальной картины будущей стройки с тщательными расчётами и планированием соответствующих резервов может явиться средством достижения договоренностей. При этом безусловным является факт согласия использования этой модели всеми участниками инвестиционно-строительного проекта, так как такое моделирование нивелирует применение всех теневых схем. Предварительно должны быть решены применения программного обеспечения одинаковых версий всеми участниками, распределение зон ответственности, уровень детализации графиков, оперативность заседаний управляющего штаба и другие важные вопросы организации строительства. Подготовка и комплексное внедрение таких моделей требует значительного времени. Тем не менее, их внедрение позволит достичь значительных эффектов в сфере практического применения организации строительства.

Литература

1. Шрейбер А. К. Современные проблемы управления крупными проектами капитального строительства / Шрейбер А. К., Опарина Л. А. // Экономика строительства. 2016. № 6 (42). С. 5–9.
2. Опарина Л. А. Совершенствование организационного механизма материально-технического снабжения строительства // Сборник материалов II Всероссийской научной конференции «Организация строительного производства» СПбГАСУ, 2020 г. С. 27–34.
3. Опарина Л. А. Выявление проблем материально-технического снабжения строительных объектов / Опарина Л.А., Письменный Д.С. // Информационная среда вуза (XXIV Международная научно – практическая конференция): Сборник статей. Иваново: ИВГПУ, 2017. С. 45–49.
4. Сухачев К. А. Пути качественного улучшения деятельности строительной отрасли России // Альманах «Золотая книга России» специализирован-

ный выпуск «Экономика России. Взгляд в будущее». Издательство «АСМО-пресс», 2014 г.

5. Бачурина С. С. Концепция создания экономико-визуальной модели – инструмента повышения эффективности реализации инвестиционно-строительных проектов / Бачурина С. С., Султанова И. П. // Экономика градостроительства. № 1 (35) 2015. С. 11–14.

6. Колосова Е. А. Экономика строительства и BIM – это сообщающиеся сосуды (Электронный ресурс) // URL: <http://k4-info.com/publication/ekonomika-stroitelstva-i-bim-eto-soobschayuschiesya-sosudy> (Дата обращения 06.01.2021).

УДК 69.003:65

Дмитрий Аркадьевич Басовский,
канд. техн. наук, доцент
(Санкт-Петербургское государственное
бюджетное профессиональное
образовательное учреждение «Академия
управления городской средой,
градостроительства и печати»)
E-mail: d1976bas@rambler.ru

Dmitriy Arkadevich Basovskiy,
PhD of Tech. Sci., Associate Professor
(St. Petersburg State Budgetary
Professional Educational Institution
«Academy of Urban
Environment Management,
urban planning and printing»)
E-mail: d1976bas@rambler.ru

РАЗЛИЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СООРУЖЕНИЯ ПОДРЕЛЬСОВОГО ОСНОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ

ARIOUS TECHNOLOGIES FOR THE CONSTRUCTION OF A SUB-RAIL BASES OF RAILWAY SWITCHES

Технология сооружения подрельсового основания железнодорожных стрелочных переводов, на которых монтируют металлические части стрелочных переводов, может состоять из переводных брусьев (из различных материалов), железобетонных плит или монолита. Общие характеристики основных элементов различных марок стрелочных переводов. Современный уровень развития транспортного строительства, технологий и конструкций позволяет наметить основные направления к решению проблемы равноресурсности основных элементов путевых устройств и наиболее сложных из них – железнодорожных стрелочных переводов.

Ключевые слова: технология, железнодорожный стрелочный перевод, брусья, плита.

The technology for the construction of the under-rail base of railway switches, on which the metal parts of the switches are mounted, can consist of transfer bars (from various materials), reinforced concrete slabs or a monolith. General characteristics of the main elements of various brands of turnouts. The current level of development of transport construction, technologies and structures makes it possible to outline the main directions for solving the problem of equal resources of the main elements of track devices and the most complex of them – railway switches.

Keywords: technology, railroad switches, plate foundation slab

В данной статье будем рассматривать технологии, сооружения подрельсового основания, на примере безостряковых железнодорожных стрелочных переводов. Это модернизированные стрелочные переводы нового поколения. Которые рационально укладывать в Российской Федерации на дорогах необщего пользования. Нужно произвести глубокий анализ, для того, чтобы снять вопрос с каким основанием, лучше укладывать безостряковые стрелочные переводы. Будем в данной статье рассматривать ряд возможных вариантов.

Данная проблема содержит своеобразный количественный аспект. Необходимо не просто увеличить жизненный цикл отдельных под систем, например подрельсового основания, а в целом стрелочных переводов (системы), сбалансировать все элементы [1].

Балансировка любого параметра конструкции (системы или под системы), должна включать в себя выполнение двух последовательных этапов:

- объективную оценку исходных соотношений всех параметров элементов (системы);
- анализ, выбор или разработку (в данном случае технологий и конструкций) оснований стрелочных переводов (подсистемы), способных обеспечить необходимое статус-кво по всем возможным позициям.

В то же время, ее использование затрудняется тем, что материалы исследований, публикуемые различными авторами, не всегда идентичны, а порой просто противоречат друг другу, а иногда просто беспочвенные.

В данном случае нельзя ограничиваться результатами эксплуатационных наблюдений за одной конструкцией или даже за некоторой группой стрелочных переводов, работающих примерно в одинаковых эксплуатационных условиях. Реально на сегодняшний день, организовать массовые эксплуатационные наблюдения за железнодорожными стрелочными переводами во всех отраслях промышленности РФ, в которых они задействованы и эксплуатируются, в целях изучения износов их основных несущих элементов, не представляется реально возможным. Попытаемся рассмотреть более подробно. Для заводов-изготовителей это

мероприятие является достаточно дорогостоящим, а предприятия-потребители данной стрелочной продукции на сегодня разобщены отраслевыми, ведомственными и коммерческими интересами, что значительно затрудняет их совместное участие в указанном проекте, требующих больших финансовых вливаний [2, 3].

По данным, разных источников, на железных дорогах Российской Федерации сегодня эксплуатируются более 250 тыс. железнодорожных стрелочных переводов различных видов и модификаций, являющихся наиболее сложными и дорогостоящими элементами железнодорожного пути. От их безопасной и бесперебойной работы зависит движения поездов, бесперебойность перевозочного процесса и экономические показатели путевого комплекса, да и всего транспортного комплекса.

Железнодорожные безостряковые стрелочные переводы должны обладать долговечным и надежным подрельсовым основанием.

На ремонты и текущее содержание стрелочных переводов промышленными предприятиями и железными дорогами расходуются примерно от 10 % до 20 % от всех затрат, выделяемых на текущее содержание железнодорожного пути, как на дорогах общего пользования, так и на дорогах не общего пользования.

В качестве оснований безостряковых стрелочных переводов используются брусья (деревянные, железобетонные и металлические), железобетонные плиты, а так же монолитные железобетонные конструкции. В подавляющем большинстве для железнодорожных стрелочных переводов основанием служат брусья.

Большое количество стрелочных переводов, примерно 75 %, на дорогах необщего пользования Российской Федерации эксплуатируется в настоящее время на деревянных брусьях.

Рассмотрим подробно все преимущества и недостатки данных подрельсовых оснований.

Преимущество: небольшой вес, большая упругость и достаточная прочность, простая форма, удобны в эксплуатации, удобство при транспортировке и укладке и подходят для всех типов рельсов.

Недостатки: срок службы меньше чем у других подрельсовых оснований, слаб против огня, атака паразитов возможна при неправильной обработки.

Преимущество железобетонных брусьев: экономия древесины, более высокая прочность, чем у деревянных, большая сопротивляемость перемещению, повышенная долговечность по сравнению с деревянными брусьями, возможность подбивки и более легкая одиночной смены по сравнению с железобетонными плитами [4, 5, 6, 7].

Недостатки: большая масса каждого бруса, высокая электропроводность, незащищенность балластной призмы от загрязнителей.

Металлические переводные брусья применяются достаточно редко, в основном, в тех странах, где климат не позволяет применять деревянные брусья. Например, в Индии, где деревянные брусья в отдельных районах пожираются термитами за несколько месяцев, а иногда и недель.

Преимущества: легко транспортировать, размещать и устанавливать, хорошо устойчивы к возгоранию, обладают хорошим сопротивлением ползучести, крепко держат рельс, и соединение рельса со шпалой также простое, пригодны для вторичной переработки, поэтому имеют хорошую стоимость лома. Срок службы составляет порядка 25–30 лет.

Недостатки: металл легко поддается воздействию химикатов (коррозии), металлические переводные брусья требуют большого ухода, не подходят для всех типов балласта. В случае схода с рельсов они бывают очень повреждены и не подходят для повторного использования, не всегда подходят для всех типов сечений и размеров рельсов, не подходят для рельсовых сетей.

Железобетонные плиты. Первые комплекты железобетонных плит были изготовлены в СССР 1961 году.

К преимуществам применения плит относят: замену древесины, большую устойчивость стрелочных переводов, высокую прочность основания, защиту балласта от загрязнения, большой срок жизненного цикла, чем деревянных брусьев.

Недостатки их применения: достаточно большая масса каждой плиты, создающая затруднения при транспортировке, высокая

жесткость, требующая дополнительных средств для упругой переработки динамических воздействий, потребность в весьма тщательной подготовке основания под плиты, трудность выправки и подбивки балласта при осадке плит, значительный расход материалов и средств на изготовление и укладку.

Значительное преимущество железобетонных брусьев по сравнению с плитным основанием: возможность укладки их типовыми путевыми машинами; меньший расход материалов; возможность замена поврежденных брусьев в процессе их эксплуатации. Поэтому по всем этим параметрам железобетонные переводные брусья находят все более широкое распространение, промышленных дорогах, так и на магистральных.

Литература

1. Басовский Д. А. О новых стрелочных переводах для дорог необщего пользования / Басовский Д. А., Говоров В. В., Пеньщикова С. В. // Путь и путевое хозяйство. М. 2019. № 2. С. 29–32.
2. Говоров В. В. Оптимизация конструкций стрелочных переводов железных дорог промышленного транспорта / Говоров В. В., Басовский Д. А. // Труды XXIV Всероссийской научно-практической конференции. Т. 2. КРИЖТ ИрГУПС, Красноярск, 2020. С.93–96.
3. Говоров В. В., Басовский Д. А. Современные разработки в области безостряжковых стрелочных переводов. Труды XXIV Всероссийской научно-практической конференции. Т.2. КРИЖТ ИрГУПС, Красноярск, 2020. С.126–129.
4. ГОСТ 8816-2003. Брусья деревянные для стрелочных переводов железных дорог широкой колеи.
5. Березовский М. Е. Железобетонное основание стрелочных переводов для российских железных дорог / Березовский М. Е., Трегубчак П. В., Цитцер И. В., Королев В. В.
6. СП 119.13330.2017. Железные дороги колеи 1520 мм. Актуализированная редакция СНиП 32-01-95 (с Изменением № 1)
7. ГОСТ 13015-2012. Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования. Правила приемки, маркировки, транспортирования и хранения (Переиздание).
8. ГОСТ 22690-2015 Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля

УДК 658.5:624.05

Сергей Владимирович Бовтеев,

канд. техн. наук, доцент

Лия Рамазановна Ханова,

студент

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: sergeibovteev@gmail.com,

lia.9215666196@yandex.ru

Sergei Vladimirovich Bovteev,

Dr of Tech. Sci., Professor

Liya Ramazanovna Khanova,

student

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: sergeibovteev@gmail.com,

lia.9215666196@yandex.ru

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

EXPERIENCE OF USAGE OF INFORMATION MODELING TECHNOLOGIES IN DESIGN AND CONSTRUCTION MANAGEMENT

Представлен краткий анализ развития нормативной базы в проектировании и строительстве в нашей стране за последние тридцать лет. Осмыслены проблемы на пути внедрения BIM и технологий информационного моделирования. Проанализированы сложности несоответствия нормативной базы и фактической ситуации на примере такого документа, как ведомость объемов работ, в том числе проблемы распределения ответственности за его подготовку. Рассмотрена важность формирования и использования классификаторов при внедрении технологий информационного моделирования. Дана оценка проблем, которые встречаются при внедрении 4D моделирования в практику деятельности девелоперских и строительных организаций.

Ключевые слова: BIM, технологии информационного моделирования, ведомость объемов работ, классификатор, 4D моделирование.

A brief analysis of the development of the regulatory framework in design and construction in our country over the past thirty years is presented. The problems on the way of BIM and technologies of information modeling implementation are considered. The complexity of the discrepancy between the regulatory framework and the actual situation is analyzed on the example of such a document as a Bill of Quantities, including the problem of allocating respon-

sibility for its preparation. The importance of creation and usage of classifiers in the implementation of technologies of information modeling is considered. An assessment of the problems that are realized during the implementation of 4D modeling into the practice of development and investment construction companies is given.

Keywords: BIM, technologies of information modeling, Bill of Quantities, classifier, 4D modeling.

Последние три десятилетия строительная отрасль нашей страны прошла очень непростой путь. В 1990-е годы после распада Советского Союза проводимая политика, которая была ориентирована на исполнение тезиса «Новая страна – новые правила», не могла не затронуть и строительство. По факту многое было изменено, началась модернизация нормативной базы, «лишнее» решили убрать, какие-то позиции были оставлены. Данная деятельность не всегда основывалась на переосмыслении и не всегда была направлена на улучшение ситуации, поэтому в результате сложилось много проблемных ситуаций, а также взаимоотношений вне государственного регулирования [1].

Начиная с 2008 года и по сей день проводится очередной этап реструктуризации и обновления нормативной базы. К чему это приведет – сказать очень сложно, так как параллельно с данными процессами осуществляется погружение в технологии информационного моделирования (ТИМ).

Указ Президента РФ от 7 мая 2018 года № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» задекларировал в качестве одной из национальных целей развития Российской Федерации на период до 2024 года обеспечение ускоренного внедрения цифровых технологий в экономике и социальной сфере. В результате в нашей стране развитие BIM стало государственной задачей. Повсеместно стали внедрять 3D моделирование, говорить о следующих этапах. При желании можно найти большой объем информации о моделях 3-6D. Обсуждение и проработка этих технологий безусловно необходима и полезна. При этом надо признать, что 3-6D – это не технологии будущего, а давно уже используемые передовыми в строительной отрасли странами технологии. Нам же необходим

мощный рывок, для этого нужно не просто внедрение технологий информационного моделирования, а переосмысление самого процесса проектирования и проработка определенного алгоритма с указанием ответственной должности на каждом этапе разработки с внесением всего этого в нормы. Программы и технологии, применяемые в разных странах, должны анализироваться совместно с нормативами этих стран.

Проектирование само по себе – это система, которая имеет четкую структуру взаимосвязей, но из-за описанных в начале данной статьи причин были потеряны некоторые опорные точки, об одной из них пойдет речь ниже, а именно о том, кто ответственен за создание ведомости объемов работ. Этот вопрос теперь стал внутренним для компаний-участников строительных проектов, а ранее был четко регламентирован ГОСТом.

Ведомость объемов работ – важный документ, смысловая нагрузка которого не двусмысленна. Качественно составленная ведомость объемов работ имеет прямое отношение к пониманию итоговой стоимости строительства, а также сроков завершения строительства, в дальнейшем эти параметры являются основными позициями договорных отношений между заказчиком и подрядчиком. И, несмотря на отсутствие требований к данному документу, т. к. документ является внутренним для организации, есть запрос на его предоставление как заказчику, так и в экспертизу.

Можно многократно столкнуться с ситуацией в различных строительных организациях, а также просмотреть очень популярную тему на различных строительных форумах – кто должен делать эту ведомость? В результате запроса в Интернете можно найти самый популярный ответ, что данная работа входит в обязанности сметчика, однако корректным такой ответ сложно назвать. Всему есть свое объяснение, и по сей день есть сметчики, которые, не понимая сути дела и получив инструмент в виде программного обеспечения – сметных программ, внесли путаницу, выдавая идею, что программа сама теперь может выгружать ведомость объемов работ.

Один из основополагающих документов для любого проектировщика сегодня – это Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 № 87 «О составе разделов проектной документации

и требованиях к их содержанию», на основании которого и в соответствии с которым должны разрабатываться разделы проектной документации. В данном Постановлении нет упоминаний о ведомости объемов работ, что является обоснованием для любого из исполнителей не брать на себя ответственность за данный вид работ, перекладывая тем самым ее друг на друга. В 1995 году были отменены ГОСТ 21.109-80 «СПДС. Ведомости потребности в материалах», ГОСТ 21.110-82 «СПДС. Спецификация оборудования» и ГОСТ 21.111-84 «СПДС. Ведомости объемов строительных и монтажных работ», в которых четко регламентировалось, что к каждому основному комплекту чертежей выполняется ведомость работ. Разработчик раздела должен составлять по своему комплекту ведомость, и это, безусловно, являлось самым разумным решением.

Сегодня можно найти лишь некоторые упоминания, из которых можно сделать какие-то выводы, в том числе в МДС 81-35.2004 «Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации» есть ссылка на то, что ведомость объемов работ является одним из оснований для определения сметной стоимости и является исходными данными для разработки смет. Также в СП 50-101-2004 «Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений» и СП 50-102-2003 «Проектирование и устройство свайных фундаментов» указывается, что комплекты документации включают в себя ведомость основных объемов строительно-монтажных работ. Несмотря на отсутствие норм, сама ведомость является важным документом для составления корректной и объективной сметы и определения сроков выполнения работ.

Идея современного мира, что есть технологии, которые за нас все будут делать, находит громкий отклик и это естественно. Но сколько надо приложить сил, чтобы это желания осуществились – задача не из легких с нашим бэкграундом. С подобными вопросами мы входим во внедрение новых технологий. И как раз на данном этапе идет переосмысление ведомости объемов работ как отдельной информационной базы в объеме BIM-проектирования для переходов в 4-5D, так как ведомость объемов работ является

фундаментом для составления как графиков, так и смет. Но что представляет из себя ведомость объемов работ в границах информационного моделирования, понадобится ли она в технологическом будущем как отдельный элемент? И с чем придется столкнуться сметчику с приходом этих технологий?

Готовая 3D модель представляет собой информационную базу данных, т. к. модель – это совокупность элементов со своими параметрами. При формировании каждого раздела ответственный за данный раздел должен создать классификаторы, которые в свою очередь будут объединять элементы и каждому из этих 3D элементов должен быть присвоен свой персональный код. Простым языком классификатор – это типология проектных решений. По сути, это и является аналитической частью информационной модели, на основании которой уже выстраиваются взаимоотношения со следующими этапами.

Сегодня немало компаний предоставляют свое программное обеспечение 4-5D, однако сущность работы практически одинакова. Работа сметчика будет построена на том, что он будет взаимодействовать с классификаторами как в графической части, так и в табличной. Работа в 3D модели будет иметь свои плюсы: любые изменения, которые вносятся в 3D модель проектировщиком по тем элементам, которые сметчик уже отработал, будут автоматически обновляться в сметах. Визуализация также отработана для удобства контроля при введении новых элементов или проверки пропущенных элементов. Безусловно, это удобно в условиях идеально сформированной модели и должно сокращать время на проектирование.

Но теперь разберемся, что собой представляет идеальная модель. Надо понимать, что даже при трехмерном проектировании разработчики пользуются аннотативными инструментами для отрисовки некоторых элементов, также проектировщику придется продумывать такие нюансы, как монтаж отверстий, подсчет грунта в приямах помимо основных материалов, для того чтобы отверстие можно было считать элементом и т. д. Результат и комфорт работы для создания 4–5D будет зависеть от наполнения модели.

Мы столкнулись с тем, что даже крупные финансово устойчивые компании, способные содержать отделы с большим количеством BIM-сотрудников, программистов, проектировщиков, не могут выполнить идеальный проект от 3-5 D, притом продолжительность и стоимость проектирования не уменьшаются, а, наоборот, увеличиваются. Однако, не имея инструментария для выполнения BIM-модели, компания становится неконкурентоспособной, особенно для государственных заказов. Пропасть между центральными регионами и остальными субъектами становится глубже, а исполнители, не умеющие работать с современным программным обеспечением, к сожалению, теряют свою ценность.

Технологии информационного моделирования – это действительно очень удобный инструмент при его идеальном исполнении, поэтому для того, чтобы данные технологии имели успех, нужно вводить четкий алгоритм работы на федеральном уровне. Для этого у государства должен быть свой опыт, основанный на внутренних институтах, а не на коммерческих услугах. Сегодня уже есть стандарты к информационной модели, но в очень «сыром» виде. Во всех случаях надо использовать исторический опыт, продумывать все нюансы, прописывать четкие регламенты, понимать кто и за что должен быть ответственен.

Очень часто BIM, ТИМ или цифровую модель объекта капитального строительства сводят исключительно к 3D модели, можно найти очень много рассуждений, в том числе основанных на реальном опыте проектирования о выгодах перехода на 3D моделирование, о сложностях и препятствиях на этом пути и т. д. Однако при этом не так много внимания уделяется таким фазам инвестиционно-строительного проекта как строительство и эксплуатация, фазам более материалоёмким и капиталоемким, чем фаза проектирования. Между тем именно внедрение информационного моделирования в фазу строительства может дать результаты, окупающие дополнительные затраты труда и денежных средств проектных организаций. И, наоборот, если строители не будут использовать потенциал BIM-технологий, то усилия проектировщиков будут во многом напрасными.

В отличие от проектировщиков, которые сконцентрированы на вопросе «Что нужно построить?», строители должны найти ответ

на вопросы «Как построить?» и «Как обеспечить финансирование строительства?», т. е. какая должна быть динамика финансирования строительства, чтобы в любой момент времени величина накопленного денежного потока была положительна. Ответы на данные вопросы строителей может дать $4D$ и $5D$ моделирование [2, 3].

Развитие $4D$ моделирования в нашей стране неразрывно связано с трудами таких отечественных учёных как С. А. Болотин [4–8], М. А. Романович [9–13], Т. Л. Симанкина [14–15] и других. Кроме того, вопросы и проблемы $4D$ моделирования рассмотрены в многочисленных работах учёных [16–19], практиков [20, 21] и молодых специалистов [22–27].

$4D$ моделью называется модель реализации $3D$ модели в зависимости от времени, т. е. в отличие от статичной $3D$ модели, $4D$ модель является динамической, т. е. изменяемой по времени. $5D$ модель – это также динамическая модель, которая учитывает изменение денежных средств в процессе строительства объекта. Что же препятствует широкому внедрению в настоящее время $4–5D$ моделей в практику строительной отрасли нашей страны?

Прежде всего, следует отметить, что невозможно применять $4D$ моделирование, если не разработана $3D$ модели объекта капитального строительства. Т. е. для самой возможности формирования $4D$ модели необходимо обязательное проектирование строящегося объекта в $3D$.

При этом должны быть установлены дополнительные требования к $3D$ модели, прежде всего:

1. Разрезка отдельных $3D$ элементов на части, соответствующие делению объекта капитального строительства на фронты работ и захватки. Таким образом, проектировщики уже на этапе проектирования должны задуматься о том, как должно быть организовано строительство здания или сооружения, как эффективно разделить здание на захватки.

2. На $3D$ элементы должны быть назначены коды классификатора, в том числе и исходя из того, к какой захватке должен принадлежать данный элемент. Корректное назначение кодов существенно уменьшает трудозатраты разработчика $4D$ модели, т. к. вместо поиска и долгого связывания элементов $3D$ модели с соответствующими

работами календарного графика, разработчику *4D* модели достаточно будет задать правила синхронизации.

3. Если *4D* модель предполагается разработать не только на каркас здания и монтаж сетей и оборудования, а детализировать ее до уровня внутренних отделочных работ (штукатурные, малярные и т. д.), а также, например, таких работ как гидроизоляция, необходимо заранее предусмотреть создание соответствующих слоев в *3D* модели. Например, если предполагается учесть в *4D* модели последовательное нанесение трех слоев улучшенной штукатурки, в *3D* модели должны быть предусмотрены все три слоя (хотя есть и вариант отображения каждого слоя своим цветом или степенью прозрачности на *4D* модели).

4. Также сложности возникают с *3D* моделированием инженерных сетей и оборудования, например, проектирование прокладки электрических проводов – выгода *3D* моделирования для многих проектировщиков не очевидна, однако *3D* модель объекта должна быть полной.

5. Также при создании *3D* модели проектировщики не видят смысла в создании таких объектов, как, например, траншея или котлован, а также во включении в *3D* модель объектов строительной инфраструктуры, необходимых для возведения объекта. Однако для целей *4D* моделирования необходимо дополнительно предусмотреть эти элементы, иначе *4D* модель не будет полноценной, стало быть её эффективность будет резко снижена.

Очевидно, что выполнение этих и, может быть, других важных условий по созданию корректных и полноценных исходных данных для *4D* моделирования возможно только при формировании полного взаимопонимания между заказчиком и проектировщиком или между проектировщиком и генподрядчиком, что резко ограничивается сложившейся практикой заключения договоров по результатам конкурентных торгов, направленных, зачастую, на поиск контрагента, предлагающего наименьшую стоимость проектирования, с одной стороны, и отсутствием как на государственном так и на отраслевом уровнях общепринятых норм и требований к созданию *3D* моделей зданий и сооружений в целях последующего *4-5D* моделирования.

Во-вторых, девелоперская, инжиниринговая или строительная (чаще всего, генподрядная) компания, на плечи которой возлагается ответственность за 4D моделирование, должна обладать отлаженной системой календарного планирования и контроля строительства, основанной на современной информационной системе управления проектами на базе, например, Microsoft Project, Oracle Primavera P6 или Powerproject (бывшей Asta Powerproject). Причем, еще раз подчеркнем, такая система должна быть реально работающей, т. е. графики должны разрабатываться не в качестве «обоев» на стену, они должны быть действительно применимы для принятия организационных и управленческих решений.

Кроме того, строительная компания должна иметь реальное желание внедрять в практику своей деятельности современные инновационные технологии управления, в том числе и основанные на 4-5D моделировании. Как правило, это обеспечивается силами прогрессивных руководителей, готовых перенимать и использовать передовой международный опыт, с одной стороны, и силами исполнителей, которым становится не только интересно, но и выгодно работать по-новому.

В настоящее время для 4D моделирования объектов промышленного и гражданского назначений широко используются такое программное обеспечение как SYNCHRO (продукт Bentley Systems) и Autodesk Navisworks. Каждое из этих программных продуктов имеет свои положительные и отрицательные стороны, есть несколько работ, сравнивающих это программное обеспечение, например [28]. Autodesk Navisworks часто используется проектировщиками для синхронизации различных 3D моделей одного объекта, так как обеспечивает поиск пространственных коллизий и обеспечивает хранение агрегированной информации при намного меньшем размере файла. Также Autodesk Navisworks способен формировать простые календарные графики, создавать 4D модели и находить пространственно-временные коллизии. SYNCHRO в отличие от Autodesk Navisworks умеет разделять 3D элементы на нужные части, создавать несложные дополнительные 3D модели, а также обладает мощнейшим модулем календарного планирования, который позволяет отказаться от применения специального

программного обеспечения управления проектами, такого как Microsoft Project или Oracle Primavera P6.

Несмотря на то, что в настоящее время 4D моделирование недостаточно распространено в практике строительства, известен положительный опыт применения данного инструментария и в нашей стране. Например, в работе [29] показаны примеры успешного применения 4D моделирования для определения пространственно-временных коллизий при строительстве системы водохранилищ, где нужно было решить задачу составления плана заливки более 30 тысяч бетонных плит по грунту в шахматном порядке, обеспечив беспрепятственный проезд строительной техники к каждой из захваток с любой стороны.

Несмотря на многочисленные сложности организационного, экономического и юридического характеров, можно рассчитывать на внедрение в скором времени многих инструментов технологии информационного моделирования, в том числе 4D моделирования в практику деятельности девелоперских, инжиниринговых и строительных организаций.

Литература

1. Трофимова Л. А. Реализация стратегии инновационного развития строительной отрасли РФ на основе информационного моделирования промышленных и гражданских объектов / Трофимова Л. А., Трофимов В. В. // Современное строительство и архитектура. 2017. № 1(05). С. 31–35.
2. Бовтеев С. В. Применение 4D моделирования в целях повышения эффективности календарного планирования строительства // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: материалы III Междунар. науч.-практ. конф. СПб.: СПбГАСУ, 2020. С. 81–87.
3. Zang J. P., Hu Z. Z. *BIM and 4D-based integrated solution of analysis and management for conflicts and structural safety problems during construction*: 1. Principles and methodologies / Zang J. P., Hu Z. Z. // *Automation in Construction*. Vol. 2(20). P. 155–166.
4. Болотин С. А. Методика визуализации календарного планирования в программе Autodesk Revit 2018 / Болотин С. А., Биче-оол Х. В., Дадар А. Х. // *Вестник гражданских инженеров*. 2019. № 6 (77). С. 179–185.
5. Болотин С. А. Имитация календарного планирования в программах информационного моделирования зданий и регрессионная детализация норм про-

должительности строительства / Болотин С. А., Дадар А. Х., Птухина И. С. // Инженерно-строительный журнал. 2011. № 7 (25). С. 82–86.

6. Болотин С. А. Формирование графика комплексной застройки территории с использованием Revit и Microsoft Project // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: Материалы II Международной научно-практической конференции 15–17 мая 2019 года. СПб.: СПбГАСУ, 2019. С. 53–58.

7. Болотин С. А. Анализ альтернатив создания календарных графиков строительства на основе применения BIM-программ в образовательном процессе // Болотин С. А., Чахкиев И. М. // Педагогические параллели-2019 / Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 10–15.

8. Болотин С. А. Некоторые аспекты применения BIM-технологий в образовательном процессе / Болотин С. А., Дроздов А. Д., Нефедова В. К. // Педагогические параллели. Материалы V Всероссийской научно-практической конференции. 2018. С. 53–58.

9. Romanovich M. The development of BIM technology in China – the application of Guanglianda software / Romanovich M., Shi P., Van Ts // In the collection: BIM-modeling in the tasks of construction and architecture Materials of the All-Russian scientific-practical conference. 2018. P. 192–197.

10. Tran N. A. Q., Romanovich M. A. Effectively interacted project management in construction site with RFID technology. / Tran N. A. Q., Romanovich M. A. // In the collection: BIM-modeling in the tasks of construction and architecture Materials of the All-Russian scientific-practical conference. 2018. P. 197–201.

11. Romanovich M. Cost estimation and performance analysis using building information modeling (BIM) for the project in construction industry of Saudi Arabia / Romanovich M. A., Adel O. A. // In the collection: BIM-modeling in the tasks of construction and architecture Materials of the All-Russian scientific-practical conference. 2018. P. 188–192.

12. Romanovich M. Scheduling on the basis of the research of dependences among the construction process parameters / Romanovich M., Ermakov A., Mukhamedzhanova O. // In the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science [Electronic resource]. 2017. P. 012212.

13. Волков М. Д. Вопросы внедрения и использования BIM-технологий в организациях / Волков М. Д., Романович М. А., Кириллов Д. Ю. // Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия. Материалы Международной научно-практической конференции 29–30 мая 2018. Комсомольский-на-Амуре государственный университет. С. 157–164.

14. Balakina A. 4D modeling in high-rise construction / Balakina A., Simankina T., Lukinov V. // E3S Web of Conferences. 2018. С. 03045.

15. Ширманов В. В. Контроль рисков строительства на основе BIM-технологий / Ширманов В. В., Симанкина Т. Л., Мамаев А. Е. // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2017. № 12 (63). С. 113–124.

16. Shick A. M. Practical recommendations to increase accuracy and time efficiency of BIM-based quantity takeoff in Autodesk Revit and Navisworks Manage / Shick A. M., Vysotskiy A. E., Makarov S. I. // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры. 2018. С. 182–187.
17. Shick Alshabab M. BIM-Based Quantity Takeoff / Shick Alshabab M., Vysotskiy A. E., Khalil T., Petrochenko M. V. // Proceedings of International Scientific Conference Week of Science in SPbPU. Civil Engineering (SMART City), Construction of Unique Buildings and Structures. 2017. №. 4. С. 124.
18. Matipa W. M. Assessing the impact of new rules of cost planning on building information model (BIM) schema pertinent to quantity surveying practice / Matipa W. M., Cunningham P., Naik B. // 26th Annual ARCOM Conference, viewed. 2013. Т. 16.
19. Bobrova T. V. Техническое нормирование рабочих процессов в строительстве на основе пространственно-временного моделирования / Bobrova T. V., Panchenko P. M. // Инженерно-строительный журнал. 2017. №. 8. С. 84–97.
20. Талапов В. В. Что влияет на внедрение BIM в России / CADmaster. № 1. 2011. С. 30–38.
21. Талапов В. В. Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий. М.: ДМК Пресс, 2011. 392 с.
22. Беркетов В. П. Методика совершенствования организации проектных работ с использованием BIM-технологий / Современные методы организации и управления строительством: сборник статей молодых ученых, аспирантов, молодых специалистов, студентов [21 апреля 2020 г.] / Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. Санкт-Петербург, 2020. С. 10-14.
23. Хачиев Р. В. Влияние технологии информационного моделирования на развитие инвестиционного процесса / Современные методы организации и управления строительством: сборник статей молодых ученых, аспирантов, молодых специалистов, студентов [21 апреля 2020 г.] / Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. Санкт-Петербург, 2020. С. 79–83.
24. Данилкина Ю. А. Исследование методов 4D-моделирования при организации строительства жилых многоэтажных зданий / Современные методы организации и управления строительством: сборник статей молодых ученых, аспирантов, молодых специалистов, студентов [21 апреля 2020 г.] / Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. Санкт-Петербург, 2020. С. 164–169.
25. Ерицян В. С. Перспективы применения 4D-технологий как средства управления строительным проектом / Ерицян В. С., Касаткина А. И. // Современные методы организации и управления строительством: сборник статей молодых ученых, аспирантов, молодых специалистов, студентов [21 апре-

ля 2020 г.]. Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. Санкт-Петербург, 2020. С. 229–234.

26. Кокина И. П. Приложение BIM-моделирования к задачам календарного планирования выполнения технологических процессов // Современные методы организации и управления строительством: сборник статей молодых ученых, аспирантов, молодых специалистов, студентов [21 апреля 2020 г.]. Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. Санкт-Петербург, 2020. С. 332–337.

27. Горчханов Ю. Я. Организационно-технологические особенности управления строительными проектами на основе BIM-моделирования / Горчханов Ю. Я., Николенко Н. С., Гущина Ю. В. // Инженерный вестник Дона. 2019. № 9 (60). С. 58.

28. Петроченко М. А. BIM 4D: Naviswork Manage и Synchro Soft / Петроченко М. А., Шерстобитова П. А., Мацкина М. Л. // Управление проектами: идеи, ценности, решения: материалы I Междунар. науч.-практич. конф. СПб.: СПбГАСУ, 2019. С. 152–157.

29. Бовтеев С. В. Календарно-сетевое моделирование строительства на основе 4D-моделей / Бовтеев С. В., Колесников С. В., Шерстобитова П. А. // Управление проектами и программами. 2020. № 4(64). С. 276–284.

УДК 930.85: 351.853.1:692:69.059

Александр Петрович Васин,

канд. техн. наук, доцент

Елена Сергеевна Бодягина,

студент

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: hel5555@yandex.ru,

vasin-57@mail.ru

Alexander Petrovich Vasin,

PhD of Tech. Sci., Associate Professor

Elena Sergeevna Bodiagina,

student

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: hel5555@yandex.ru,

vasin-57@mail.ru

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ФАСАДНЫХ РАБОТ НА ОБЪЕКТАХ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR PERFORMING FACADE WORKS ON CULTURAL HERITAGE SITES

В статье представлены результаты технической оценки современных организационно-технологических решений реставрационных работ, выполняемых в целях обеспечения долговечности и надежности фасадных систем и безопасной эксплуатации объекта культурного наследия. Представлены результаты аналитического научно-исследовательского обзора основных видов фасадных систем (мокрый, сухой, вентилируемый) и их особенности, а также выполнен анализ определений «реконструкция» и «реставрация». Рассмотрены основные этапы реставрации фасадов зданий – обследование, разработка и экспертиза проектной документации, производство работ, приемка-сдача работ. Представлены организационные решения реставрации и реконструкции объектов культурного наследия.

Ключевые слова: объект культурного наследия, фасад, организация и технология реставрационного ремонта, ограждающие конструкции, сохранение объекта культурного наследия.

The article presents the results of a technical assessment of modern organizational and technological solutions of restoration works carried out in order to ensure the durability and reliability of facade systems and safe operation of the object of cultural heritage. The results of an analytical research review of the main types of facade systems (wet, dry, ventilated) and their features are presented, as well as an analysis of the definitions of „reconstruction“ and „restoration“. The main stages of restoration of facades of buildings are consid-

ered-inspection, development and examination of flight documentation, production of works, acceptance and delivery of works. Organizational solutions for the restoration and reconstruction of cultural heritage objects are presented.

Keywords: cultural heritage object, facade, organization and technology of restoration repair, fencing structures, preservation of cultural heritage.

В Санкт-Петербурге, решением задач сохранения архитектурного историко-культурного наследия Санкт-Петербурга занимается Комитет по государственному контролю, использованию и охране памятников (КГИОП). Который, являясь структурным подразделением Правительства Санкт-Петербурга, реализует политику государства и координирует деятельность в сфере охраны и использования памятников истории и культуры. Все принимаемые организационно-технологические решения в процессе реставрационных работ утверждаются КГИОП. А научно-проектная документация на проведение работ по сохранению объектов культурного наследия подлежит историко-культурной экспертизе в установленном порядке.

Фасады исторических зданий, как правило, являются предметом охраны, отражающие индивидуальность архитектурной выразительности объекта культурного наследия. В свою очередь, фасады не только отражают архитектурную выразительность зданий, но и являются надежной защитой материалов строительных конструкций от климатических воздействий. Цветовой и штукатурный слои на поверхности наружных стен воспринимают агрессивное воздействие окружающей среды. В частности, защищают кирпич и раствор кладки стен от выветривания и биодеструкции. В процессе эксплуатации агрессивное воздействие окружающей среды на строительные материалы окрасочного и штукатурных слоев обуславливают изменение их физико-химических свойств и формирование дефектов: выветривание, расслоение, трещинообразование, биокоррозии, отпадание от наружной поверхности стен и другие.

В окрасочный и штукатурный слои фасадов объекта культурного наследия могут входить элементы наслоений, вставок и иных включений, которые не имеют самостоятельной исторической ценности. Кроме того, произвольное изменение составов и технологии производства фасадных работ может нанести вред объекту культурного наследия. Объемно-планировочные и конструктив-

ные решения, техническое состояние фасадной системы и стеновых конструкций объекта не могут влиять на решение задач сохранения предмета охраны. Поэтому производству реставрационного ремонта предшествуют глубокие научно-исследовательские, изыскательские и проектные работы. Которые определяют конкретные согласованные с административными органами охраны памятников организационно-технологические решения процесса реставрационных работ.

Основной целью выполнения реставрационного ремонта является обеспечение физической сохранности фасадов объектов культурного наследия на бесконечно длительное время эксплуатации с сохранением индивидуальных особенностей предмета охраны. Для достижения которой необходимо решение задач использования строительных материалов, обеспечивающих долговечность и надежность конструктивных слоев штукатурки. Важной является задача комплексной технической оценки организационно-технологических решений, применяемых в процессе реставрационных работ и выполняемых для обеспечения долговечности фасадных систем и безопасной эксплуатации объекта культурного наследия в целом.

Сущность понятий «реставрация» и «реконструкция»

Реставрация – это технически сложный, организованный в пространстве и во времени комплекс строительных работ, обеспечивающий сохранность объекта – памятника истории и культуры народов Российской Федерации. Например, реставрация каменной кладки стен, штукатурного слоя, реставрация живописи.

В процессе реставрации может быть осуществлена и консервация предмета охраны с сохранением фактического технического состояния.

К реставрационным работам можно отнести и текущие ремонтные работы, выполняемые участками, основной целью которых является поддержание памятника в работоспособном техническом состоянии, осуществляемые обычными строительными методами. При этом, как правило, предмет охраны памятника не теряет своих свойств, затрагивается в минимальной степени. Например, смена и окраска листов кровельного железа, антисептическая и антипиреновая обработка деревянных конструкций, восполнение участ-

ков утрат штукатурного и (или) окрасочного слоев, ремонт частей, участков инженерных систем.

Все виды производственных ремонтно-реставрационных работ по раскрытию предмета охраны выполняются только по результатам научно-исследовательских, изыскательских и проектных работ (историко-библиографические исследования и историко-архивные изыскания).

Основными задачами реставрации являются: раскрытие предмета охраны памятника путем удаления поздних искажающих его элементов и восстановление утраченных элементов.

Раскрытие возможно только тогда, когда удаляемые части не представляют интереса ни с художественной, ни с исторической стороны, либо представляют весьма ограниченный интерес, несовместимый с ценностью раскрываемого подлинника. Это признается при открытом коллегиальном обсуждении с участием авторитетных специалистов.

В простейших случаях реставрация может вообще свестись к одному раскрытию (например, фрагментарное удаление штукатурки на фасаде Софийского собора в Киеве (рис. 1)) и последующей консервации.



Рис. 1. Часть стены Софийского собора в Киеве очищена от штукатурки – Это раскрытие выполнено для того, чтобы современники могли воочию увидеть технологию кладки древнего строения – плинфа и бутовый камень... Фото (Обои для компьютера 1024×768). Студия «Лувр», Минск, 2005 г

Таким образом, реставрация – это сочетание реставрационно-ремонтных работ раскрытия и дополнений.

Реконструкция

Возможна ли реконструкция зданий, расположенных в историческом центре Санкт-Петербурга? Реконструкция – изменение параметров объекта капитального строительства, его частей (высоты, количества этажей, площади, объема), в том числе надстройка, перестройка, расширение объекта капитального строительства, а также замена и (или) восстановление несущих строительных конструкций объекта капитального строительства (Ч. 14 ст. 1 Градостроительного кодекса РФ). В свою очередь, в предмет охраны могут входить: здание, памятник в целом, прилегающая территория, фасады, отдельные несущие и (или) самонесущие строительные конструкции, элементы интерьера, инженерных систем. Таким образом, возможна и реконструкция как отдельных зданий, так и группы зданий, без изменения его индивидуальных особенностей, закрепленных предметом охраны. Например, в процессе реконструкции здания из исходных элементов сохраняются предметы охраны: фасады (кирпичная кладка наружных стен, штукатурный и окрасочные слои, заполнения оконных и (или) оконных проемов, лестницы), а в интерьере меняется все, что только возможно заменить – перекрытия, перегородки, сети инженерного обеспечения. А при реставрации, наоборот, первоочередной целью является сохранение или, по крайней мере, воссоздание первоначального облика предмета охраны [1].

В целом, реставрационно-ремонтные работы реконструкции исторических зданий имеют комплексный характер с учетом основополагающих требований по сохранению предметов охраны объекта культурного наследия. Современные технологии строительного производства позволяют выполнять реставрационно-ремонтные работы и в холодное время года, в том числе и зимой [2].

В настоящее время применяются 3 основных вида фасадных систем, которые в том или ином виде могут быть применены при

выполнении реставрационно-ремонтных работ, с учетом требований по сохранению предметов охраны объекта культурного наследия.

Виды фасадных систем: мокрый; сухой; вентилируемый

Мокрый фасад. Одна из древнейших монолитных технологий оштукатуривания, применяемая до настоящего времени при выполнении ремонтно-реставрационных работ. Название «Мокрый» определяется применением растворов, наносимых на поверхность стен в несколько слоев. Которые, по назначению и свойствам классифицируют на обычные, применяемые в нормальных температурно-влажностных условиях; специальные, имеющие защитные функции по отношению к стеновым материалам (от выветривания, биокоррозии или радиации); декоративные, обладающие заранее заданными свойствами по цвету, микро- и макроструктуре, текстуре и рельефу поверхности, применяемые на фасадах и в отделке интерьера зданий различного назначения. В свою очередь, обычные штукатурки, в зависимости от применяемой технологии оштукатуривания, подразделяют на три вида: простые, улучшенные, высококачественные (рис. 2).

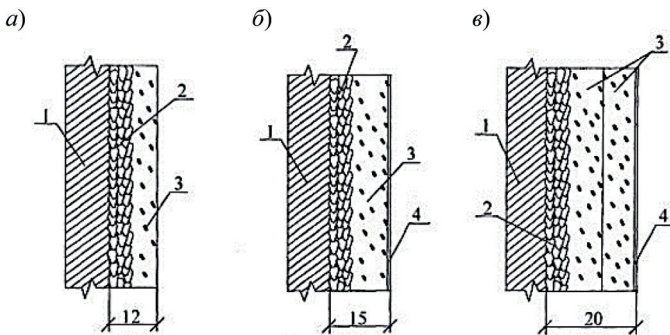


Рис. 2. Классические виды обычной штукатурки

Технология фасадных систем в настоящее время, по сравнению с историческим, не претерпела больших изменений. Могут быть добавлены несколько слоев утеплителя, однако состав

работ и основные слои «мокрого» фасада остались прежними. Современные фасадные системы «мокрого» типа представляют собой многослойную штукатурку – «шубу», включающую слои из утеплителя, прикрепленного к стене, армирующей сетки, грунтовки, вочной штукатурки и шпаклевки (рис. 3).

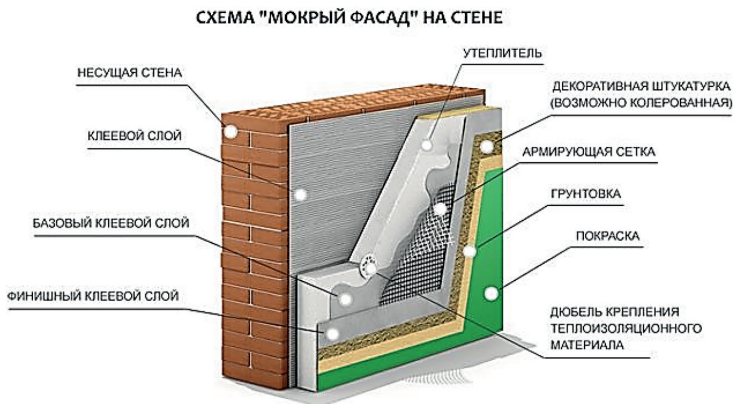


Рис. 3. Система «Мокрый фасад»

Поверх шпаклевки наносятся лакокрасочные материалы, декоративная штукатурка или другие отделочные декоративные материалы [3].

Решения задач совершенствования организационно-технологических решений в проектировании конструкций из кирпича с учетом теплотехнических особенностей рассмотрены А. Д. Тришиной в [4]. В которой рассмотрена проблема трансмиссионных потерь тепловой энергии через наружные ограждающие конструкции из кирпича, в том числе и исторических объектов – памятников истории и культуры народов РФ. Выполнен анализ характерных особенности применения кирпичной кладки, выявлена и обоснована необходимость проведения работ по устройству теплозащиты подобных ограждающих.

Преимуществом «мокрых» фасадов является возможность выполнения на фасаде здания сложных декоративных элементов, что особенно важно при реставрации.

Минус таких систем – ограниченность использования дополнительной облицовки (плитка, кирпич), так как необходимо учитывать требования паропроницаемости и вес таких конструкций [3]. Основные операции: подготовка основания; установка кронштейнов и монтаж утеплителя; заделка стыков между плитами и забивка тарельчатых дюбелей фасадной системы; монтаж армирующих элементов и сетки; затирка сетки, нанесение основного слоя и декоративного слоев штукатурки с возможной последующей окраской по поверхности.

Фасадные системы «мокрого» типа могут с успехом применяться при восстановлении частей штукатурки на значительной площади и при воссоздании штукатурных слоев, как по фасадам, так и в интерьере зданий.

Сухой фасад. Название «сухой фасад» подразумевает отсутствие в технологии фасадных работ жидкого клея (геля) или цементного раствора, а монтаж отделочного материала такого фасада на стеновые конструкции производится крепежными деталями (планками, дюбелями, гвоздями и т. п.) [5]. Для устройства лицевого слоя «сухого фасада» применяются твердые строительные материалы: прокатные или штампованные профили, панели, плиты или плитки (сайдинг, сэндвич-панели из синтетических материалов, металлические листы, плиты из искусственного камня, керамогранита и т. п.).

Способы монтажа теплоизоляции «сухих фасадов» на стены зданий могут быть «лёгкими» или «тяжёлыми». «Лёгкий» метод утепления применяется, когда используемые отделочные материалы имеют небольшой вес. Такими материалами могут быть доски или крупноразмерные панели. Крепят их к каркасу метизами, прикручивают, либо прибивают. «Лёгким» способом утепляют здания любых типов.

При «тяжёлом» методе, отделочные материалы обладают большим весом. Это могут быть, например, каменные или керамогранитные плиты. Естественно, в данном случае прочность каркаса должна быть высокой, чтобы выдержать значительный вес данных материалов. Элементы облицовки навешивают на специальные кронштейны. Таким образом, этот метод применяется только

на зданиях с прочными каменными стенами, так как «тяжёлая» система передаёт нагрузку на стены здания.

«Сухие фасады» могут применяться при реконструкции зданий на участках, не являющихся предметом охраны (надстройки, пристройки, вставки), а также при консервации существующих штукатурных слоев и стен, являющихся предметом охраны.

Вентилируемый фасад. Название вентилируемого фасада определяет наличие воздушной прослойки в фасадной системе – воздушного промежутка, который не позволяет влаге конденсироваться внутри конструкции, так как организуется воздушный поток, который действует по принципу вытяжной трубы из-за разницы потенциалов давлений по низу и верху системы, в результате чего влага уходит в виде пара.



Рис. 4. Принципиальная схема устройства современного вентилируемого фасада

Применяется несколько видов вентилируемых фасадов, но их конструкции похожи между собой. Вентилируемый фасад состоит из облицовки, теплоизоляционного материала и несущей конструкции, крепящейся к стене (например, металлический каркас), обеспечивая вентилируемый зазор 15–25 мм (рис. 4). Элементы такого фасада расположены по оптимальной схеме уменьшения

показателей их теплопередачи и возрастания сопротивления паропроницаемости снаружи вовнутрь. Такое расположение бережет теплоизоляционный материал и стены от воздействий окружающей среды, что, также, увеличивает срок службы утеплителя. Также, внутренние слои вентилируются, что способствует удалению из них влаги [6].

Для вентилируемых фасадов используются только негорючих материалы, что дает дополнительную защиту строительных конструкций от пожаров.

Вентилируемые фасады могут применяться при реконструкции зданий на участках, не являющихся предметом охраны (надстройки, пристройки, вставки), а также при консервации существующих штукатурных слоев и стен, являющихся предметом охраны. Такие системы являются надежной защитой стеновых конструкций от дождей и снега.

Основные этапы реставрации фасадов зданий

Для совершенствования или воссоздания внешнего вида фасада здания в соответствии с заданиями КГИОП выполняется значительный комплекс работ в соответствии с принятой технологией реставрации. В свою очередь, процесс реставрации объекта культурного наследия включает в себя следующие этапы:

1-й этап – обследование. Перед началом работ в обязательном порядке должно быть проведено детальное обследование фасада здания с применением различных инструментов. Обследование производится с целью выявления дефектов наружной отделки или конструкций. На данном этапе осматриваются стены по всей площади, цоколь. Особо тщательно осматриваются участки стен в местах положения водосточных труб, обрамления и заполнения проемов, балконов. При выявлении аварийного состояния строительных конструкций балконов, лоджий, козырьков, эркеров, принимается решение о запрещении их использования, разрабатывается комплекс мероприятий по устранению выявленных дефектов. Некоторые виды типичных дефектов конструкций показаны на рис. 5 и 6 (фото автора).



Рис. 5. Примеры значительного повреждения фасада с выпадением кирпича из кладки

2-й этап – разработка научно-проектной документации.

Исходными данными для процесса проектирования ремонта являются результаты обследования фасадов здания. Принимаются принципиально важные организационные и технологические решения ремонта фасадов.



Рис 6. Разрушение кладки стены (слева) и механические повреждения опорной части кладки перемычки в месте пропуска труб (справа)

3-й этап – экспертиза проектно-научной документации.

Получение необходимых разрешений на производство ремонтно-реставрационных работ.

4-й этап – производство ремонтно-реставрационных работ.

Далее производятся реставрационные и/или ремонтные работы.

5-й этап – приемка-сдача выполненных ремонтно-реставрационных работ. После выполнения всех работ объект сдается заказчику вместе с необходимой документацией.

Процесс выполнения и результаты реставрации фасадов на всем их протяжении контролируются надзорными органами.

Организационные решения реставрации и реконструкции объектов культурного наследия

Отдельные отличительные особенности организации работ по реставрации и реконструкции объектов культурного наследия рассмотрены А. С. Серовой в статье «Совершенствование организации строительных работ на объектах культурного наследия» [7].

Самым сложным является процесс реставрации, потому что необходимо сохранить, а порой и воссоздать первоначальный облик памятника. Технология производства реставрационных работ во многом отличается от реконструкции и нового строительства. Их выполнять сложнее, а значит, времени требуется больше.

К календарным планам (КП) в реконструкции относятся все документы по планированию, в которых на основе объемов строительно-монтажных работ (СМР) и принятых организационных и технологических решений определены последовательность и сроки осуществления реконструкции, календарные планы являются основными документами в составе проекта организации реконструкции (ПОР).

В соответствии с календарными планами реконструкции разрабатываются календарные планы обеспечения – график потребности в рабочих кадрах и материально-технических ресурсах.

Структура, состав и степень детализации основных данных КП зависят от назначения проектной документации, в состав которой входит КП, и, следовательно, определяется периодом работ, которому он посвящен, уровнем производства, для которого предназначен, и временем, когда он разрабатывается. Основным параметром, определяющим весь остальной состав КП, является период времени, на который он рассчитан. В КП реконструкции, входящем в состав ПОР, таким периодом является год, квартал,

месяц, декада, неделя, день; в графике выполнения работ в составе технологической карты в зависимости от объемов и продолжительности работ – день, смена и час, а в транспортно-монтажных графиках – час и минута.

Базой для формирования основных видов задач календарного планирования является связь между обобществленными трудозатратами Q , трудовыми ресурсами R и общей продолжительностью работ T .

Если известна общая продолжительность работ, которая определяется либо по нормам продолжительности реконструкции, либо задается директивно, и обобществленные трудозатраты, то задача календарного планирования сводится к определению обобщенного количества трудовых и машинных ресурсов, т. е. $R(T, Q)$. Такие задачи носят названия ресурсных задач, а их решения также должны учитывать ограничения как по количественному использованию трудовых, материально-технических и финансовых ресурсов, так и сопутствующие временные ограничения.

Другой вид задач календарного планирования сводится к определению общей продолжительности реконструкции при заданных ресурсах и обобщенных трудозатратах. Временные задачи предусматривают взаимную увязку работ только во времени, однако при этом также учитываются ограничения на ресурсы, стоимость и отдельные временные ограничения.

Начальный этап календарного планирования связан с выбором модели организации работ, которая в наибольшей степени удовлетворяет потребностям производства, конкретным экономическим и техническим условиям. В зависимости от конкретных условий реконструкции определяется организационно-технологическая схема, которая является основой для разработки модели календарного плана. Именно организационно-технологическая схема определяет ту или иную постановку задачи календарного планирования, а также существенные условия, критерии и ограничения. Методы и способы организации работ определяются конкретными условиями реконструкции, характером увязки работ в их технологической последовательности, во времени и пространстве.

Невозможно выполнять ремонтно-реставрационные работы без применения какого-либо метода организации работ. В реставрации, реконструкции, как и в новом строительстве, можно выделить следующие основные группы методов организации работ: последовательных, поточных, параллельно-поточных и параллельных.

Следует отметить, что выделение групп последовательных, поточных, параллельно-поточных и параллельных методов организации работ имеет в большей степени теоретическое значение, связанное с выявлением преимущества поточных методов организации работ.

Последовательные методы – предусматривают такую организацию работ, при которой в каждый момент времени выполняется не более одной работы.

Поточный метод организации работ формируется посредством пространственного деления общего фронта работ на частные фронты работ и параллельного выполнения на них разнотипных частных потоков работ.

Параллельные методы предусматривают такую организацию работ, при которой работы на одном объекте выполняются одновременно разными бригадами.

Параллельно-поточный метод – это метод, допускающий одновременное выполнение как однотипных работ (элементы параллельности), так и разнотипных (элементы поточности).

По существу, все методы организации работ определяют взаимную увязку работ во времени и в пространстве, характер поставки и использования ресурсов [8].

Заключительная часть

В результате решения задач комплексной технической оценки организационно-технологических решений, применяемых в процессе реставрационных работ, реконструкции и выполняемых для обеспечения долговечности фасадных систем показано:

1. К реставрационным работам могут быть отнесены и текущие ремонтные работы, выполняемые участками традиционными строительными методами, основной целью которых является

поддержание памятника в работоспособном техническом состоянии. При этом предмет охраны в составе памятника не теряет своих свойств.

2. Местами возможна реконструкция как отдельных, так и группы исторически значимых зданий, без изменения индивидуальных особенностей, закрепленных предметом охраны.

3. Фасадные системы классического «мокрого» типа с успехом применяются при восстановлении частей штукатурки на значительной площади и при воссоздании штукатурных слоев, как по фасадам, так и в интерьере зданий.

4. При реконструкции исторических зданий на участках, не являющихся предметом охраны (надстройки, пристройки, вставки), а также при консервации существующих штукатурных слоев и стен, являющихся предметом охраны, могут применяться «сухие» и вентилируемые фасады. Такие системы являются надежной защитой стеновых конструкций от дождей и снега.

5. Невозможно выполнять ремонтно-реставрационные работы без применения какого-либо метода организации работ. В реставрации, реконструкции, как и в новом строительстве, можно выделить следующие основные группы методов организации работ: последовательных, поточных, параллельно-поточных и параллельных, позволяющие выполнять календарное планирование и технико-экономическую оценку выполняемых ремонтно-реставрационных работ.

Литература

1. Серова А. С. Особенности экономического обоснования в организации работ по сохранению объектов культурного наследия // Сб. статей магистрантов и аспирантов. Серия «Строительство». Вып. 3. Т.1. СПбГАСУ. СПб. 2020. С. 333–341.

2. Бодягина Е. С. Реставрационные работы в зимнее время в г. Санкт-Петербурге // Сб. статей магистрантов и аспирантов. Серия «Строительство». Вып. 3. Т.1. СПбГАСУ. СПб. 2020. С. 220–227.

3. Рубрика «Современная архитектура» на сайте журнала «Деловой квартал». URL: <https://delovoy-kvartal.ru/fasadnyie-sistemyi> (дата обращения: 22.12.2020)

4. Тришина А. Д. Совершенствование организационно-технологических решений в проектировании конструкций из кирпича с учетом теплотехнических особенностей // Сб. статей магистрантов и аспирантов. Серия «Строительство». Вып. 2. Т. 1. СПбГАСУ. СПб. 2019. С. 263–270.
5. Юдина А. Ф. Реконструкция и техническая реставрация зданий и сооружений. Учеб. пособие 2-е изд. / Москва. Издательский двор. 2012. 315 с.
6. Студенческая библиотека онлайн URL: https://studbooks.net/2282799/nedvizhimost/ventiliruemye_neventiliruemye_sistemy_naruzhnogo_utepleniya. (дата обращения: 27.12.2020)
7. Серова А. С. Совершенствование организации строительных работ на объектах культурного наследия // Сб. статей магистрантов и аспирантов. Серия «Строительство». Вып. 2. Т.1. СПбГАСУ. СПб. 2019. С. 246–252.
8. Колесник А. С. Магистерская диссертация Разработка организационно-экономической модели сохранения объекта культурного наследия, на примере учебного корпуса НИУ–ВШЭ в г. Санкт-Петербурге, СПбГАСУ, СПб, 2018.

УДК 69.059.2

Людмила Васильевна Волкова,
канд. экон. наук, доцент
Лолита Анатольевна Глуценко,
студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: Loli.glu@yandex.ru,
vlv2000@inbox.ru

Liudmila Vasilievna Volkova,
PhD of Economics, Associate Professor
Lolita Anatolyevna Gluschenko,
student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: Loli.glu@yandex.ru,
vlv2000@inbox.ru

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО РЕКОНСТРУКЦИИ КРАНОВОЙ ЭСТАКАДЫ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ЗАВОДА

ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR RECONSTRUCTION OF CRANE TRESTLES MACHINE-BUILDING PLANT

Степень износа основных фондов в экономике России тормозила развитие отраслей промышленности на протяжении 20 лет. Вследствие этого, модернизация и обновление производственных предприятий стали объективной необходимостью, а инвестиции в данные направления все еще должны обеспечить прорывное развитие нашей страны в ближайшие несколько лет. Особенно важно обновлять машиностроительные предприятия с учетом «зеленых технологий» машиностроения. В статье проанализированы и систематизированы данные по выбросам загрязняющих веществ от машиностроительных заводов и определены дополнительные причины, влияющие на экологию. Кроме того, предложены некоторые организационно-технологические решения по реконструкции крановой эстакады машиностроительного завода с целью минимизации его негативного влияния на качество городской среды.

Ключевые слова: реконструкция, модернизация, крановая эстакада, экология, промышленные здания и сооружения, машиностроение.

The degree of depreciation of fixed assets in the Russian economy has hindered the development of industries for 20 years. As a result, modernization and renewal of industrial enterprises have become an objective necessity, and investments in these areas should ensure the breakthrough development

of our country in the next few years. It is especially important to update machine-building enterprises taking into account the „green technologies“ of mechanical engineering. The article analyzes and systematizes data on emissions from machine-building plants and identifies additional reasons that affect the quality of the urban environment. In addition, some organizational and technological solutions are proposed for the reconstruction of the crane overpass of the machine-building plant in order to minimize its negative impact on the quality of the urban environment.

Keywords: reconstruction, modernization, crane overpass, ecology, industrial buildings and structures, mechanical engineering.

Машиностроительная промышленность России является ведущей отраслью народного хозяйства и влияет на развитие научно-технического процесса в других отраслях. Так, к одной из важнейших задач, стоящих перед машиностроением, можно отнести повышение технического уровня производства. Решение этой задачи определяется требованиями качественного изготовления постоянно усложняющихся конструкций, проектируемых транспортных и технологических машин, необходимостью повышения производительности труда и рационального использования материальных, трудовых и финансовых ресурсов [1].

Согласно данным Федеральной службы государственной статистики степень износа основных фондов в экономике России на конец 2019 отчетного года составляет 37,8 %, а это значит, что сегодня состояние основных фондов по России находится в лучшем за последние 23 года состоянии (рис. 1).

Улучшение состояния степени износа основных фондов на конец 2019 года напрямую связано с национальным проектом «Экология», рассчитанным на период с 2019 по 2024 годы. В настоящее время Министерство промышленности и торговли Российской Федерации проводит активную работу по содействию в решении задачи снижения негативного воздействия на окружающую среду путем формирования и развития экологического машиностроения. Национальный проект «Экология» предусматривает целый комплекс мероприятий, направленных на создание отрасли экологического машиностроения и представляет собой разработку ключевых видов экологического оборудования.

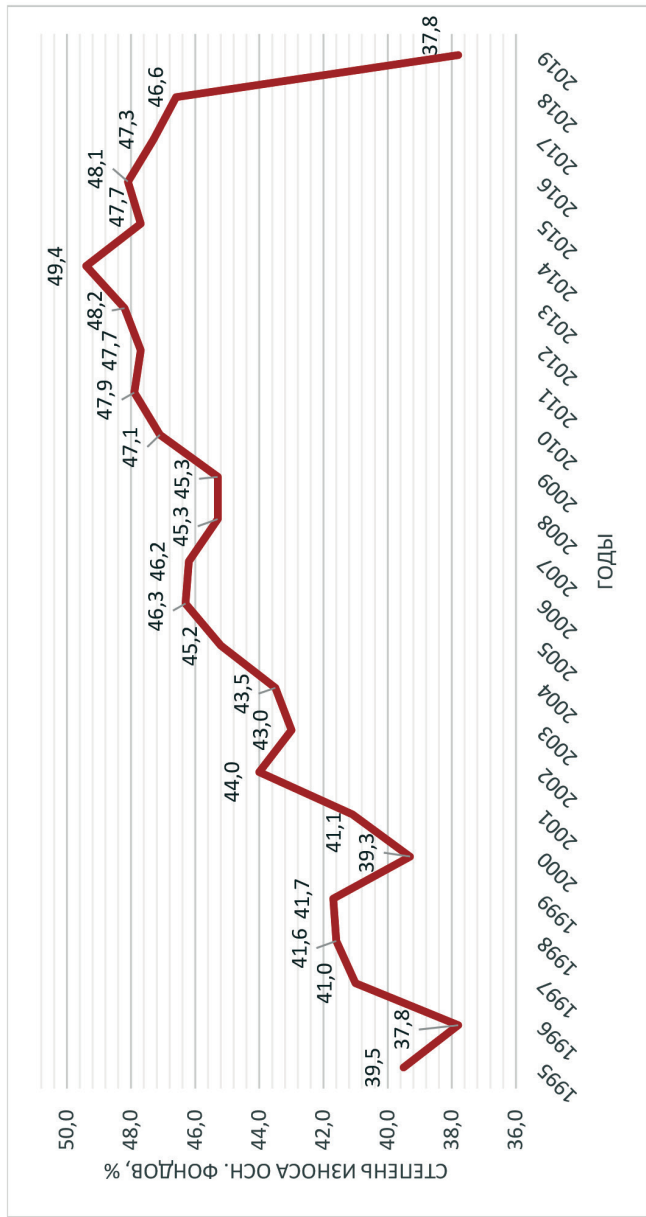


Рис. 1 Износ основных фондов в промышленности РФ на конец отчетного года, в процентах

Итогом реализации данного федерального проекта должна стать конкурентоспособная экологическая промышленность и повышение спроса на отечественные технологии [2].

Переход к современным технологиям, проектирование и создание новых машин и оборудования неизбежно требует создания новых основных фондов. Таким образом, реконструкция и обновление производственных предприятий в ближайшие годы – объективная необходимость.

И так как чаще всего машиностроительные предприятия являются градообразующими, их реконструкция обязана привести к «идеальному» виду предприятия, которое причинит минимальный ущерб экологии. Превышение технологических нормативов и предельно допустимых выбросов при вводе в эксплуатацию реконструированных предприятий недопустимо и должно быть максимально снижено, что возможно осуществить, используя «зеленые технологии», которые включают в себя как экологически безопасное сырье, так и экологически безопасные конечные продукты и, конечно же, экологически безопасные технологии производства [3].

В этой статье авторы анализируют данные по выбросам вредных веществ от машиностроительных предприятий, которые оказывают негативное воздействие на окружающую среду, выделяют дополнительные причины, влияющие на загрязнение экологии заводами, а также формулируют организационно-технологические решения по реконструкции открытой крановой эстакады средне-статистического машиностроительного завода с целью минимизации его негативного влияния на качество городской среды.

Каждое предприятие, оказывающее негативное влияние на экологию, должно быть поставлено на государственный учет как объект негативного воздействия на окружающую среду (далее – НВОС) в соответствии с определенной категорией.

Категория объекта НВОС присваивается исходя из сведений об инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и их источников. В соответствии со статьей 4.2. Федерального закона от 10.01.2002 №7-ФЗ «Об охране окружающей среды» объекты, оказывающие негативное воздействие на

окружающую среду, в зависимости от уровня такого воздействия подразделяются на четыре категории:

1) объекты, оказывающие значительное негативное воздействие на окружающую среду и относящиеся к областям применения наилучших доступных технологий, – объекты 1 категории НВОС;

2) объекты, оказывающие умеренное негативное воздействие на окружающую среду, – объекты 2 категории НВОС;

3) объекты, оказывающие незначительное негативное воздействие на окружающую среду, – объекты 3 категории НВОС;

4) объекты, оказывающие минимальное негативное воздействие на окружающую среду, – объекты 4 категории НВОС.

Машиностроительные предприятия способны интенсивно загрязнять окружающую среду. Более 40 тыс. промышленных предприятий России [4] играют заметную роль в загрязнении окружающей среды, ежегодно выбрасывая в атмосферу до 32 % промышленных загрязнений, в то время как очистным оборудованием машиностроение оснащено лишь на 30–50 % [5], да и то – редко является современным.

К основным выбросам предприятий можно отнести следующие токсичные вещества, приведенные в табл. 1, появляющиеся в результате технологических процессов производства и загрязняющие воздух, воду и почву отходами промышленности.

Таблица 1

Последствия выбросов загрязняющих веществ [6, 7]

Геосферы, страдающие от загрязнений	Загрязняющие вещества	Последствия выбросов
Атмосфера	Оксид углерода, оксид азота, диоксид углерода, диоксид азота, диоксид серы, метан, фенол, свинец, сернистый ангидрид и др.	Тяжелые болезни людей из-за ухудшения качества воздуха; фотохимический смог, нарушающий работу легких и замедляющий фотосинтез растений; парниковый эффект, провоцирующий повышение температуры на планете (изменение климата)

Геосферы, страдающие от загрязнений	Загрязняющие вещества	Последствия выбросов
Гидросфера	Нефтепродукты, кадмий, свинец, сульфаты, хлориды, цианиды, соли никеля, хрома, и др. Предприятия используют воду для технологических нужд, для охлаждения реакторов, при выработке энергии, сбрасывают отходов в системы водоотведения без надлежащей очистки	Негативное воздействие на качество и количество пригодной воды; нарушение естественной экосистемы; воздействие на живые организмы
Литосфера	Пыле-газовые выбросы, твердые и жидкие промышленные отходы: опилки, стружка, зола, шлаки, пыль, ветошь и др.	Снижение качества почвы; гибель растений; ухудшение здоровья людей и животных, изменение генотипа и др.

Основными источниками загрязнения окружающей среды являются литейное производство, травильные, гальванические, сварочные и покрасочные цеха (участки), а также цеха механической обработки.

Загрязненность окружающей среды увеличивается из-за снижения технического уровня производства, износа технологического оборудования, сокращения капитальных вложений на природоохранные мероприятия, что еще раз подтверждает, что реконструкция и модернизация машиностроительных предприятий необходимы и важны.

Уменьшение вредного воздействия на окружающую среду можно достичь путем применения новых технологий производства и установки более современных очистных сооружений, которые помогут сократить количество промышленных

выбросов и будут предотвращать попадание вредных веществ в атмосферу.

Кроме того, необходимы новые подходы к утилизации отходов машиностроения, а также их сортировка непосредственно на предприятии – селективный сбор отходов.

Некоторые виды деревьев и кустарников поглощают определенные поллютанты. Например, акация, сирень и шиповник аккумулируют минеральные элементы. Каштан и тополь накапливают железо, а лиственница и береза – свинец [8]. Для охраны литосферы от загрязнения такие растения целесообразно высаживать в городах, рядом с промышленными предприятиями или непосредственно на территории заводов.

Сформулируем общие требования к охране окружающей среды при реконструкции промышленных объектов:

- 1) не превышать экологические и санитарно-гигиенические нормативы качества атмосферного воздуха;
- 2) предусмотреть постоянный контроль выбросов в атмосферу;
- 3) установить санитарно-защитные зоны предприятия;
- 4) разработать мероприятия по снижению выбросов вредных веществ;
- 5) разработать мероприятия по обезвреживанию вредных веществ.

Важно отметить, что загрязнения от промышленных предприятий происходят не только в результате технологических процессов. Так, на большинстве машиностроительных предприятий в производственном процессе задействована открытая крановая эстакада.

Крановая эстакада представляет собой инженерное сооружение, состоящее из опор и горизонтального пролетного строения, которое служит несущей конструкцией для мостовых кранов, движущихся на некоторой высоте над поверхностью земли и используемых для перемещения различных материалов или изделий [9]. Обычно крановой эстакадой называют открытое (без ограждений) сооружение, опоры которого несут только мостовые краны. К зоне эстакады подводят транспортные коммуникации – железнодорожный путь или автодорогу, используемые для вывоза перерабатываемых грузов.

В ряде случаев на предприятиях, нуждающихся в реконструкции, крановые эстакады находятся в аварийном состоянии, так как конструкции, несущие мостовые краны, недостаточно долговечны (особенно крановые рельсы, их крепления к балкам и подкрановые балки, а также крепления балок к колоннам).

Подкрановые конструкции на эстакадах эксплуатируются в более агрессивных условиях, чем в зданиях. Отметим наиболее важные:

1) конструкции находятся непосредственно под воздействием атмосферных осадков, вследствие чего подвержены коррозии (рис. 2);

2) многократно повторяемая динамическая нагрузка, обусловленная движением кранов, на несущие конструкции эстакады при их относительно малой массе;

3) опоры эстакад гораздо более деформированы (рис. 3), чем колонны зданий, в связи с чем локальная крановая нагрузка не перераспределяется между несущими конструкциями;

4) площадки складов нередко перегружаются, что приводит к деформации грунтов оснований, кренам фундаментов и изменяет ширину подкранового пути [9].



Рис. 2. Повреждения от коррозии на крановой эстакаде одного из машиностроительных предприятий Санкт-Петербурга



Рис. 3. Деформации элементов крестовых связей колонн крановой эстакады одного из машиностроительных предприятий Санкт-Петербурга

Открытые крановые эстакады на старых машиностроительных предприятиях зачастую не имеют доступа к железнодорожным путям и автодорогам и используются только как склад для хранения необработанных материалов на открытом воздухе (рис. 4). Находясь под постоянным воздействием атмосферных осадков, подкрановые конструкции и хранящиеся на эстакаде материалы подвергаются коррозии, продукты которой попадают в землю и сточные воды, что негативно сказывается на экологии.



Рис. 4. Склад металла на открытой крановой эстакаде одного из машиностроительных предприятий Санкт-Петербурга

Реконструкция открытых крановых эстакад необходима для снижения негативного воздействия на почву и воду. Предлагается проводить реконструкцию открытых крановых эстакад старых промышленных предприятий в четыре этапа:

1) освободить пролет близлежащего цеха или склада под временное хранение материалов, находящихся на эстакаде;

2) переместить материалы, хранящиеся на эстакаде, на освобожденные площади;

3) возвести каркас здания из жестко соединенных с фундаментами колонн и шарнирно опертых на них стропильных ферм. На фермы покрытия опереть прогоны из швеллера, которые будут нести профнастил покрытия. Организовать площадку для хранения материалов с твердым покрытием и открытой системой дренажа для сбора стоков;

4) вернуть материалы на эстакаду.

В результате проведенной реконструкции хранящийся на эстакаде материал будет находиться в удовлетворительном состоянии, что позволит задействовать его в производстве без дополнительных затрат на восстановление. Кроме того, будет снижен слив продуктов коррозии в почвы, стоки будут собираться с поверхности системой дренажа и отводиться в городскую канализацию (что особенно актуально для предприятий близ рек).

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Уровень развития российской промышленности напрямую зависит от темпов технологического обновления отечественного машиностроения.

2) Машиностроительные предприятия ежегодно выбрасывают в атмосферу 32 % промышленных загрязнений, тогда как очистными сооружениями оборудованы лишь 30 % предприятий [5]. С целью снижения загрязнений атмосферного воздуха, почвы и воды на заводах машиностроительной промышленности устанавливают современные очистные сооружения, разрабатывают мероприятия по экологическому сопровождению производства, внедряют системы экологического менеджмента.

3) Негативное воздействие на окружающую среду обусловлено не только производственной деятельностью завода машиностроительной отрасли, но также и наличием на его территории зданий и сооружений, находящихся в ветхом или аварийном состоянии, в частности, изношенных металлических конструкций крановых эстакад, необходимых для передвижения кранов, разгрузочных и монтажных эстакад и других промышленных сооружений. При реконструкции таких объектов необходимо разрабатывать такие организационно-технологические решения, которые обеспечат соблюдение требований к охране окружающей среды в процессе их строительства и дальнейшей эксплуатации.

Литература

1. Быков В. В. Технология машиностроения. Курсовое проектирование: учебное пособие для студентов спец. 150405, 190603. М.: МГУЛ, 2006. 320 с.
2. Минпромторг России. Национальные проекты – экология – национальный проект Экология. URL: <http://ecopress.center/page6526814.html> (дата обращения: 28.12.2020).
3. Фиговский О. Л. Зелёные технологии. Обзор новых научно-технических разработок / Фиговский О. Л., Гумаров В. А. // Журнал Relga – Наука и техника. 2018. №3. URL: <http://www.relga.ru/Environ/WebObjects/tguww.woa/wa/Main?textid=5324&level1=main&level2=articles> (дата обращения: 30.12.2020).
4. Флоринских Ю. К. Обзор машиностроительной отрасли РФ – публикация от 03.06.2020. URL: <https://заводы.рф/publication/obzor-mashinostroitelnouy-otrasli-rf> (дата обращения: 02.01.2021).
5. Яхно А. С. Экологические аспекты деятельности машиностроительных предприятий: проблемы и пути решения / Яхно А. С., Румянцева А. В. // Система управления экологической безопасностью: сборник трудов IX заочной международной научно-практической конференции. 2015. С. 102–107. URL: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/37419/1/ecology_2015_102-107.pdf (дата обращения: 05.01.2021).
6. Нозирзода Ш. С. Влияние машиностроительного предприятия на окружающую среду (на примере ООО «Юргинский Машзавод») / Нозирзода Ш. С., Пономарёва В. А. // Экологические проблемы промышленного развитых и ресурсодобывающих регионов: пути решения: сборник III Всероссийской научно-практической конференции. 2018. С. 324–328.
7. Ларионов Н. М. Промышленная экология: учебник и практикум для СПО. / Ларионов Н. М., Рябышенков А. С. // 2-е изд., перераб. и доп. М.: Издательство Юрайт, 2018. 382 с.

8. Татарникова В. Ю., Дашиева О. А. Древесные растения и городская среда / Татарникова В. Ю., Дашиева О. А. // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2009. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/drevesnye-rasteniya-i-gorodskaya-sreda/viewer> (дата обращения: 05.01.2021).

9. СП 43.13330.2012. Сооружения промышленных предприятий. Актуализированная редакция СНиП 2.09.03-85 (с Изменениями № 1, 2) М.: ФЦС, 2013. 106 с.

УДК 69.003:65

Александр Васильевич Кабанов,
канд. техн. наук, доцент
(Петербургский государственный
университет путей сообщения
Императора Александра I)
E-mail: avkabanov07@inbox.ru

Alexander Vasilevich Kabanov,
PhD of Tech. Sci., Associate Professor
(Emperor Alexander I
St. Petersburg
State Transport University)
E-mail: avkabanov07@inbox.ru

ПРЕДПРОЕКТНАЯ РАЗРАБОТКА ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ПО СОЗДАНИЮ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ МАГИСТРАЛЕЙ ПО КОНТРАКТАМ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

PRE-DESIGN DEVELOPMENT OF ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL SCHEMES FOR CREATION OF HIGH-SPEED HIGHWAYS UNDER LIFE CYCLE CONTRACTS

С учетом специфики опорно-барьерных точек трассы и ввода в эксплуатацию, приводятся особенности разработки организационно-технологических схем строительства новых железных дорог обычного типа и высокоскоростных магистралей (ВСМ). При сравнении вариантов схем строительства ВСМ, предлагается дополнительно учитывать, в технико-экономических расчетах, плановый горизонт эксплуатации магистрали в рамках продолжительности жизненного цикла сооружения. Приводится методика разработки организационно-технологических схем с учетом продолжительности всех периодов создания и развития ВСМ, включая период эксплуатации.

Ключевые слова: схемы ввода в эксплуатацию; тестирование инфраструктуры ВСМ; контракты жизненного цикла.

Taking into account the specifics of the reference-barrier points of the route and commissioning, the features of the development of organizational and technological schemes for the construction of new railways of the usual type and high-speed highways (HSM) are given. When comparing versions of HSM construction schemes, it is proposed to additionally take into account, in the technical and economic calculations, the planned horizon of the highway operation within the life cycle of the structure. The methodology of development of organiza-

tional and technological schemes is given taking into account the duration of all periods of creation and development of HSM, including the period of operation.

Keywords: commissioning schemes; testing of HSM infrastructure; Life cycle contracts.

Система управления проектом создания высокоскоростной магистрали (ВСМ) включает в себя: проектирование, строительство и эксплуатацию ВСМ. Она позволяет применять комплексную систему эксплуатационно-целевых, технико-экономических и организационно-технологических критериев для повышения управляемости сроками строительства и эффективностью производства. Основа этой системы закладывается в предпроектных проработках при составлении и сравнении вариантов организационно-технологических схем строительства ВСМ, определяющих опорно-барьерные точки трассы; количество лучей развертывания комплексных потоков и др. При этом в существующих нормативно-методических документах учитываются финансовые потоки и траектории развития ВСМ только на период строительства. Современное строительство таких капиталоемких объектов, как высокоскоростные железнодорожные магистрали, ведется по контрактам жизненного цикла; государственно-частного партнерства; концессии. Поэтому, на наш взгляд, существенным дополнением к наиболее точному расчету эффективного варианта организации строительства является учет движения инвестиций в период после сдачи линии в эксплуатацию до истечения продолжительности контракта жизненного цикла.

Перспективное планирование организации строительства ВСМ связано с рассмотрением вариантов ввода линии этапами, циклами тестирования объектов инфраструктуры, поэтому организационно-технологическое вариантное проектирование производства работ железнодорожной магистрали следует выполнять по схеме «этапных узлов». В этом случае наряду с локальными эффектами от ввода линии этапами, будет закладываться материально-техническая база предприятий железной дороги, которые используются уже на этапе эксплуатации линии.

Для новой железной дороги принимается схема ввода в эксплуатацию по этапам, отдельным очередям, участкам, перегонам,

если размер и готовность их обеспечивает возможность использования проектной производственной мощности. Динамика прироста эксплуатационной готовности объектов (по формуле РД-ВЭ-ПК-ПЭ, где РД-рабочее движение поездов; ВЭ-временная эксплуатация участков линии; ПК-пусковой комплекс; ПЭ-постоянная эксплуатация), входящих в состав железнодорожного пути новой железной дороги, показана на рис. 1.

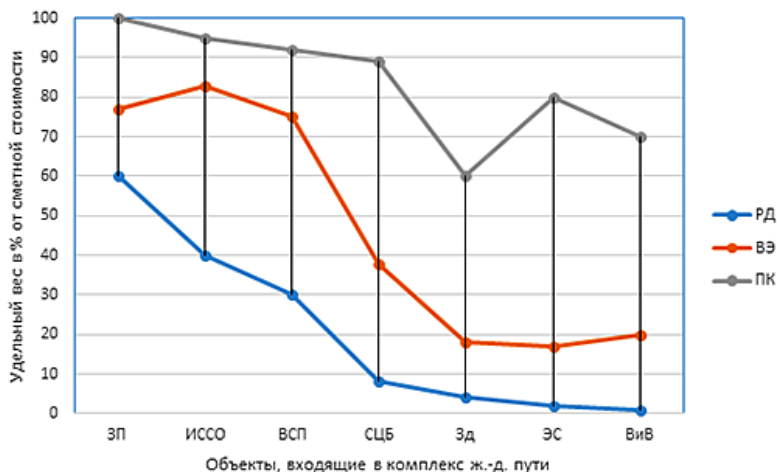


Рис. 1. Особенности ввода в эксплуатацию обычной новой линии

Для скоростного строительства ВСМ (по формуле ПК-Т-ПЭ, где Т – тестовые испытания инфраструктуры ВСМ) предусматривают организацию работ на широком фронте, с учетом новых конструктивно-технологических особенностей, конкретных территориальных и социально-экономических условий, а также возможностей подрядных строительных организаций. Однако издержки, связанные с замораживанием капитальных вложений, на весь период строительства не просчитываются. На рис. 2 показано наращивание эксплуатационной готовности ВСМ.

Методология управления проектами создания ВСМ должна учитывать, что применяемые новые конструктивно-технологические подходы к строительству определяют приоритет возведе-

ния магистрали скоростным методом и введения в эксплуатацию всего строящегося участка (очереди) по схеме пусковой комплекс (ПК) – тестовые испытания (Т) – постоянная эксплуатация (ПЭ).

Контракт жизненного цикла (КЖЦ), как единый объект управления проектом создания ВСМ, требует объединения в программах работ по всему КЖЦ: НИР, ТЭО, предпроектные разработки, проектирование строительства, ввод в эксплуатацию, эксплуатация с ведением ремонтов, этапных обновлений инфраструктуры и т.д. При сдаче в эксплуатацию ВСМ, по каждому циклу тестирования определяется система эксплуатационно-целевых и строительных показателей, на основе которых разрабатываются варианты сводного графика организации строительства и эксплуатации новой железной дороги по контракту жизненного цикла (рис. 3). На рис. 3 показан график по объекту-аналогу 60 км, для среднесетевых условий РФ.

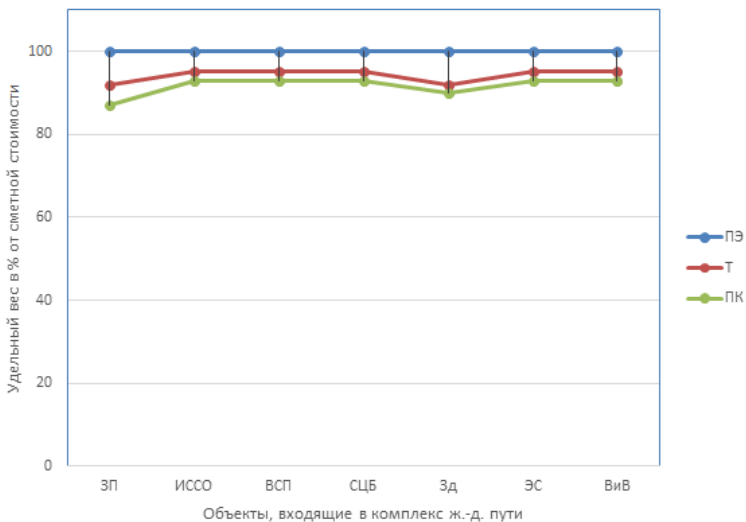


Рис. 2. Особенности ввода в эксплуатацию ВСМ

Преимуществом такого графика является совмещение на одной шкале двух горизонтов планирования – строительного

и эксплуатационного. Реализация периодов создания и развития ВСМ, в рамках контракта жизненного цикла, отражается в нижней части графика выполнения строительных работ ($T_{стр.}$) и в верхней части графика оказания услуг ($T_{экспл.}$).

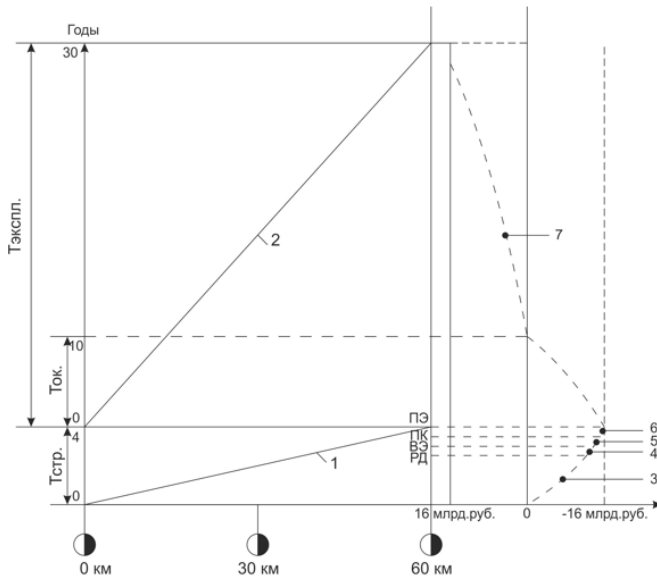


Рис. 3. Траектории строительства высокоскоростной магистрали(ВСМ) и финансовые потоки исполнителя контракта жизненного цикла $T_{стр.}$ – срок строительства магистрали (4 года); $T_{экспл.}$ – время эксплуатации магистрали по контракту жизненного цикла (30 лет); $T_{ок.}$ – срок окупаемости строительства; 1 – траектория развития строительных потоков; 2 – траектория эксплуатации магистрали по ЮКЦ; 3 – начальные вложения подрядчика; 4, 5, 6 – вложения подрядчика с учетом доходов от организации РД, ВЭ и ПК. 3, 4, 5, 6, 7 – дисконтированный поток денежных средств (расходы, поступления).

По модели-аналогу выявляется совокупность ресурсов для строительства и для эксплуатации. Следует учитывать, что технико-экономические расчеты и обоснования для планового горизонта строительства дают более точные данные; позволяют учитывать темпы производства работ для строительных подразделений;

сроки производства работ; сметную стоимость и т. д. Расходы исполнителя контракта (рис. 3, часть кривой вложений подрядчика 3) корректируются за счет доходов от организации РД и ввода линии в эксплуатацию по пусковому комплексу после каждого цикла тестирования (рис. 3, часть кривой вложений подрядчика 4, 5, 6). Эффективный вариант организации строительства ВСМ по КЖЦ предусматривает доходы от эксплуатации линии в пределах срока окупаемости ($T_{ок}$).

Рассмотрение совокупности ресурсов на развитие и эксплуатацию (плановый горизонт «эксплуатация») ($T_{экспл.}$) ведется с учетом графика овладения перевозками, с учетом прогнозируемых наиболее вероятных максимальных и минимальных объемов перевозок. Наиболее значимыми факторами являются энергоемкость расхода на эксплуатацию оборудования, величина межремонтных сроков, расходы на капитальные ремонты. Вышеперечисленные факторы отвечают целевым показателям функционирования ВСМ: эффективность перевозок, надежность функционирования технических систем, долговечность, ремонтпригодность.

При сравнении вариантов графиков следует учитывать, что из-за инфляционных процессов и учета фактора времени (дисконтирование) при выделении инвестиций затраты на всем протяжении строительства и жизненного цикла не будут равномерными. При выборе коэффициента дисконтирования по каждому из плановых горизонтов следует учитывать:

- цели инвестирования и условия реализации проекта;
- уровень инфляции в национальной экономике;
- инвестиционный риск;
- альтернативные возможности вложения капитала;
- финансовые условия инвестора.

В целях повышения эффективности по сооружению ВСМ, в дополнение к существующим документам, профессиональным сообществом, надзорными органами должны быть разработаны:

- методика разработки вариантов схем организации строительства и составления проекта организации строительства (ПОС), с учетом периода эксплуатации в рамках продолжительности жизненного цикла ВСМ;

- технические регламенты оценки готовности сооружений, входящих в состав ВСМ (в том числе по этапам);
- технические требования, предъявляемые к эксплуатационному состоянию железнодорожного пути на каждом из этапов строительства: как для РД, ВЭ, ПК, ПЭ, так и для ПК, Т, ПЭ.

Литература

1. Стратегия развития холдинга «РЖД» на период до 2030 года (основные положения). Дата официального опубликования на <http://doc.rzd.ru>: 16. 04.2014.
2. Методические рекомендации по составу и содержанию обосновывающих материалов по инвестиционным проектам ОАО «РЖД» (часть 1) от 5 марта 2012 г. № 463р.
3. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (утв. Минэкономки РФ, Минфином РФ, Госстроем РФ 21.06.1999 № ВК 477).
4. Теория иерархических многоуровневых систем / Месарович М., Мако Р., Такаха И. М.: Мир, 1973. 344 с.
5. Жинкин Г. Н. Строительство железных дорог / Жинкин Г. Н., Грачев И. А. Учебное пособие для вузов. М.: УМК МПС России, 1999. 381 с.
6. Организация строительства и реконструкция железных дорог: учебник для вузов ж.-д. транспорта / Прокудин И. В., Спиридонов Э. С., Грачев И. А., Колос А. Ф., Терлецкий С. К. // Под. ред. Прокудина И.В. М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на ж.-д. транспорте», 2008. 736 с.
7. Организация и методы транспортного строительства / Ткаченко В. Я., Перцев В. П., Воробьев В. С. и др.; отв. ред. Ткаченко В. Я. Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2007. 318 с.
8. Глобальный трек: развитие транспортной системы на Востоке страны / Ламин В. А., Пленкин В. Ю., Ткаченко В. Я. Екатеринбург: УрО РАН, 1999. 199 с.
9. Оценка эффективности инвестиций в проекты транспортного строительства / Ткаченко В. Я., Перцев В. П., Варнавский В. Г. и др. Новосибирск: Наука, 2004. 334 с.
10. Организация управления крупномасштабным строительством / Гусаков А. А., Ильин Н. И., Борг А., Паулсон Б.; под ред. Гусакова А. А. М.: Стройиздат, 1984. 280 с.
11. Васильева В. М. Управление строительными инвестиционными проектами / Васильева В. М., Панибратова Ю. П. // Учебное пособие. М. ; СПб., 1997. 306 с.
12. Управление строительными проектами : учеб. пособие / Колос А. Ф., Кабанов А. В., Конон А. А. СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2017. 67 с.

13. Кабанов А. В. Проблемы состоятельности организационно-управленческих решений при реформировании строительной отрасли // Экономика и математические методы. 2008. Т. 44. № 1. С. 119–123.

14. Кабанов А. В. Особенности реализации целей инвестиционных проектов железнодорожного строительства в условиях совершенствования институтов рыночной инфраструктуры // Взаимосвязь институциональных изменений и социально-экономической динамики в современной России : сб. докладов ЦЭМИ РАН. М., 2005. С. 222–226.

15. РД-11-04-2006. Порядок проведения проверок при осуществлении государственного строительного надзора и выдачи заключений о соответствии построенных, реконструированных, отремонтированных объектов капитального строительства требованиям технических регламентов (норм и правил) и иных нормативных актов и проектной документации. Приказ Ростехнадзора № 1129 от 26.12.2006.

16. Саркисян С. А. Научно-техническое прогнозирование и программно-целевое планирование в машиностроении. М. : Машиностроение, 1987. 304 с.

17. Акофф Р. О целеустремленных системах / Акофф Р., Эмери Ф. // Пер. с англ. М.: Советское радио, 1974. 269 с.

УДК 658.5:624.05

Роман Владимирович Мотылев,

канд. техн. наук, доцент

Ютта Леонидовна Абракова,

студент

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: yutta.dyck@gmail.com,

motylev@yandex.ru

Roman Vladimirovich Motylev,

PhD of Tech. Sci., Associate Professor

Yutta Leonidovna Abrakova,

student

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: yutta.dyck@gmail.com,

motylev@yandex.ru

ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ВОПРОСАХ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

BUILDING INFORMATION MODELLING IN CONSTRUCTION MANAGEMENT ISSUES

Исследование возможностей применения технологий информационного моделирования в сфере организации строительного производства вызывает большой интерес в последние годы. С целью обобщения опыта научных работ в рамках данной тематики был произведен обзор научной литературы, которая содержит потенциально ценную информацию для дальнейшей проработки вопросов интеграции BIM и процессов разработки основных организационно-технологических документов: ПОС и ППР.

В рамках обзора было сформировано понимание уровня интеграции BIM и ПОС в строительных компаниях России; получено представление о возможных направлениях автоматизации процесса разработки документации; рассмотрены последние разработки в сфере BIM технологий, применимые в организации строительства; структурированы будущие направления исследований в этой области.

Ключевые слова: организация строительства; 4D BIM; ПОС; календарное планирование; мониторинг строительства.

The possibilities of using building information modeling in the construction organization field have attracted great interest in recent years. In order to summarize the experience of scientific researches, the present literature review was carried out. Works containing valuable information for further BIM tech-

nology integration with the development of the main Russian organizational and technological documents were included.

The following steps were made as part of the review: an understanding of the integration level in Russia was formed; directions of development automation were obtained; the latest developments of BIM technologies applicable in the field of construction management were reviewed; future directions of research in this area were structured.

Keywords: organization of construction; 4D BIM; POS; scheduling; construction monitoring.

Введение

Организация строительства представляет собой сложный процесс, компоненты которого зависят от множества факторов и постоянно изменяются во времени. Большое внимание уделяется вопросам совершенствования методов организации строительства. Множество исследований направлены на исследование возможностей применения BIM технологий в этой сфере.

Несмотря на большое количество сообщений о преимуществах BIM, технология еще не полностью раскрыла свой потенциал в плане расширенного применения. В настоящий момент основным решением автоматизации разработки ПОС является 4D BIM моделирование: объединение 3D модели и календарного плана строительства, однако практика показывает, что это решение требует совершенствования, поскольку на данный момент позволяет реализовать только часть процессов организации строительства ввиду ограниченности возможностей.

С целью обобщения опыта научных работ в рамках данной тематики был произведен обзор научной литературы, которая содержит потенциально ценную информацию для дальнейшей проработки вопросов интеграции технологии BIM и процесса разработки основных организационно-технологических документов: ПОС и ППР.

Поиск литературы выполнялся с помощью набора научных баз данных: eLibrary, Science direct, ResearchGate, ИРБИС64+, журнала *Automatization in construction*, материалов I-III Всероссийских научно-практических конференций СПбГАСУ «BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры».

Поиск литературы производился в два этапа. На первом этапе (п. 1.) изучались преимущественно работы отечественных авторов. Этот этап: (1) позволил сформировать понимание уровня интеграции *BIM* и процесса разработки ПОС и ППР в России; (2) дал представление о возможных направлениях автоматизации процесса разработки этих документов, позволил изучить основные проблемы.

На втором этапе (п. 2.) изучались последние разработки в сфере *BIM* технологий, рассматривались работы как отечественных, так и зарубежных авторов. Производились первые шаги по разработке концептуальной основы, которая: (3) определит способы объединения *BIM* и процессов организации строительства; (4) структурирует будущие направления исследований в этой области.

Поиск литературы выполнялся посредством сочетания ключевых слов: «*BIM*, Information Modeling, Информационное моделирование, ЦИМ, ТИМ, автоматизация организации строительства» с основными понятиями: «*4D*, ПОС, ППР, календарное планирование, СГП, безопасность строительства, организация строительства, мониторинг активности, управление поставками, лазерное сканирование, контроль качества, башенный кран, site logistic, scheduling, spatial planning, site management, construction safety, crane safety, construction management, automatic, path planning, site planning, activity overlapping, quality control, Динамо и др.».

В общей сложности 31 термин и около 40 различных комбинаций были использованы для поиска соответствующей литературы, в результате чего было отобрано 38 научных работ, опубликованных преимущественно за период с 2015 г. по 2020 г.

1. Особенности разработки организационно-технологической документации в России. Уровень внедрения *BIM*

Автор исследования [1] 2020 г. отмечает, что разработка раздела 6 проектной документации «Проект организации строительства» производится в *2D* с помощью ПО *AutoCAD*. В исследовании [2] 2019 г. о влиянии ПОС на технико-экономические показатели проекта отмечается, что в настоящее время ПОС разрабатывается без использования технологии *BIM*, которая могла бы улучшить его качество.

1.1. Нормативная документация, методические указания по разработке ПОС

Подробный анализ нормативных требований к разработке проектов организации строительства и их влияние на качество проектной документации произведен авторами работы [3]. Авторы выделяют следующие аспекты: (1) нехватка нормативов и правил по составлению календарных планов, что оказывает негативное влияние на качество разработки; (2) методика составления организационно-технологических схем приведена в справочном пособии к СНиП 3.01.01-85, разработанном ЦНИИОМТП Госстроя СССР в 1989 г. и является неактуальной и неполной; например, не учитывается связь выбора организационно-технологических решений с экономическими показателями; (3) не приводятся критерии отбора строительных машин, механизмов, транспортных средств; расчет себестоимости работы машин производится по сметным нормативам, не учитывающим технические особенности, которые могут повлиять на производительность этих машин в различных условиях строительства; (4) низкая проработанность (нормативы разработаны 30 лет назад) вопроса определения на стадии разработки ПОС потребности в ресурсах (энергоресурсы, трудовые ресурсы, количество временных зданий, площадки складирования). Авторы делают вывод [3] о том, что текущее состояние нормативной документации по разделу организации строительства не в полной мере отвечает требованиям повышения качества проектно-сметной документации.

1.2. Методы календарного планирования

Множество работ, направленных на исследование методов разработки календарных графиков строительства подтверждают необходимость совершенствования последних. Большинство существующих методов по-прежнему требуют большого количества ручного труда.

В работе [4] рассмотрены причины, по которым календарные графики, разрабатываемые традиционным способом, не мо-

гут обеспечить своевременное выполнение строительно-монтажных работ и минимизировать общую продолжительность проекта. Кроме того, представлен обзор ПО [4], применяемого в целях создания 4D модели.

В исследовании [5] говорится об энтропии актуального графика строительства. Актуальный график хода строительства, создаваемый на основе исполнительной документации, фиксирующей ход строительного производства, как правило показывает увеличение количества энтропии, свидетельствующее о диссипации управленческой энергии субъектов управления строительством. В исследовании предлагается определять энтропию по ходу реализации строительного процесса, что даст возможность регулировать качество строительства [5].

Авторы [6] подчеркивают необходимость совершенствования календарного планирования с целью способствовать решению проблем реализации проектов комплексного освоения территорий.

Авторы исследования [7] отмечают, что без ответа остается решение задачи, связанной с методикой формирования адекватного календарного графика строительства по проектным элементам. В работе представлена методика визуализации календарного планирования с помощью Autodesk Revit, выделены следующие шаги: проектирование общеплощадочного строительного генерального плана, формирование временной шкалы по стадиям строительства, закрепление за стадиями проектируемых элементов, выбор нужной стадии для визуализации анализируемой аксонометрии строительной площадки.

1.3. Энергоэффективность

В исследовании [8] говорится, что при решении задачи оптимизации ПОС целесообразно учитывать факторы энергопотребления. В работе авторы приводят оценку приоритетности мероприятий по снижению энергопотребления на строительной площадке.

1.4. Контроль качества

Авторы статьи [9] отмечают малую эффективность традиционных методов контроля качества при проведении строительного надзора. Отмечают возможность повышения качества управленческих решений при условии получения актуальной и достоверной информации в течение короткого промежутка времени. Описывают подход по созданию комплексной модели строительно-монтажных работ посредством формирования интерактивной модели, синхронизации календарного графика строительных работ, фиксации выполненных объемов работ, систематизации и анализа полученных данных, визуализации, выполнения конечного отчета [9].

1.5. Проблемы при разработке организационно-технологической документации

На основании работ [4], [10], в которых затрагиваются вопросы анализа организационно-технологической документации, выделим основные недостатки процесса ее разработки с использованием существующей методики (определенной в соответствии с действующим законодательством РФ), которые могут оказывать негативное влияние на эффективность принятия решений в процессе строительства, безопасность труда, качество выполнения СМР и др.:

- календарные графики сложно «читать» и применять в качестве эффективного инструмента управления [4];
- сложность проверки, внесения изменений, требуется пересмотр и индексация всей документации;
- отсутствие возможности разработки ПОС и ППР, пока не разработана проектно-сметная документация (ПСД) в полном объеме;
- отсутствие вариативности проектирования;
- человеческий фактор при пересчетах и формировании логистики проекта, организации строительной площадки, определении последовательности работ;
- неучтенные препятствия при подборе крана;
- нормы времени не актуальны для технологий производства работ;

- ошибки, которые при наименее неблагоприятном раскладе увеличивают затраты на строительство, при наиболее неблагоприятном – способствуют авариям;
- сложности ведения оперативного журнала проекта.

1.6. Интеграция ППР и BIM

В рамках конференции СПбГАСУ в 2018г. была представлена работа [11], в которой говорится, что учеными СПбГАСУ ведется разработка концепции интерактивного проектирования проектов производства работ на основе информационной модели. По оценкам разработчиков технология позволит получать многомерную визуализацию процесса монтажа конструкций здания в любой момент времени, сборки сложных узлов, точности установки конструкций и агрегатов технологического оборудования. На данный момент более подробной информации об этой разработке автору настоящего исследования не удалось найти в свободном доступе.

В работе [10] приводятся положения по интеграции BIM и ППР. В выводах работы [10] предлагаются следующие пути улучшения данных положений:

- разработка библиотек параметрических моделей;
- автоматизация средств контроля качества СМР; применение лазерного сканирования для мониторинга процесса строительства, решение проблемы автоматического распознавания облака точек;
- совершенствование технологии 5D;
- внедрение механизма анализа и оценки рисков;
- отладка взаимной работы со средствами автоматизированного производства конструкций и материалов;
- автоматизация вариативного проектирования организационно-технологических процессов;
- совершенствование программных продуктов и разработка новых;
- пересмотр норм времени, применяемых для планирования выполнения строительно-монтажных работ.

1.7. Форматы передачи данных

Возможность беспрепятственного обмена информацией между различными BIM программами имеет решающее значение в строительстве, снижает использование традиционных документов проектирования.

Исследования показывают, что использование унифицированного формата *IFC* для обмена данными приводит к потере информации, что затрудняет его применение в качестве основного формата передачи данных. Авторы [12] приводят анализ формата *IFC*. Отмечают отсутствие гарантии полноты передачи данных как между разными программами, так и между разными версиями одной и той же программы. Подтверждают необходимость создания универсального классификатора, который будет использоваться на всех этапах реализации проекта.

Разработка способов улучшения взаимодействия между BIM программами в настоящее время вызывает большой исследовательский интерес.

2. Обзор новейших разработок BIM, применимых в организации строительства

2.1. Организация работ на строительной площадке

Строительное производство связано с пространством, необходимым для передвижения людей, осуществления разгрузки материалов, организации площадки для складирования, рабочих зон для предварительной сборки конструкций, а также размещения временных объектов. Неэффективное планирование приводит к перегрузке строительной площадки, нарушению условий безопасности, снижению производительности. *4D BIM* измерение пока не позволяет реализовать моделирование всех процессов строительной площадки, однако разработка таких решений ведется.

Ряд исследований предлагает методики, сосредоточенные на конкретных проблемах, таких как использование *4D* моделей для

работы с пространственными конфликтами между запланированными работами, для координации действий машин и механизмов, логистики, отслеживания хода строительства, оптимизации других процессов управления.

2.1.1. Календарное планирование.

2.1.1.1. Revit – Dinamo – MS VBA Excel – 4D

Авторы [13] выделяют две основные категории обнаружения пространственно-временных конфликтов: (1) алгоритмические подходы, которые используют статистические методы управления загруженностью площадки; (2) методы визуального контроля. Авторы отмечают, что, хотя исследования демонстрировали полезность методов пространственного планирования на протяжении десятилетий, программные решения для реализации этой концепции на практике в строительной отрасли встречаются редко и часто являются неполными.

В своем исследовании авторы [13] предлагают стратегию, которая помогает преобразовать информацию из 3D модели BIM в базу данных, создать календарный график строительства, учитывающий пространственные ограничения, загруженность площадок. Это позволяет избежать затрат времени на адаптацию 3D-модели к календарному графику в MS Project.

Создается связь [13] между 3D BIM моделью, разработанной в Autodesk Revit, обработкой информации хронографическим методом и 4D моделированием. Идея состоит в том, чтобы с помощью инструмента визуального программирования Дупато и таблиц MS VBA Excel, обогатить информационную модель объекта Revit нужной информацией, структурировать ее, после этого создать 4D модель [13].

2.1.1.2. Автоматическое создание BIM шаблонов

Авторы исследования [14] предложили способ совершенствования календарного планирования посредством применения заре-

нее составленных шаблонов на основе *BIM*. Авторы разрабатывают метод автоматического обнаружения повторяющихся аналогичных конфигураций строительных процессов, называемых шаблонами процессов. Для этой цели используются алгоритмы сопоставления графов. Применяются методы индексирования на основе признаков, чтобы предварительно выбрать похожие проекты для алгоритмов сопоставления.

Начальные настройки некоторых параметров оказывают большое влияние на оценку подобия строительных процессов. Уточняется, что в дальнейшем метод будет оптимизирован на основе реальных проектов [14].

Представленный метод не предусматривает проверки на полноту и правильность календарных графиков, но позволяет автоматически распознавать относительно простые повторяющиеся шаблоны, чтобы иметь возможность повторно использовать их на новых проектах.

2.1.2. Планирование операций сборки конструкций

Следуя принципам бережливого строительства, авторы работы [15] исследуют управление логистикой для сборки строительных конструкций, включая подробное планирование операций разгрузки и сборки, контроль запасов на строительной площадке. Акцентируется внимание на том, что этим процессам уделяется мало внимания при планировании.

2.1.3. Подбор башенного крана

Процесс подбора и рационального размещения башенных кранов на строительной площадке часто является непростым и занимает время. Авторы [16] предлагают структуру, которая с помощью *4D* моделирования позволяет на основании заданных правил осуществить анализ корректности выбора крана, проверить его расположение на этапе проектирования. Система способна автоматически фиксировать пространственно-временные конфликты.

2.1.4. Организационно-технологические решения

Заливка бетона оказывает большое влияние на критический путь. Неспособность корректно спланировать заливку бетона может привести к дефектам, переделкам конструкции, что влечет за собой задержку сроков выполнения работ, приводит к дополнительным финансовым затратам. В методике, предлагаемой в исследовании [17], создается конструктивная модель в Revit, затем, с помощью визуального программирования Dymapo, извлекается пространственная информация об элементах конструкции и связывается с электронными таблицами Microsoft Excel. На основании результатов Excel производится программирование в Matlab с целью определения наиболее выгодных мест начала заливки бетона и направлений, а также допустимого ежедневного объема заливки бетона с учетом ограничений из-за холодных швов. Затем эта информация отправляется обратно в Revit с помощью алгоритмов Dymapo для разработки ежедневного графика заливки бетона [17].

Несмотря на значительный прогресс, достигнутый в этом [17] исследовании, в настоящий момент имеются ограничения предлагаемой методики, которые будут устранены с дальнейшей проработкой алгоритмов, уточняют авторы. Например, распознавание широкого диапазона форм и геометрии планировок, различных уровней этажей, учет нестабильности поставки бетона и др.

2.1.5. Планирование движения по площадке

Основное внимание программных средств при проверке на коллизии уделяется физическим компонентам здания, а не строительным ресурсам. Авторы [18] отмечают, что текущие методы планирования рабочего пространства используют линейный подход моделирования, который игнорирует неопределенности, возникающие во время строительных работ. Помимо создания рабочих пространств ресурсов, существует необходимость их привязки к существующей 4D модели. Авторами [18] предложен инструмент для вероятностного моделирования рабочих пространств и обнаружения коллизий 4D модели. В настоящий

момент метод имеет ограничения к применению, однако исследования продолжаются.

Авторы [19] предлагают решения по созданию автоматизированного процесса планирования движения транспортных средств на строительной площадке. Планирование производится с помощью визуального программирования Dymato. Анализируются длины вариантов маршрутов движения строительной техники, стоимость, количество требуемых строительных материалов в определенный момент времени, производится симуляция предполагаемой траектории движения транспортных средств на площадке с обеспечением безопасных условий труда.

2.2. Методы получения информации на стадии строительства

Человеческий фактор часто является причиной позднего выявления отклонений в исполнении проекта, что приводит к перерасходу денежных средств и задержкам по графику выполнения работ. Для решения подобных проблем ряд исследований предлагает автоматизированные системы мониторинга строительства в режиме реального времени.

Авторы исследования [20] произвели анализ литературы этого направления и выделили основные технологии сбора данных для интеграции между информационной моделью здания и физической моделью. Среди них лазерное сканирование, радиочастотная идентификация (*RFID*), фотограмметрия являются наиболее популярными методами. Также названы такие технологии как дополненная реальность (*AR*), географическая информационная система (*GIS*), система *GPS*.

2.2.1. Радиочастотная идентификация (RFID)

Авторы работы [20] упоминают использование технологии Auto-ID как 2D штрих-кода и RFID для получения реальной информации со строительной площадки и интеграции с информационной моделью. В исследовании [21] представлена автоматизированная

интегрированная система мониторинга хода строительства конструкций из стали с использованием радиочастотной идентификации (*RFID*). Метод также позволяет сопоставить и визуально сравнить информационную модель, которая должна быть построена к определенному моменту времени по плану с фактически выполненными работами для прогнозирования влияния различных сценариев на выполнение проекта.

Некоторые исследования [22] описывают применение этой технологии для управления строительством; управлением цепочкой поставок [20], упрощая обновление спецификаций; для обеспечения безопасности [23] с помощью мониторинга активности и отслеживания местоположения рабочих, оборудования, объектов в реальном времени. Установлено, что *RFID* подходит для мониторинга строительства, где применяется сталь. Однако об этом методе встречается мало исследований.

2.2.2. Лазерное сканирование

В исследовании [24] описывается применение лазерного сканирования с целью мониторинга строительства; в исследовании [25] – для оценки качества выполненных работ; в исследовании [26] – для оценки энергоэффективности.

Авторы работы [24] представили подробное описание метода лазерного сканирования для сбора геометрических данных, охватывающее весь спектр работ по планированию, съемке, анализу данных. Результатом работы [24] является структура, в которой подробно описаны необходимые шаги для получения облака точек, применимого к *BIM* модели.

Тематика лазерного сканирования является одним из самых активно-развивающихся направлений, статьи имеют высокий всплеск цитирования. Отмечается, что лазерное сканирование превосходит другие технологии со схожим назначением благодаря возможности дальнейшей автоматизации, повышения точности съемки. Технология позволяет захватывать сложные геометрические формы и мельчайшие детали с точностью 0,6 мм. на расстоянии 10 м.

В подробном обзоре различных методов, аналогичных по назначению лазерному сканированию [27], авторы производят оценку, сравнивая точность, расширение программного обеспечения, стоимость, портативность техники, скорость съемки, дальность съемки и другие аспекты этих технологий. Авторы делают вывод о том, что процесс съемки занимает большое количество времени, имеет высокие требования к квалификации операторов и требует дорогостоящего оборудования.

С целью минимизировать недостатки технологии исследуются подходы и алгоритмы для упрощения идентификации и повышения качества распознавания объектов. Например, авторы [24] предлагают использование мобильных лазерных сканеров вместо стационарных.

2.2.3. Фотограмметрия + лазерное сканирование

Способ фотограмметрии применяется для сбора реальной информации о ходе выполнения СМР с меньшими временными и денежными затратами в сравнении с лазерным сканированием, однако его точность ниже в сложных средах. Авторы [28] предложили способ объединения лазерного сканирования и фотограмметрии, чтобы преодолеть ограничения каждого из них. В исследовании говорится, что метод получения облаков точек лазерным сканированием трудновыполним на крупных строительных проектах, особенно на этапе земляных работ из-за топографических условий участка, а также физических и материальных ограничениях оборудования для съемки. С целью преодолеть ограничения предлагается дополнить съемку беспилотными летательными аппаратами (БПЛА), их применение было ограничено из-за низкой точности. Таким образом исследование предлагает метод сканирования и объединения данных, полученных в результате лазерного сканирования и обработки изображений с помощью БПЛА, в гибридное облако точек.

2.2.4. Геоинформационная система (далее «ГИС»)

Геоинформационные системы могут поддерживать анализ больших объемов пространственных данных, которые, в сочетании с *ВИМ* технологиями, могут быть применены для целей организации строительства. Так, ГИС обеспечивают представление внешней среды зданий на макроуровне, *ВИМ* технологии фокусируются на представлении самого объекта строительства на микроуровне. В обзоре [29] дается комплексный обзор интеграции *ВИМ*-ГИС.

На основании библиографического анализа авторы [29] отмечают большой исследовательский интерес к теме интеграции *ВИМ*-ГИС.

Авторы [30] описывают способы интеграции *ВИМ*-ГИС для оптимизации принятия решений по планированию. В работе [29] говорится об исследованиях, целью которых является создание в некоторых городах (странах) открытой платформы географической базы данных, которая содержит данные о ландшафтах, инженерном обеспечении, зданиях и может быть полезна на этапах проектирования и строительства. Данные платформы были приняты такими странами, как США, Великобритания, Австралия и Индия [31] Доступ обеспечивается через веб-сайты «data.gov».

В образовательном курсе «*ВИМ*-менеджмент» (2020–2021 гг.), реализуемом Vysotsky Consulting, Росатом и ННГАСУ, создается цифровой макет Нижнего Новгорода. В рамках этой задачи ГИС используются с целью получения информации о контурах зданий и топографии. В рамках проекта планируются создание макета города с целью передать ее администрации города. С целью получения информации о контурах зданий использовались данные публичных карт OpenStreetMaps, аэрофотосъемка, сконвертированная в облака точек, а также данные по расположению ОКН (объектов культурного наследия), НЛС (наземное лазерное сканирование). Опытным путем было выяснено, что контура зданий в соответствии с данными открытых источников ГИС несколько смещены относительно реальных, представленных в информации, полученной от администрации города. С целью отрисовки топографии

применялось программное обеспечение Autodesk InfraWorks 360 и ряд других решений.

Авторы [32] исследуют совместимость BIM-ГИС.

2.2.5. Дополненная реальность (англ. Augmented Reality, AR)

В отличие от вышеперечисленных технологий, AR не импортирует физическую информацию в виртуальную модель, а, наоборот, отображает виртуальную информацию в реальной среде. С помощью AR информационная модель, планируемая к реализации, может быть наглядно показана на строительной площадке с целью отслеживания процесса строительства. Кроме того, с помощью AR можно показывать рабочей команде инструкции, помогая им быстрее понять план. AR является уникальной технологией с перспективой применения в организации СМР.

Авторы [33] разработали прототип *BIM-AR*, позволяющий географически-удаленным друг от друга командам сотрудничать в одной среде AR. Они создали мобильное приложение, поддерживающее синхронную связь с базой данных. В исследовании представлена система, которая позволяет встраивать данные 3D и 2D BIM в платформу AR, сохранять их в онлайн-базе данных, к которой любой из авторизованных пользователей может получить мгновенный доступ. Система была оценена фокус-группой специалистов-строителей, которые определили потенциальные преимущества инструмента.

2.2.6. Компьютерное зрение

Авторы исследования [34] описывают первые шаги по интеграции методов компьютерного зрения для автоматического отслеживания данных о месторасположении рабочих на строительной площадке. Метод в дальнейшем может быть использован с целью информирования руководителя проекта о местонахождении рабочих и видах выполняемых работ.

2.3. Обеспечение безопасности

Недавнее исследование [35] продемонстрировало, как внедрение *BIM* может улучшить условия безопасности труда на строительных площадках. Был разработан алгоритм, который анализировал ИМ с целью обнаружения угроз безопасности и предложения профилактических мер. В предлагаемой авторами методике с помощью цветowych фильтров производится оценка и разграничение рисков при выполнении СМР; с помощью скрипта *Dynamo* определяется серьезность и вероятность риска при выполнении работ (каждый элемент *3D* модели здания при этом окрашивается в соответствии с вероятностью риска). В модель *Revit* также занесена нормативная информация о мерах безопасности и средствах защиты. В рамках исследования [36] разработана автоматизированная платформа проверки ИМ на обеспечение условий безопасности, позволяющая информировать инженеров-строителей и менеджеров о причине, месте, времени и видах мер безопасности, необходимых для предотвращения несчастных случаев.

2.4. Контроль качества

BIM технологии признаны перспективным решением улучшения качества проектирования за счет выявления конфликтов на ранних этапах и, как следствие, сокращения количества переделок на этапе СМР. Особое внимание стоит уделить также контролю качества выполнения СМР на стадии строительства.

В исследовании [37] предлагается методика применения *BIM* для контроля качества выполнения СМР. В ней описано как, благодаря согласованности данных в ИМ, интеграции в модель строительных норм обеспечить четкие требования к строительным работам и оптимизировать контроль качества.

Исследование [38] также предлагает эффективный подход контроля качества на этапе строительства. Метод описывает создание задач проверки, сбор данных для проверки, обобщение результатов проверки. В исследовании представлена методика определения соответствия между построенным объектом и его элементами

соответственно в ИМ, разработана система для обработки результатов проверки и дальнейшего обсуждения между участниками проекта с помощью сети Интернет. Система была протестирована на реальном проекте.

Обсуждение

Исследование возможностей применения технологий информационного моделирования в сфере организации строительного производства вызывает большой интерес в последние годы. С целью обобщения опыта научных работ в рамках данной тематики был произведен обзор научной литературы, которая содержит потенциально ценную информацию для дальнейшей проработки вопросов интеграции *BIM* и процессов разработки основных организационно-технологических документов: ПОС и ППР.

В рамках обзора было сформировано понимание уровня интеграции *BIM* и ПОС в строительных компаниях России; получено представление о возможных направлениях автоматизации процесса разработки документации; рассмотрены последние разработки в сфере *BIM* технологий, применимые в организации строительства; структурированы будущие направления исследований в этой области.

Анализ литературы позволил сформировать основные вопросы, проблемы, возникающие при разработке организационно-технологической документации и оказывающие негативное влияние на качество выполнения СМР, безопасность, рациональность распределения ресурсов. На основании этого определены актуальные направления дальнейших исследований:

- автоматизация и оптимизация разработки календарного плана, снижение влияния человеческого фактора при определении последовательности работ, совершенствование вариативного проектирования, упрощение анализа проектов-аналогов, упрощение построения 4D модели;
- расширение возможностей 4D *BIM* моделирования для разработки организационно-технологических решений (в т. ч. подбора крана), организации строительной площадки, логистики,

разработки СГП (исключение наложения информации на СГП при разработке последовательности выполнения СМР);

- расширение возможностей проверки на пространственно-временные коллизии: добавление проверки на пересечения рабочих пространств, проверки на соответствие требованиям нормативной документации;

- обеспечение интерактивной работы ПОС: изменение и коррекция информационной модели ПОС в режиме реального времени на стадии строительства, основанные на обратной связи за счет непрерывного мониторинга хода строительства с целью повышения эффективности принятия организационно-технологических решений, путем обеспечения того, чтобы актуальная информация была доступна нужному специалисту в нужное время в нужном формате;

- автоматизация контроля качества выполнения СМР с помощью ведения мониторинга в режиме реального времени, минимизация человеческого фактора;

- интеграция геоинформационных систем, технологий лазерного сканирования и информационных моделей зданий для нужд планирования и организации, мониторинга строительства;

- повышение энергоэффективности;

- повышение безопасности при выполнении работ;

- обеспечение совместимости программных продуктов с целью обмена данными без потери информации.

Выводы

1. В рамках работы было подтверждено, что совершенствование методов и способов организации строительства с помощью *BIM* технологий является актуальным направлением исследований. Были определены актуальные направления исследований, требующие дальнейшей проработки.

2. Было установлено, что важным вопросом остается обновление нормативной документации, рекомендаций и показателей для разработки ПОС и ППР. В том числе создания новой, содержащей правила работы с технологиями информационного моделирования.

3. Из-за сложного взаимодействия между традиционным программным обеспечением для планирования и программными комплексами *BIM* многие описанные в научной литературе разработки остаются невостребованными. Поэтому разработка стратегий для улучшения взаимодействия между *BIM* программами, совершенствование программных продуктов *BIM* и создание универсального классификатора для обмена данными, который будет использоваться на всех этапах реализации проекта также являются важными вопросами.

Литература

1. Познахирко Т. Ю. Особенности внедрения BIM в процесс разработки проектной документации / Познахирко Т. Ю., Топчий Д. В. // Строительное производство. Москва, 2020. № 1. С. 69–72.
2. Иванова В. О. Исследование технико-экономического уровня проекта организации строительства / Иванова В. О., Богданов В. Ф. // Вестник науки. Тольятти, 2019. Т. 4, № 6 (15). С. 333–335.
3. Имайкин Д. Г. Анализ нормативных требований к разработке проектов организации строительства и их влияние на качество проектной документации / Имайкин Д. Г., Ибрагимов Р. А. // Известия казанского государственного архитектурно-строительного университета. Казань, 2017. № 2 (40). С. 265–272.
4. Бовтеев С. В. Применение 4D-моделирования в целях повышения эффективности календарного планирования строительства // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: материалы III Всероссийской научно-практической конференции. СПб. СПбГАСУ, 2020. С. 81–87.
5. Болотин С. А. Энтропия актуального графика строительства / Болотин С. А., Дадар А. Х., Магамадов Р. А. // Вестник гражданских инженеров. Санкт-Петербург, 2016. № 3 (56). С. 123–129.
6. Челнокова В. М., Гуревич А. Б. Анализ проблем организации комплексного освоения территорий / Челнокова В. М., Гуревич А. Б. // Вестник гражданских инженеров. Санкт-Петербург, 2017. №1 (60). С. 161–166.
7. Болотин С. А. Методика визуализации календарного планирования в программе Autodesk Revit 2018 / Болотин С. А., Биче-Оол Х. В., Дадар А.-К. Х. // Вестник гражданских инженеров. Санкт-Петербург, 2019. № 6 (77). С. 179–185.
8. Байрамуков С. Х. Оптимизация проекта организации строительства с учетом факторов энергопотребления / Байрамуков С. Х., Долаева З. Н., Карабашев Р. К., Текеев И. С. // Известия Северо-Кавказской государственной гуманитарно-технологической академии. Черкесск, 2018. № 3 (17). С. 19–26.
9. Топчий Д. В. Концепция контроля качества организации строительных процессов при проведении строительного надзора на основе использования

информационных технологий / Топчий Д. В., Токарский А. Я. // Вестник евразийской науки. Москва, 2019. Т. 11, № 3. С. 49–57.

10. Вайсман С. М. Совершенствование методики разработки ППР при помощи *BIM*-технологий // Магистерская диссертация. 2016. 87 с.

11. Сычев С. А. Технология проектирования интерактивного проекта производства работ при возведении энергоэффективных зданий из модульных систем // *BIM*-моделирование в задачах строительства и архитектуры: материалы I Всероссийской научно-практической конференции. СПб. СПбГАСУ, 2018. С. 123–128.

12. Каракозова И. В. Организационное сопровождение *BIM*-технологий / Каракозова И. В., Малыха Г. Г., Куликова Е. Н., Павлов А. С., Панин А. С. // Вестник мгу. Москва, 2019. Т. 14, № 12. С. 1628–1637.

13. Mazars T. Chronographical spatiotemporal dynamic 4D planning / Mazars T., Francis A. // Automation in construction. Montreal, 2020. Т. 112.

14. Sigalov E. Recognition of process patterns for *BIM*-based construction schedules / Sigalov E., König M. // Advanced engineering informatics. Bochum, 2017. Т. 33. С. 456–472.

15. Bortolini R. Site logistics planning and control for engineer-to-order prefabricated building systems using *BIM* 4D modeling / Bortolini R., Formoso C.T., Viana D.D. // Automation in construction. Porto Alegre, 2019. Т. 98. С. 248–264.

16. Ji Y. Automated tower crane planning: leveraging 4-dimensional *BIM* and rule-based checking / Ji Y., Leite F. // Automation in construction. Austin, 2018. Т. 93. С. 78–90.

17. Sheikhhoshkar M. Automated planning of concrete joint layouts with 4D-*BIM* / Sheikhhoshkar M., Rahimian F. P., Kaveh M. H., Hosseini M. R., Edwards D. J. // Automation in construction. 2019. Т. 107.

18. Hosny A. Workspace planning in construction: non-deterministic factors / Hosny A., Nik-Bakht M., Moselhi O. // Automation in construction. Montréal, 2020. Т. 116.

19. Singh A. R., Delhi V. S. K. Optimizing Site Layout Planning Utilizing Building Information Modelling / Singh A. R., Delhi V. S. K. // 36th international symposium on automation and robotics in construction. Banff, 2019. С. 376–383.

20. Chen K. Bridging *BIM* and building: From a literature review to an integrated conceptual framework / Chen K., Lu W., Peng Y., Rowlinson S., Huang G.Q. // International journal of project management. Hong Kong, 2015. Т. 33. С. 1405–1416.

21. Azimi R. A framework for an automated and integrated project monitoring and control system for steel fabrication projects / Azimi R., Lee S., Abourizk S. M., Alvanchi A. // Automation in construction. 2011. Т. 20. С. 88–97.

22. Lu W. Scenarios for applying RFID technology in construction project management / Lu W., George Q. H., Li H. // Automation in construction. 2011. Т. 20, № 2. С. 101–106.

23. Ding L. Y. Real-time safety early warning system for cross passage construction in Yangtze Riverbed Metro Tunnel based on the internet of things / Ding L. Y., Zhou C., Deng Q. X., Lluo H. B., Ye X. W., Ni Y. Q., Guo P // Automation in construction. Shenyang, 2013. T. 36. C. 25–37.
24. Sanhudo L. A framework for in-situ geometric data acquisition using laser scanning for BIM modelling / Sanhudo L., Ramos N. M. M., Martins J. P., Almeida R. M. S. F., Barreira E., Simões M. L., Cardoso V. // Journal of building engineering. Porto, 2020. T. 28.
25. Kim M. Automated dimensional quality assurance of full-scale precast concrete elements using laser scanning and BIM / Kim M., Wang Q., Park J., Cheng J., Sohn J.C.P., Chang C. // Automation in construction. 2016. T. 72. C. 102–114.
26. O'Donnell J. LiDAR point-cloud mapping of building façades for building energy performance simulation / O'Donnell J., Truong-Hong L., Boyle N., Corry E., Cao J., Laefer D. F. // Automation in construction. 2019. T. 107.
27. Sanhudo L. Renewable and Sustainable Energy Reviews / Sanhudo L., Ramos N. M. M., Martins J. P., Almeida R. M. S. F., Barreira E., Simões M. L., Cardoso V. // Automation in construction. Porto, 2018. T. 89. C. 249–260.
28. Moon D. Comparison and utilization of point cloud generated from photogrammetry and laser scanning: 3D world model for smart heavy equipment planning / Moon D., Chung S., Kwon S., Seo J., Shin J. // Automation in construction. Gyeonggi-do, 2019. T. 98. C. 322–331.
29. Wang H. Integration of BIM and GIS in sustainable built environment: A review and bibliometric analysis / Wang H., Pan Y., Luo X. // Automation in construction. Hong Kong, 2019. T. 103. C. 41–52.
30. Kim H. Implementing a Sustainable Decision-Making Environment – Cases for GIS, BIM, and Big Data Utilization // Journal of kibim. 2016. T. 6, № 3. C. 24–33.
31. Park S. Middleware for Translating Urban GIS Information for Building a Design Society Via General BIM Tools / Park S., Kim E. // Journal of asian architecture and building engineering. 2016. T. 15, № 3.
32. Zhu J. A Critical Review of the Integration of Geographic Information System and Building Information Modelling at the Data Level / Zhu J., Wright G., Wang J., Wang X. // Ijgi. 2018. T. 7, № 2.
33. Garbett J. A multi-user collaborative BIM-AR system to support design and construction / Garbett J., Hartley T., Heesom D. // Automation in construction. Wolverhampton, 2020. T. 122.
34. Luo X. Vision-based detection and visualization of dynamic workspaces / Luo X., Li H., Wang H., Wu Z., Dai F., Cao D. // Automation in construction. Hong Kong, 2019. T. 104. C. 44209.
35. Cortés-Pérez J.P. BIM-integrated management of occupational hazards in building construction and maintenance / Cortés-Pérez J.P., Cortés-Pérez A., Prieto-Muriel P. // Automation in construction. Cáceres, 2020. T. 113.

36. Zhang S. Building Information Modeling (BIM) and Safety: Automatic Safety Checking of Construction Models and Schedules / Zhang S., Teizer J., Lee J., Eastman C.M., Venugopal M. // Automation in construction. 2013. T. 29. C. 183–195.
37. Chen L. A BIM-based construction quality management model and its applications / Chen L., Luo H. // Automation in construction. Wuhan, 2014. T. 46. C. 64–73.
38. Ma Z. Construction quality management based on a collaborative system using BIM and indoor positioning / Ma Z., Cai S., Mao N., Yang Q., Feng J., Wang P. // Automation in construction. Beijing, 2018. T. 92. C. 35–45.

УДК 694. 674

Роман Владимирович Мотылев,
канд. техн. наук, доцент
Дмитрий Сергеевич Островкин,
студент

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительного университет)
E-mail: 2208531@gmail.com

Roman Vladimirovich Motylev,
PhD of Tech. Sci., Associate Professor
Dmitrii Sergeevich Ostrovkin,
student

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: 2208531@gmail.com

ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ДОМОВ ИЗ ДЕРЕВЯННЫХ ПАНЕЛЬНО- КАРКАСНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКЕ

FEATURES OF CONSTRUCTION OF HOUSES MADE OF WOODEN PANEL-FRAME STRUCTURES ON THE CONSTRUCTION SITE

В статье подробно описаны особенности строительства домов из деревянных панельно-каркасных конструкций на строительной площадке во время их изготовления не в заводских условиях и последующего монтажа на строительной площадке. Разработано и внедрено в производство технологическое решение по дополнительному утеплению ограждающих конструкций с помощью частичного монтажа мягких паропроницаемых древесноволокнистых плит открытой диффузии «Изоплаат», позволяющие исключить появление мостиков холода и сквозняков, что повышает энергоэффективность дома, уменьшая теплопотери и снижая затраты на его эксплуатацию. Проанализированы значения сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций при строительстве деревянных малоэтажных жилых домов по панельно-каркасной технологии в условиях климата Ленинградской области.

Ключевые слова: панельно-каркасные дома, строительная площадка, изготовление, монтаж, древесноволокнистая плита «Изоплаат», малоэтажный жилой дом.

The article describes in detail the features of the construction of houses made of wooden panel-frame structures on the construction site during their manufacture not in the factory and subsequent installation on the construction

site. A technological solution for additional insulation of enclosing structures using partial installation of soft vapor-permeable fibreboard of open diffusion «Isoplaat» has been developed and introduced into production, which eliminates the appearance of cold bridges and drafts, which increases the energy efficiency of the house, reducing heat loss and reducing the cost of its operation. The values of heat transfer resistance of enclosing structures in the construction of wooden low-rise residential buildings using panel-frame technology in the climate of the Leningrad region are analyzed.

Keywords: panel-frame houses, construction site, manufacturing, installation, fibreboard «Isoplaat», low-rise residential building.

Спрос на коттеджное строительство в современной России увеличивается с каждым годом. Наличие собственного дома с участком земли приобретает все более практическое и актуальное значение среди потенциальных покупателей. Домовладения в окрестностях Санкт-Петербурга (до 40 км от КАД) стоят дешевле квартир равнозначной площади в многоэтажных домах комфорт-класса на 20–40 %. Особенно в 2020 году, за время самоизоляции спрос на частные дома в России вырос на 40 процентов, свидетельствуют данные опроса, проведенного ВЦИОМ. Тем самым, перед загородным строительством открываются новые возможности. Часть этого рынка занимают деревянные панельно-каркасные дома. В отличие от традиционных каменных строений, возвести панельно-каркасные конструкции можно в максимально сжатые сроки с минимальными расходами на строительные материалы и сам процесс строительства [1].

Главной особенностью панельно-каркасных домов заключается в том, что несущими конструктивными элементами являются сухие строганные доски (влажность не должна превышать 12 %), которые монтируются вертикально и горизонтально, соединяются между собой строительными гвоздями (рис. 1), образуя стеновые (межэтажные, кровельные) панели, набор которых с помощью конструктивных шурупов создает жесткий каркас (рис. 2).

Также к особенностям панельно-каркасного домостроения можно отнести его теплосберегающие свойства. Например, стандартное утепление наружных стен каркасного дома минеральной ватой (плотность 20–50 кг/м³, $\lambda = 0,045$ Вт / м² °С) шириной 150 мм обе-

спечивает сопротивление теплопередаче, $R_0 = 3.492 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C) / Вт [2]}$ при нормируемом значении сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции наружных стен в Ленинградской области $R_{req} = 3.079 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C) / Вт [3]}$. Стена из поризованного кирпича (плотность $800\text{--}1100 \text{ кг / м}^3$, $\lambda = 0,20 \text{ Вт / м}^2 \cdot \text{°C}$), чтобы добиться таких результатов, должна иметь ширину не менее 900 мм , из газобетона (плотность 400 кг / м^3 , $\lambda = 0,15 \text{ Вт / м}^2 \cdot \text{°C}$) – 500 мм .



Рис. 1. Сборка стеновой панели



Рис. 2. Монтаж каркаса дома из стеновых панелей

Ячейки между стойками каркаса заполняются каменной ватой (рис. 3), специально разработанным продуктом для тепло и звукоизоляции ненагружаемых конструкций в системе утепления дома. Каменная вата отличается биостойкостью, то есть не представляет питательной ценности для насекомых и грызунов, не является причиной для роста грибка, плесени. Утеплитель плотно встает в каркас без образования щелей, группа горючести – НГ.

Единый пароизоляционный слой обеспечивает надежную защиту минераловатного утеплителя и деревянных несущих конструкций от воздействия пара со стороны теплого контура помещений.

Одним из серьезных недостатков деревянных строительных элементов конструкций является их подверженность биохимическим процессам гниения, в результате чего древесина разрушается. Основные методы защиты древесины от деструкции основываются на регулировании ее температурно-влажностных характеристик. Существуют два пути достижения этой цели: конструктивные и химические [4].

Конструктивные способы защиты предусматривают мероприятия по предотвращению их увлажнения атмосферной влагой, паром, проникающего со стороны теплого контура помещения и конденсата, образующегося вследствие недостаточного утепления и изоляции ограждающих конструкций.



Рис. 3. Заполнение минеральной ватой ячеек каркаса наружной стеновой панели

Химические способы защиты деревянных конструкций от гниения и поражения древоточцами, осуществляют антисептиками. Этот способ используется, когда при эксплуатации невозможно избежать попадания влаги на древесину. В зависимости от конкретных условий древесину можно обработать проникающим или поверхностным антисептиком.

На строительной площадке для защиты древесины от возгорания используют огнезащитное покрытие. Деревянные конструкции и их элементы, обработанные антипиренами, должны быть защищены от влаги и вымывания. Качественная сухая до-

ска и обработка антисептическими материалами позволяет увеличить срок службы здания на срок не менее 50 лет. Необходимые меры по обеспечению долговечности конструкций зданий и сооружений с учетом конкретных условий эксплуатации проектируемых объектов, а также расчетные сроки их службы должен определять генеральный проектировщик по согласованию с заказчиком [5].

Работы по строительству панельно-каркасного дома можно вести в любое время года, практически на любых основаниях. Фундамент может быть свайным, ленточным или стандартная мелкозаглубленная железобетонная плита.

В отличие от домов из бруса и бревна каркасный дом не даёт усадок, но продолжает оставаться таким же экологичным и даёт возможность наслаждаться всеми свойствами деревянного дома, так как каркас выполнен из сухой доски [6].

В нашей стране панельно-каркасное строительство в основном осуществляется по канадской и финской технологиям. По своей сути каркасы очень похожи, но у каждой технологии есть свои особенности:

Канадская технология

К преимуществам относятся кратчайшие сроки строительства, высокую жесткость каркаса (допускается строительство в сейсмически активных регионах) и невысокую стоимость строительства. К недостаткам следует отнести наличие в стеновой панели ориентированно-стружечной плиты (*oriented strand board, OSB*), при изготовлении которой используются карбамидно-формальдегидные смолы с высокой эмиссией (выделением газа) в течение всего срока эксплуатации дома [6]. Монтаж ее внутри дома негативно скажется на экологической безопасности жильцов, а при монтаже снаружи будет отсутствовать вентиляция утеплителя, так как у *OSB* отсутствует паропроницаемость (рис. 4).

Финская технология

К преимуществам относятся экологичность, высокий уровень теплоизоляции (в стены укладывают утеплитель толщиной не менее 250 мм, а в кровле не менее 350 мм), стены дома являются «дышащими». В конструкцию крыши часто используют стропильные фермы, что позволяет не использовать внутренние стены в качестве точек опор и увеличить внутренние пространства. К недостаткам следует отнести более дорогую конструкцию дома из-за повышенных требований к теплоэффективности (рис. 5).

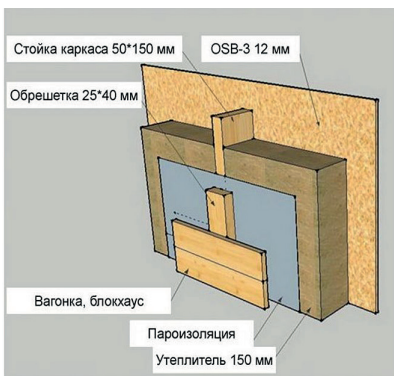


Рис. 4. Состав стеновой панели, изготовленной по «канадской» технологии

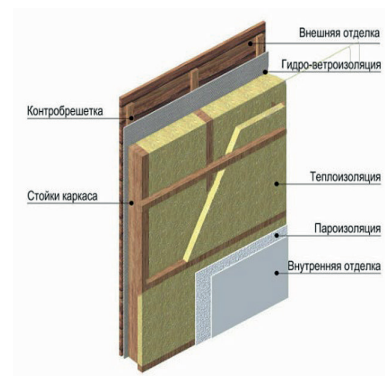


Рис. 5. Состав стеновой панели, изготовленной по «финской» технологии

Еще одной особенностью панельно-каркасного домостроения является универсальность конструкции и ее высокая технологичность, всегда можно доработать узлы без внесения существенных изменений в проект.

Например, на строительной площадке было разработано и внедрено в производство технологическое решение по дополнительному утеплению ограждающих конструкций с помощью частичного монтажа мягких паропроницаемых древесноволокнистых плит открытой диффузии «Изоплаат», позволяющие исключить появление мостиков холода и сквозняков в зоне межэтажного пояса и комбинированной стойки конькового прогона (рис. 6, 7).



Рис. 6. Зона межэтажного пояса и комбинированной стойки конькового прогона с минимальными значениями сопротивления теплопередачи R_0 .

Соответствующее действие, при минимальных финансовых вложениях повысило энергоэффективность дома, уменьшило теплототери и снизило затраты на его эксплуатацию.



Рис. 7. Зона межэтажного пояса и комбинированной стойки конькового прогона с увеличенным в 1,5 раза от минимальных значений сопротивления теплопередачи R_0

Здания из деревянных панельно-каркасных конструкций должны соответствовать нормам энергоэффективного строительства [7]. Сопротивление теплопередаче требуется рассчитывать не только для той части стены, где есть слой утеплителя, но и те части, где находятся деревянные стойки и обвязка. В этих местах сопротивление теплопередаче – как у обычного дерева [8]. Соответственно, небольшие участки строительной конструкции, которые становятся проводниками холода, контактируя одновременно с холодными, наружными и внутренними элементами, необходимо исключить с помощью дополнительного утепления.

Литература

1. Каркасно–панельные дома: Технология строительства. URL:<https://1karkasnydom.ru/karkasno-panelnye-doma-tekhnologiya-stroitelstva> (дата обращения: 06.01.2021).
2. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 (с Изменением № 1). М., 2004.
3. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий. М., 2004.
4. Способы защиты конструкций из древесины. URL: <https://maistro.ru/articles/building-materials-and-technologies/sposoby-zashhity-konstrukcij-iz-drevesiny> (дата обращения: 06.01.2021).
5. СП 64.13330.2017. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80. М., 2017.
6. Сидоренко Ю. В. Строительные материалы: учебное пособие / Сидоренко Ю. В., Коренькова С. Ф. // Современные проблемы науки и образования. 2009. № 1.; URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=872> (дата обращения: 07.01.2021)
7. Материалы и конструкции для строительства деревянных зданий. «Наука через призму времени». URL: <https://naupri.ru/journal/465> (дата обращения: 07.01.2021).
8. Давтян А. А. Каркасные дома в современном строительстве / Давтян А. А., Боровков А. В. Каркасные дома в современном строительстве // Материалы V Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» URL: <https://scienceforum.ru/2013/article/2013004602> (дата обращения: 07.01.2021).

УДК 72.025.4:658.5

Василя Касимовна Неведова,

канд. техн. наук, доцент

Вера Михайловна Челнокова,

канд. техн. наук, доцент

Никита Юрьевич Попов,

студент

Валерия Александровна Чеба,

студент

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: popof.nick@gmail.ru,

cheba.v@restrf.ru

Vasilya Kasimovna Nefedova,

PhD of Tech. Sci., Associate Professor

Vera Mikhailovna Chelnokova,

PhD of Tech. Sci., Associate Professor

Nikita Iurevich Popov,

student

Valeria Aleksandrovna Cheba,

student

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: popof.nick@gmail.ru,

cheba.v@restrf.ru

АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИОННО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО РЕСТАВРАЦИИ ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРЫ И ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

ANALYSIS OF ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL MEASURES FOR THE RESTORATION OF ARCHITECTURAL MONUMENTS AND CULTURAL HERITAGE SITES

В данной статье рассматриваются основные аспекты в организации и проведении работ по реставрации памятников архитектуры и объектов культурного наследия. Под реставрацией подразумевается ряд мероприятий по восстановлению в первоначальном виде архитектурных произведений, пострадавших от времени или испорченных искаженными предыдущими переделками. В статье проводится анализ этапов работ по реставрации памятников архитектуры с учетом общестроительных норм и законодательными требованиями при осуществлении таких проектов.

Ключевые слова: реставрация, восстановление памятников, культурное наследие, памятники архитектуры, опыт реставрации.

This article discusses the main aspects in the organization and conduct of works on the restoration of architectural monuments and objects of cultural

heritage. Restoration refers to a series of measures to restore to its original form architectural works that have suffered from time or damaged by distorted previous alterations. The article analyzes the stages of restoration of architectural monuments, considering general building standards and legislative requirements for the implementation of such projects.

Keywords: restoration, restoration of the monuments, cultural heritage, architectural monuments, examples of restoration

Реставрация памятника архитектуры – процесс обновления и восстановления подлинных частей объекта, представляющего собой историческую ценность с учетом особенностей его исторического прошлого и аутентичности. Работы по реставрации производятся специализированными строительными организациями, имеющими лицензию на выполнение таких работ с привлечением высококвалифицированного персонала.

Первые попытки реставрации культурного наследия были ещё в период античности, тогда это были обновление или ремонт объектов. В настоящее время целью реставрации является восстановление памятника архитектуры до состояния наиболее близкого к первоначальному.

В XIX веке зарождается два основных направления архитектурной реставрации- художественная и техническая. Художественная реставрация имела глубокие исторические корни, ведь восполнением утрат занимались издавна, тогда как техническая реставрация заключалась лишь в консервации объекта и постоянном уходе за ним. Немного позже возник новый вид реставрационных работ, получивший название «научная реставрация». Целью такого метода является минимальное вмешательство в первоначальный вид памятника [1].

В России история реставрации началась с создания в 1918 году Всероссийской реставрационной комиссии, переименованную позже в центральные государственные реставрационные мастерские.

В 1960–1980-х гг. был осуществлён переход от простых работ по восстановлению к всесторонним исследованиям с помощью методов естественных и гуманитарных наук в комплексе с трудоемкими консервационно-реставрационными работами.

В начале 2000-х гг. активное развитие получили научные методы реставрации. При разработке градостроительной документации культурному наследию уделяется серьезное внимание.

Прогрессивная реставрационная наука базируется на двух главных принципах:

1. Восстановление разрушенных объектов культурного наследия.
2. Сохранение объектов культурного наследия.

В отличие от проекта нового строительства, основой проекта реставрации является первоначальный вид строения. Основная сложность на этом этапе – найти подлинные исторические свидетельства и документы, которые описывают или отображают все этапы изменения объекта реставрации на протяжении долгого времени. Очень важно воссоздать подлинный вид памятника архитектуры. После получения полных данных об историческом облике объекта реставратор разрабатывает проект практических действий, на основе которых и будет производиться дальнейший процесс работ по восстановлению объекта.

Работы, которые проводятся на поврежденном объекте культурного наследия принято называть одним термином – реставрация, включающую в себя три различных этапа: усиление, реставрацию и реконструкцию. На практике все эти три этапа применяются в комплексе как разные этапы одного процесса или как самостоятельный способ восстановления.

Усиление включает в себя работы по увеличению эксплуатационных качеств и несущей способности уже существующих объектов, а также меры по защите от воздействия внешних неблагоприятных факторов. Перепады температур, осадки и солнечное излучение приводят к неизбежному изнашиванию зданий и сооружений. Также повышенные нагрузки вызывают интенсивность современной застройки и развитие дорожной инфраструктуры, так как такие нагрузки не учитывались на стадии проекта старинных конструкций [2].

Для компенсации влияния факторов естественного износа и защиты строения от новых негативных факторов, применяются такие методы усиления как армирование, торкретирование и гидроизоляция.

При применении метода армирования чаще всего используется композитная и стальная арматура, сварные сетки, различный металлопрокат – уголки, швеллеры, двутавр.

Дополнительные части усиления монтируются снаружи, чтобы создать внешний армпояс или закладываются внутри несущих конструкций – в стены, балки, колонны, перекрытия.

Относительно недавно был изобретён метод торкретирования, который считается на сегодня наиболее эффективным и экономическим способом усиления сооружений из камня, кирпича и бетона. Преимущество такого метода состоит в возможности оперативной обработки больших поверхностей и бетонирования конструкции любой пространственной сложности, даже в условиях ограниченного пространства, что особенно важно при работе со старинными зданиями, планировка которых не рассчитана на габариты современной строительной техники [3].

Метод гидроизоляции предназначен для создания защиты фундаментов, подвело и цокольных этажей от взаимодействия с влагой. В этих случаях применяется антифильтрационная гидроизоляция. Также для ограждения конструкции от влаги и иных химически агрессивных веществ, вызывающих коррозию арматуры и бетона, применяется антикоррозийная гидроизоляция.

Реставрация позволяет восстановить изначальную архитектуру изношенных со временем памятников старины. При реставрационных работах наряду с возвращением целостности конструкций несущих элементов, происходит детальное воссоздание аутентичной внешней и внутренней отделки.

По применяемым методам работы реставрация значительно отличается от усиления. Если в методе усиления главная задача состоит в повышении прочности здания и увеличение срока его эксплуатации, что требует применения самых передовых технологий и строительных материалов, то при реставрации самым важным является точность воспроизведения не только внешнего вида, но и оригинальных материалов и зодческих приёмов.

Наиболее масштабным из методов восстановления утраченных памятников архитектуры и объектов культурного наследия является реконструкция. Нередко облик здания, разрушенного до

руин, воссоздаётся на основании картин художников, архивных фото, книг и мемуаров современников. При реконструкции используются обломки изначального строения, недостающие детали и элементы изготавливаются из тех же материалов, что и оригинал. Используется гранит, мрамор, клинкер, песчаник, допускается замена на современные материалы, но с условием максимально приближенного соответствия внешнего вида и эксплуатационных характеристик.

Также различают целостную и фрагментарную реставрацию. Целостная реставрация имеет задачу восстановить первоначальный вид объекта, во всей его полноте, сложившегося в период его расцвета. Поэтому такую реставрацию называют также «реставрацией на оптимальную дату». В этом случае к вопросу о сохранении наслоений и возможности воссоздания, подходят иначе, чем при фрагментарной реставрации. Сохранение наслоений в основном зависит от даты их создания, а не от их исторической и художественной ценности. Данный подход к реставрации идёт вразрез с общей системой современных взглядов, поэтому целостная реставрация допускается только в исключительных случаях. Например, она актуальна при реставрации памятников старины, получивших утраты и разрушения уже в настоящее время.

В таком случае реставрация направлена не на восстановление предполагаемого первоначального вида, а скорее на композиционно завершенный архитектурный облик, который существовал во время разрушения и мог включать ряд более поздних слоев [4].

Фрагментарная реставрация принципиально противопоставлена целостной. Для неё характерны следующие особенности:

- отсутствие стилистического единства;
- признание ценности поздних наслоений на объекте;
- восстановлению подлежат только те элементы, форма которых документально подтверждена.

Целостная и фрагментарная реставрация состоит из двух этапов:

1. Раскрытие памятника из-за удаления поздних деталей и фрагментов, искажающих его первоначальный вид.
2. Восстановление утраченных деталей памятника.

Раскрытие памятника производится лишь в том случае, если фрагменты, подлежащие удалению, не имеют исторической или архитектурно-художественной ценности, либо ценность раскрываемого подлинника имеет больший интерес. Удаление наслоений возможно только после решения коллегиальной комиссии с привлечением профессионалов. При применении стадии раскрытия для реставрационного исследования всегда принимается весь объект, а не только его отдельные элементы, признанные заведомо ценными.

Раскрытие запрещается, если его применение изменяет конструктивную жесткость здания или ухудшает условия его сохранения. Также обязательно разрабатываются мероприятия по сохранению раскрываемых элементов или поверхностей стен. Например, быстрое освобождение деревянных обшивок срубов на сооружениях русского деревянного зодчества зачастую вызывает резкое ускорение процесса разрушения древесины.

В некоторых случаях реставрация может состоять лишь из раскрытия памятника архитектуры. Например, после того как удалили фрагменты штукатурки на фасадах софийского собора в Киеве, была выявлена первоначальная фактура древней кладки. В этом случае раскрытие послужила наглядным доказательством настоящей древности сооружения.

Потрясающий художественный эффект может дать раскрытие натуральной фактуры стен на всем сооружении, если обеспечиваются меры сохранности. Например, удаление штукатурки со стен церкви Петра и Павла в Новгороде в целом изменило внешний вид здания, придав ему особую аутичность.

Такие раскрытия изменяют восприятие отдельных зданий и способствуют созданию особой эмоциональной атмосферы городского ансамбля в целом.

Процесс реставрации всегда включает в себя сложное сплетение раскрытия и дополнений. Подлинник при раскрытии как правило никогда не бывает сохранившимся полностью. Он имеет различные утраты. Поэтому выполняются работы по частичному дополнению памятника, восстанавливаются или наглядно показываются остатки утраченных элементов. Восстановительные меро-

приятия назначаются для каждого случая индивидуально, в зависимости от сочетания факторов, влияющих на памятник.

Рассмотрев различные методы и подходы к реставрации памятников архитектуры, можно отметить, насколько важен внимательный подход и выбор методов в работе над каждым объектом в отдельности, ведь многовековые события связаны с историческими памятниками, они хранят в себе историю и настроения людей со времен их творений, и именно благодаря культуре и наследию многим народам удалось сохранить себя и свою самобытность [5].

В итоге анализа можно выделить следующие этапы работ по реставрации памятников архитектуры:

1. Историко-архивные, библиографические, натурные и инженерно-технические исследования объекта культурного наследия (при необходимости).

2. Проект организационно – технологических мероприятий по реставрации объекта культурного наследия, на основе подтвержденных исторических данных и описанных выше исследований, с учетом законодательных требований и общестроительных норм.

3. Проведение реставрационных работ, включающее в себя три различных мероприятия: усиление, реставрация и реконструкция, применяемые в комплексе как разные этапы одного процесса или как самостоятельный способ восстановления.

4. Предъявление работ контролирующим организациям в соответствии с порядком утверждения отчетной документации о выполнении работ по сохранению объекта культурного наследия.

Литература

1. Об объектах культурного наследия (памятников истории и культуры) народов РФ: федер. закон от 25.06.2002 № 73-ФЗ (ред. от 27.12.2018) [Электронный ресурс] // Информационно-правовое обеспечение «Гарант». URL: <https://base.garant.ru/77668279/> (21.01.2019)

2. СП 42.13330.2011. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 31- 06-200 [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200084712> (21.01.2019).

3. Реставрация памятников архитектуры / Под ред. С.С. Подъяпольского. М.: Стройиздат, 2000. 288 с.
4. ГОСТ Р 55528-2013. Состав и содержание научно-проектной документации по сохранению объектов культурного наследия. Памятники истории и культуры. Общие требования [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200104243> (21.01.2019).
5. СРП-2007. Свод реставрационных правил. Рекомендации по проведению научно-исследовательских, изыскательских, проектных и производственных работ, направленных на сохранение объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов РФ [Электронный ресурс] // Информационно-правовое обеспечение «Гарант». URL: <https://base.garant.ru/6179843/> (21.01.2019).
6. Чезаре Бранди. Теория реставрации и другие работы по теме охраны консервации и реставрации. М.: Альфа-Дизайн, 2011. 266 с.
7. Москвина И. К. Современные концепции реставрации в культурологическом дискурсе // Культура и цивилизация. 2016. Т. 6. № 5А. С. 317–324.
8. Бобров Ю. Г. Теория реставрации памятников искусства: закономерности и противоречия. М.: Эдсмит, 2004. С. 344.
9. Бранди Ч. Теория реставрации и другие работы по темам охраны, консервации и реставрации. М.: Nardinieditore, 2011. 264 с.
10. Чернышева Е. К. Научные и методологические проблемы реставрации: этические аспекты профессиональных отношений [Электронный ресурс]. – URL: <http://art-con.ru/node/3807> (дата обращения: 29.10.2017)

УДК 692

Василя Касимовна Неведова,

канд. техн. наук, доцент

Анна Александровна Пудышева,

студент

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: anna.pudysheva@bk.ru

Vasilya Kasimovna Nefedova,

PhD of Tech. Sci., Associate Professor

Anna Aleksandrovna Pudysheva,

student

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: anna.pudysheva@bk.ru

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО УСИЛЕНИЮ ФУНДАМЕНТОВ МЕТОДОМ УСТРОЙСТВА ВЫШТАМПОВАННЫХ МИКРОСВАЙ В Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

THE ORGANIZATION WORKS TO STRENGTHEN THE FOUNDATIONS OF THE METHOD, THE DEVICE VYSTUPOVANI MICROPILES IN SAINT-PETERSBURG

В условиях модернизации исторического центра Санкт-Петербурга появляется необходимость реконструкции зданий и сооружений. Учитывая особенности геологии, конструктивные решения по восстановлению застройки, используются различные методы усиления фундаментов зданий. Одним из них является применение выштампованных микросвай. В данной статье описывается организационно-технологическая последовательность устройства выштампованных микросвай на примере реального объекта. Данный метод эффективен, поскольку гарантирует улучшение свойств грунтового основания к восприятию новых нагрузок.

Ключевые слова: усиление грунтов, основание, выштампованные сваи, пневмопробойник, фундамент.

In the context of modernization of the historical center of St. Petersburg, there is a need for reconstruction of buildings and structures. Taking into account the peculiarities of geology, structural solutions for the restoration of buildings, various methods of strengthening the foundations of buildings are used. One of them is the use of vystupovani micropiles. This article describes the organizational and technological sequence of the device vyshtampovannyh mikrosвай

on the example of a real object. This method is effective because it guarantees an improvement in the properties of the soil base to the perception of new loads.

Keywords: soil reinforcement, base, vystupovanie piles, punch, basis.

Для крупных городов, в частности для Санкт-Петербурга, реконструкция существующих зданий имеет большое значение. Историческая застройка имеет существенный физический износ. Геологическая ситуация в Санкт-Петербурге отягчает ситуацию, поэтому зачастую при реконструкции возникает необходимость усиления грунтов основания. Одним из способов усиления грунтов основания является устройство выштампованных микросвай.

Применение предлагаемого конструктивного метода усиления основания с использованием выштампованных микросвай позволяет не только увеличить несущую способность оснований, но существенно снизить процесс развития осадок.

Технология устройства (рис. 1) данного типа свай состоит из следующих этапов:

1. Разметка с выносной проектных точек погружения свай.
2. Монтаж оборудования. Установка пневмопробойника в проектное положение (рис. 3).
3. Приготовление уплотнительной смеси, обеспечивающей устойчивость стенок скважины от обрушения (Цемент: Песок: Щебень – 1:2:2).
4. Проходка лидирующей скважины на величину проектной глубины 1,5–2,0 м.
5. Трамбование уплотнительной смеси в стенки и забой пробиваемых пневмопробойником скважин за счет подсыпки уплотнительной смеси между проходками. Повторением 3–4 проходок увеличивается глубина скважин до 2 м и диаметр до 200 мм.
6. Установка в скважину армокаркаса, центровка.
7. Приготовление литого бетона класса В15.
8. Заливка бетона, виброуплотнение.

Затем сваи объединяются ростверком усиления (рис. 5, 6), который включается в работу путем устройства штраб в теле существующего фундамента и установки анкеров.

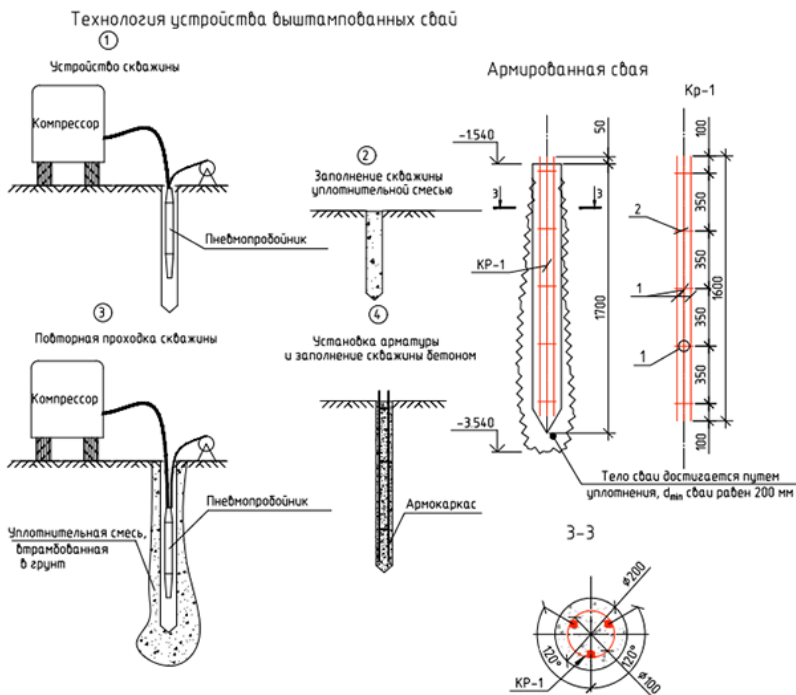


Рис. 1. Технология устройства выштампованных свай

Данная методика усиления грунтов основания с использованием выштампованных микросвай нашла свое успешное применение на объекте строительства: Укрепление грунтов основания методом устройства выштампованных свай при устранении аварийности с перепланировкой квартир жилого здания по адресу: г. Санкт-Петербург, ул. Шкапина, д. 24, лит. Б.

Реконструируемое здание расположено в Адмиралтейском административном районе города Санкт-Петербург, на территории дворовой застройки. Здание не эксплуатируется. Проектируемое функциональное назначение после ремонта – жилые помещения. Здание построено в 1910 году.

Здание кирпичное высотой 6 этажей, с подвалом и чердаком. В плане здание имеет прямоугольную форму с общими габаритами ~21,7×15,7 м. Высота этажей находится в пределах 3,2–3,3 м. Общая высота здания от уровня планировки до конька составляет ~22,6 м. К зданию вплотную примыкает дом № 26 по улице Шкапина.

Конструктивная схема здания стеновая. Стены – кирпичные несущие и самонесущие. Фундаменты под стенами ленточные каменные на естественном основании. Междуетажные перекрытия выполнены по стальным балкам с деревянным и бетонным заполнением; чердачное перекрытие частично выполнено по деревянным балкам. Крыша выполнена из деревянных наслонных стропил и стальной кровли. Сообщение между этажами здания осуществляется по каменной лестнице на стальных косоурах. Здание оборудовано наружным лифтом.

Непосредственное мое участие на этом объекте состояло в разработке проекта усиления (рис. 2) и ведения в последующем авторского надзора.

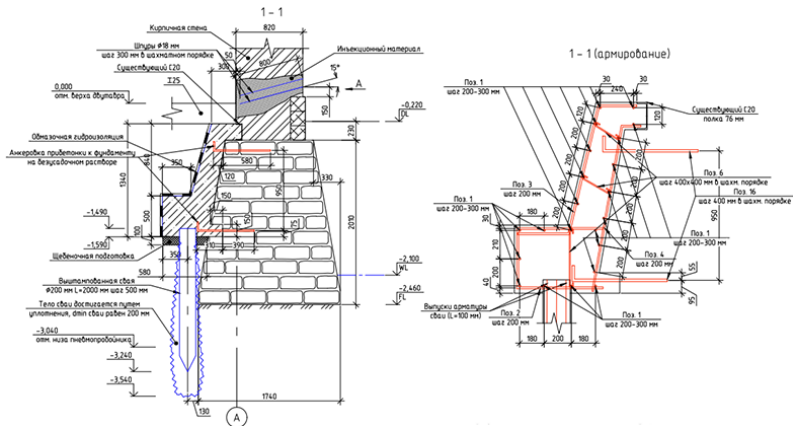


Рис. 2. Разрез 1–1 из проекта усиления грунтов основания здания по адресу: г. Санкт-Петербург, ул. Шкапина, д. 24, лит. Б



Рис. 3. Установка пневмопробойника в проектное положение



Рис. 4. Испытание свай статической вдавливающей нагрузкой

Для подтверждения соответствия фактически изготовленных на площадке элементов усиления требованиям проекта, необходимо было провести натурные испытания свай на вертикальную нагрузку в 5 тонн, посредством проведения статических испытаний свай (рис. 4). Несущая способность сваи по результатам испытаний составила 7 тонн, что превышает расчетную нагрузку в 2 раза при данной геологии.



Рис. 5. Фрагмент армирования ростверка усиления



Рис. 6. Конструкция ростверка усиления после снятия опалубки

На основании результатов статических испытаний и опыта применения выштампованных микросвай, можно сделать вывод о том, что данный метод усиления эффективен и в отдельных случаях превосходит расчетные значения. При этом, технология устройства выштампованных микросвай не вызывает сложностей при производстве работ, не требуется дорогостоящее оборудование, а также существует необходимость лишь в небольшой бригаде рабочих. Данные факторы напрямую влияют на организацию и стоимость строительства или реконструкции.

Литература

1. Алексеев С. И. Применение выштампованных микросвай усиления основания реконструируемых зданий: методическое пособие. СПб.: ФГОУ ВПО ПГУПС: СПб. отд. ООФ «ЦКС», 2010. 46 с.: ил.
2. СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП. 2.02.03–85. М.:ФГУП ЦПП, 2011. 86 с.
3. СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01–83*.
4. СП 45.13330.2017. Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01–87.
5. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. СНиП 52–01–2003.
6. Выштампованные микросваи [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.sk-psr.com/vyshtampovannye-mikrosvai>.
7. BuildCalc расчеты в строительстве [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.buildcalc.ru/Calculations/Brnl/Default.aspx>

УДК 691:620.197

Юрий Иванович Тилинин,

канд. техн. наук, доцент
Елена Владимировна Хорошенькая,
специалист

Салах Губран Нассер Даабан Хуссейн,
студент

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: tilsp@inbox.ru

Yuri Ivanovich Tilinin,

PhD of Tech. Sci., Associate Professor
Elena Vladimirovna Khoroshenkaja,
specialist

Salah Gubran Nasser Daaban Hussein,
student

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: tilsp@inbox.ru

КАПИТАЛЬНОСТЬ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

CAPITAL AND TECHNOLOGICAL FEATURES OF THE INSTALLATION OF INDUSTRIAL BUILDINGS

В современных условиях технического прогресса дефицит времени реализации новых технологий в промышленности требует оперативности строительства производственных зданий, что выдвигает на первый план быстроту возведения строительных конструкций. В связи с чем капиталность зданий назначается при проектировании в соответствии с предполагаемым временем востребованности предприятия и быстротой строительства. Учитывая влияние фактора времени на выбор капиталности зданий, авторы обосновывают актуальность внедрения в практику строительства каркасов из легких стальных тонкостенных конструкций и ограждающих конструкций из сэндвич-панелей.

Ключевые слова: капиталность зданий, время востребованности предприятия, оперативность строительства, быстровозводимые конструкции, каркас здания, легкие стальные тонкостенные конструкции, сэндвич-панели.

In modern conditions of technological progress, the lack of time for the implementation of new technologies in industry requires the promptness of the construction of industrial buildings, which brings to the fore the speed of construction of building structures. In this connection, the capital of buildings is assigned during design in accordance with the expected time of demand for the enterprise and the speed of construction. Taking into account the influence

of the time factor on the choice of the capital of buildings, the authors substantiate the relevance of the introduction into the practice of building frames from light steel thin-walled structures and enclosing structures from sandwich panels.

Keywords: capital of buildings, time of demand for an enterprise, efficiency of construction, pre-fabricated structures, building frame, light steel thin-walled structures, sandwich panels.

Значительное количество эксплуатируемых производственных объектов построены до 1986 г., поэтому выполнены в железобетоне и кирпиче, при чем многие объекты, не достигнув и половины нормативного срока долговечности, были остановлены в постпостроечный период.



Рис.1. Сборное железобетонное каркасное здание [8]

Классификация зданий и сооружений по капитальности способствует выбору строительных систем при проектировании [1, 2, 3]. Для каждого класса объектов установлены требования к долговечности и огнестойкости основных конструктивных элементов.

Выполнение данных требований объектам обеспечивалось использованием соответствующих строительных материалов и изделий и защитой их в конструкциях от физических, химических, биологических и других воздействий [1, 4]. При этом класс объектов назначался организацией, выдающей задание на проектирование. Указания по отнесению проектируемых зданий к различным классам, а также требуемые степень долговечности и степень огнестойкости основных конструктивных элементов приводились в нормах проектирования зданий и сооружений.

Предусматривалось деление объектов на четыре класса [1], при этом к I классу относились объекты, к которым предъявлялись повышенные требования, а к IV классу – объекты, к которым предъявлялись минимальные требования (рис. 2).

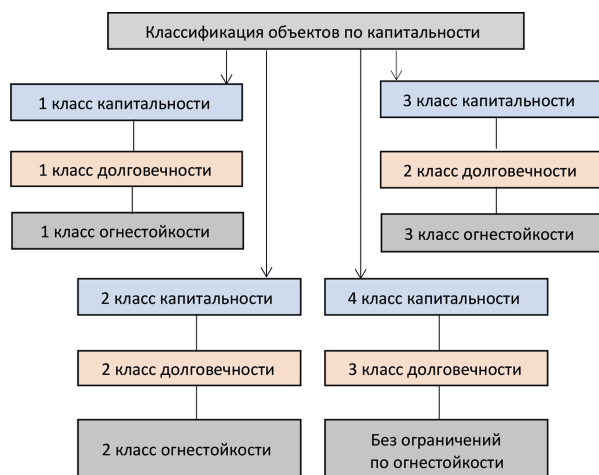


Рис. 2. Классификация объектов по капитальности [1]

Объекты 1 класса капитальности в соответствии с проектной документацией рассчитывались на эксплуатацию более 100 лет и возводились из несгораемых конструкций.

Объекты 2 класса капитальности, как и объекты 1 класса, возводились из несгораемых конструкций, однако срок их эксплуатации при проектировании рассчитывался от 50 до 100 лет.

Объекты 3 класса капитальности со сроком эксплуатации от 50 до 100 лет возводились, как правило, с каменными стенами и трудно сгораемыми перекрытиями, и перегородками, по назначению схожими с объектами 2 класса капитальности, однако, являлись зданиями малой вместимости с этажностью не более 5 этажей.

Срок эксплуатации объектов 4 класса капитальности в соответствии с проектной документацией принимался от 20 до 50 лет. При этом к несущим и ограждающим конструкциям объектов не предъявлялись какие-либо требования по огнестойкости, что зачастую приводит к снижению эксплуатационных характеристик объектов.

Приведенная классификация объектов целесообразна при назначении капитальности зданий с учетом прогнозируемого периода востребованности и оперативности строительства.

Авторами рассматривается новая строительная система на основе легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК) и сэндвич-панелей имеет предполагаемую капитальность, по мнению авторов, выше 4 класса и срок эксплуатации ориентировочно составляет 60–70 лет [5, 6]. При этом технологичность этой системы на 40–50 % выше, чем технологичность быстровозводимой системы «Модуль», не говоря о том, что здания строительной системы «Модуль» в основном из дерева (рис. 3) и потому имеют меньшую огнестойкость, чем здания из ЛСТК и сэндвич-панелей [7, 8].



Рис. 3. Монтаж панелей покрытия конструктивной системы «Модуль» [8]

Учитывая тот факт, что в условиях современных темпов технического прогресса объекты имеют предполагаемый срок востребованности, по мнению авторов, не более 45–65 лет и возводятся в короткие сроки, то здания из ЛСТК и сэндвич-панелей наиболее пригодны для обустройства территорий промышленных предприятий, складских комплексов, а также объектов социальной инфраструктуры особенно в условиях оперативности.

Технологическими особенностями строительной быстровозводимой строительной системы на основе применения для несущего каркаса ЛСТК (рис. 3), а для стен и покрытия сэндвич-панелей является комплексная механизация работ [9], применение стреловых автокранов и манипуляторов на базе фронтальных погрузчиков, соединений на самонарезающих винтах, сверления отверстий в металле толщиной до 4 мм при помощи несменяемого ступенчатого сверла по металлу [9, 10].

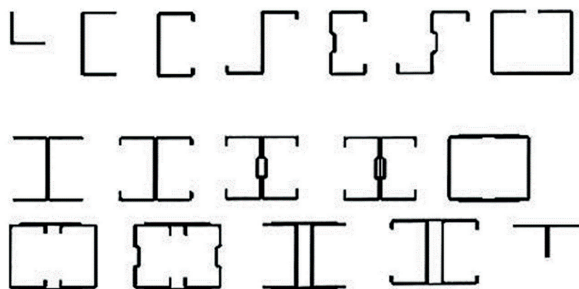


Рис. 3. Типичные формы несущих профилей и составных сечений элементов конструкций из стальных тонкостенных, холодногнутых профилей (ЛСТК) [8]

При монтаже конструкций системы «Модуль» здание площадью 100 м² возводилось бригадой из 8 монтажников и крановщика в среднем за 10 рабочих смен. Аналогичное здание из ЛСТК и сэндвич-панелей возводится бригадой из 7 рабочих за 5 рабочих смен. Это дает существенную экономию заработной платы, кроме того высокая энергоэффективность сэндвич-панелей влечет за собой большую экономию эксплуатационных затрат на отопление здания.

Литература

1. Бирюков А.Н. Восстановление объектов военной инфраструктуры при ликвидации последствий вооруженных конфликтов: монография / Бирюков А. Н., Денисов В. Н., Бирюков Ю. А. ВИ(ИТ) ВАМТО. СПб., 2019. 340 с.
2. Технологии строительства жилых многоквартирных домов в Санкт-Петербурге / Тилинин Ю. И., Тилинин В. Ю. // Сборник статей по материалам межвузовской научно-практической конференции: Современные направления развития технологии, организации и экономики строительства. ВИ (ИТ) ВАМТО, СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2020. С.54–62.
3. Дьячкова О. Н. Рациональное применение домостроительных технологий / Дьячкова О. Н., Тилинин Ю. И., Ратушин В. А. Жилищное строительство. 2020. № 1–2. С.11–15 (авторское участие 0,06) DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-1-2-11-15>
4. Казаков Ю. Н. Градостроительство в регионах России на основе быстровозводимой системы сэндвич-панелей // Вестник гражданских инженеров. СПб.: СПбГАСУ, 2012. № 2 С. 143–14.
5. Казаков Ю. Н. Строительство жилых домов на основе панелей типа «сэндвич» / Ю. Н. Казаков, М. С. Никольский, В. И. Хренов. СПб.: СПбГАСУ, 2015.
6. Казаков Ю. Н. Высокоскоростное строительство зданий из легких сэндвич-панельных систем: моногр. / Ю. Н. Казаков, Е. В. Хорошенькая, Ф.-М. Адам; СПбГАСУ. СПб., 2018. 176 с.
7. Fire simulation of light gauge steel frame wall system with foam concrete filling Shukhardin A., Nefedov G., Gravit M., Dmitriev I., Nazmeeva T. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2020. Т. 982. С. 836-844.
8. Казаков Ю. Н. Архитектурно-строительные технологии (часть 1) СПбГАСУ. СПб., 2020. 288 с.
9. Технология железнодорожного строительства / Э. С. Спиридонов, А. М. Примазонов, А. Ф. Акуратов, Т. В. Шепитько // Под ред. А. М. Примазонова, Э. С. Спиридонова. М.: ФГБОУ «Учеб.-методический центр по образованию на ж.-д. трансп.», 2014. 590 с.
10. Nazmeeva T. V. Numerical investigations of notched c-profile compressed members with initial imperfections / Nazmeeva T.V., Vatin N.I. // *Magazine of Civil Engineering*. 2016. № 2 (62). С. 92–101.

УДК 69.059.1

Ислам Мусаевич Чахкиев,
канд. техн. наук, доцент
Александр Павлович Михеев,
студент

(Санкт-Петербургский архитектурно-
строительный университет)
E-mail: chim_06@mail.ru,
micheevap@gmail.com

Islam Musaevich Chakhkiev,
PhD of Tech. Sci., Associate Professor
Aleksandr Pavlovich Miheev,
student

(Saint-Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: chim_06@mail.ru,
micheevap@gmail.com

ОРГАНИЗАЦИЯ МОНИТОРИНГА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

ORGANIZATION OF MONITORING IN CONSTRUCTION

Для определения проблем организации мониторинга в строительстве необходимо изучить все виды мониторинга в строительстве. Для проведения исследования используется фактологический анализ.

В работе проведен обзор видов мониторинга в строительстве. Согласно проведенному обзору установлены следующие виды мониторинга: мониторинг технического состояния зданий и сооружений, экологический мониторинг, экономический мониторинг, мониторинг сроков выполнения и качества строительно-монтажных работ. Так же в статье определены цели каждого вида мониторинга, перечень нормативных и законодательных документов, регламентирующих процесс проведения мониторинга. Приведены инструменты, позволяющие автоматизировать различные виды мониторинга. Выявлены актуальные направления дальнейших исследования в области мониторинга сроков выполнения и качества строительно-монтажных работ.

Ключевые слова: мониторинг в строительстве, мониторинг сроков выполнения и качества строительно-монтажных работ, автоматизация мониторинга, сроки строительства, качество строительной продукции.

To determine the problems of organizing monitoring in construction, it is necessary to study all types of monitoring in construction. Factual analysis is used to conduct the research.

The paper reviews the types of monitoring in construction. According to the review, the following types of monitoring were established: monitoring of the technical condition of buildings and structures, environmental monitor-

ing, economic monitoring, monitoring of the timing and quality of construction and installation works. The article also defines the goals of each type of monitoring, a list of regulatory and legislative documents governing the monitoring process. The tools are presented to automate various types of monitoring. Revealed the actual directions of further research in the field of monitoring the timing and quality of construction and installation works.

Keywords: monitoring in construction, monitoring the timing and quality of construction and installation works, automation of monitoring, construction timing, quality of construction products.

Разновидностей мониторинга в строительстве множество. Каждый из них направлен на отслеживание различных параметров строительства и выполняется с определенной целью. В данной исследовательской работе рассмотрены основные виды мониторинга в строительной отрасли и их цели.

В строительстве различают следующие виды мониторинга:

- мониторинг технического состояния зданий и сооружений [1, 2];
- экологический мониторинг [3, 4];
- экономический мониторинг [3];
- мониторинг сроков выполнения и качества строительно-монтажных работ.

Целью мониторинга технического состояния зданий и сооружений является оценка воздействия нового строительства, реконструкции на окружающую застройку, на геологическую, атмосферную и гидрогеологическую среду в период строительства и период эксплуатации, прогноз изменений их состояния, оперативное выявление дефектов, предупреждение и устранение негативных процессов и явлений, уточнение результатов прогноза и корректировка проектных решений.

Процедура и требования к мониторингу технического состояния зданий и сооружений описаны в следующих нормативных документах:

- ГОСТ 31937-2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния [5];
- СП 45.13330.2017. Земляные сооружения, основания и фундаменты [6];

- СП 305.1325800.2017. Здания и сооружения. Правила проведения геотехнического мониторинга при строительстве [7].

Мониторинг технического состояния зданий и сооружений делится в свою очередь на следующие подвиды: объектный и геолого-гидрологический. Объектный мониторинг включает наблюдение за состоянием оснований, фундаментов и несущих конструкций строящихся и реконструируемых зданий, а также окружающей застройки и инженерных коммуникаций. Геолого-гидрологический мониторинг представляет собой наблюдение за состоянием грунтов, изменением уровня подземных вод, развитием опасных геологических явлений: оползней, эрозии, карстовосуффозионных явлений и др.

Мониторинг осуществляется в соответствии со специально разработанной программой. Программа составляется в зависимости от технологии возведения здания, геологических условий, проектных решений, в особенности подземной части здания и техногенной нагрузки на окружающую среду [8].

Использование мониторинга технического состояния зданий и сооружений на этапе эксплуатации позволяет повысить надежность их эксплуатации. На этапе эксплуатации устанавливаются датчики на конструкциях, которые отслеживают крен, осадку и прочие перемещения и деформации здания. Полученные показатели сравниваются с предельными значениями, установленными нормативными документами. На основании данной информации можно сделать вывод о безопасности дальнейшей эксплуатации здания.

В строительстве все более становятся распространены программы для автоматизации процессов мониторинга [9]. Потребность во внедрении различных программных комплексов обусловлена увеличением масштабности строительных проектов, ускорением темпов строительства и обострением конкуренции. Благодаря таким программам обеспечивается эффективная координация между участниками строительных проектов: инвестором, застройщиком, проектировщиком, подрядчиком, надзорными органами и др.

Для автоматизации мониторинга технического состояния зданий и сооружений используются следующие программы: Типовая стационарная станция мониторинга «ИНСК», геодезический мо-

дуль «Циклоп», система долгосрочного мониторинга, разработанная НИИОСП им. Герсевича и др.

Экологический мониторинг представляет собой наблюдение за состоянием окружающей среды под воздействием антропогенных факторов. Включает в себя также оценку и прогноз изменений окружающей среды под воздействием различных факторов.

Требования к проведению экологического мониторинга приведены в следующих документах: Федеральном законе № 7-ФЗ от 10.01.2002 «Об охране окружающей среды» [10], ГОСТ Р 56059-2014 Производственный экологический мониторинг. Общие положения [11], ГОСТ Р 56062-2014 Производственный экологический контроль. Общие положения [12], ГОСТ Р 56063-2014 Производственный экологический мониторинг. Требования к программам производственного экологического мониторинга [13].

Можно выделить следующие виды экологического мониторинга [4]:

- мониторинг за состоянием атмосферного воздуха;
- мониторинг радиационного загрязнения;
- мониторинг состояния недр;
- мониторинг водных объектов;
- мониторинг за состоянием почвы;
- мониторинг за состоянием растительного и животного мира;
- мониторинг образования отходов и обращения с ними.

Для проведения экологического мониторинга разрабатывают специальную программу. В состав этой программы входит описание объектов контроля, перечень контролируемых параметров и их допустимых значений, срок мониторинга.

Экономический мониторинг проводится с целью подтверждения выполнения технико-экономических показателей проекта и целевого расходования денежных средств. Экономический мониторинг выполняется на основании технического задания Заказчика. В процессе мониторинга проводится:

- анализ достоверности определения сметной стоимости строительства;
- анализ наличия правоустанавливающих и исходно-разрешительных документов;

- проверка определения сроков реализации проекта;
- анализ рисков реализации проекта.

Одной из программ, позволяющих автоматизировать экономический мониторинг, является «Мониторинг».

Цель мониторинга сроков выполнения и качества строительно-монтажных работ прослеживается из названия самого мониторинга. Важность обеспечения сроков и качества строительства неоспорима. Срывы сроков производства работ и снижение качества ведут к увеличению издержек на реализацию инвестиционно-строительного проекта.

Для автоматизации мониторинга сроков выполнения строительно-монтажных работ используют различные программные комплексы, связанные с календарным планированием. К таким комплексам относятся «Microsoft Project», «Primavera», «Простой Софт» и др. Для автоматизации выполнения мониторинга качества выполнения строительно-монтажных работ используют такие программы как «Мобильные решения для строительства», «Стройформ: строительный контроль», «АСИК» и др.

Диалоговое окно отслеживания фактических сроков выполнения строительно-монтажных работ в программе *Microsoft Project* приведено на рис. 1.

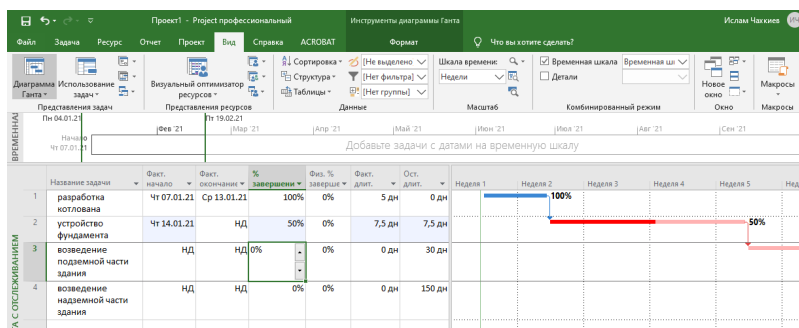


Рис. 1. Диалоговое окно отслеживания фактических сроков выполнения строительно-монтажных работ в программе *Microsoft Project*

Диалоговое окно схемы создания объекта в программе «АСИК» приведено на рис. 2.



Рис. 2 Схема создания объекта в программе «АСИК»

Меню экрана по созданию объекта в программе «АСИК» представлено на рис. 3.

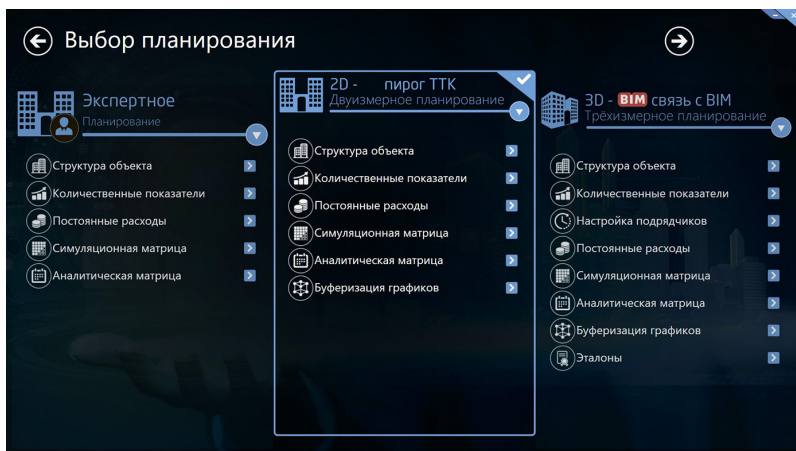


Рис. 3. Экран выбора планирования

При мониторинге сроков выполнения и качества строительного-монтажных работ используют различные инструменты, в частности *4D BIM* технологии, системы видеокамер, квадрокоптеры, тахеометры, облачные хранилища и др.

На эффективность мониторинга сроков выполнения и качества строительного-монтажных работ влияют множество факторов. Одним из таких факторов является достаточность системы сбора информации об объекте строительства и вывода необходимых для принятия управленческих решений, данных. Сбор информации и вывод данных в процессе мониторинга требуют формализации. Иначе эффективность мониторинга будет сведена к минимуму. Дальнейшие исследования, направленные на формализацию сбора информации и вывод данных в процессе мониторинга, являются актуальными и требуют изучения.

Литература

1. Мангушев Р. А. Мониторинг строительства зданий повышенной этажности на свайных фундаментах // Вестник гражданских инженеров. 2005. № 1 (2). С. 25–32.
2. Осокин А. И. Система геотехнического мониторинга как средство обеспечения безопасности строительства / Осокин А. И., Татаринцов С. В., Денисова О. О., Макарова Е. В. // Жилищное строительство. 2014. № 9. С. 10–18.
3. Нужина И. П. Модель эколого-экономического мониторинга в строительстве / Нужина И. П., Золотарева М. В., Васильева Ю. В. // Евразийский союз ученых. 2017. № 12–2 (45). С. 19–22.
4. Бакулин Ю. А. К программе экологического мониторинга атмосферного воздуха при строительстве и эксплуатации промышленных объектов // Природопользование, сохранение биологического разнообразия в интересах устойчивого развития Краснодарского края: сборник статей трудов. 2014. С. 6–9.
5. ГОСТ 31937-2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. М.: Стандартинформ. 2014.
6. СП 45.13330.2017. Земляные сооружения, основания и фундаменты. М.: Стандартинформ. 2014.
7. СП 305.1325800.2017. Здания и сооружения. Правила проведения геотехнического мониторинга при строительстве. М.: Росстандарт. 2018.
8. Косых А. А., Сурсанов Д. Н. О необходимости применения современных методов мониторинга в строительстве / Косых А. А., Сурсанов Д. Н. //

Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. 2012. № 4. С. 173–176.

9. Макаров С. Управление качеством в строительстве // Intelligent enterprise. 2013. № 6 (252).

10. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 29.07.2018) «Об охране окружающей среды».

11. ГОСТ Р 56059-2014. Производственный экологический мониторинг. Общие положения. М.: Стандартинформ. 2019.

12. ГОСТ Р 56062-2014. Производственный экологический контроль. Общие положения. М.: Стандартинформ. 2019.

13. ГОСТ Р 56063-2014. Производственный экологический мониторинг. Требования к программам производственного экологического мониторинга. М.: Стандартинформ. 2019.

УДК 698

Вера Михайловна Челнокова,
канд. техн. наук, доцент
Николай Дмитриевич Александров,
студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: ver-m@list.ru,
nda96@rambler.ru

Vera Mikhailovna Chelnokova,
PhD of Tech. Sci., Associate Professor
Nikolai Dmitrievich Aleksandrov,
student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: ver-m@list.ru,
nda96@rambler.ru

ОРГАНИЗАЦИЯ УВЯЗКИ СРОКОВ ВЫПОЛНЕНИЯ ОТДЕЛОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫМИ БРИГАДАМИ

ORGANIZATION OF LINKING THE TIMING OF TECHNOLOGICAL PROCESSES' FINISHING BY SPECIALIZED TEAMS

Статья посвящена выявлению проблем при организации увязки отделочных технологических процессов. Описывается необходимость учета технологических перерывов при проведении таких работ. Предлагается разработку организационно-технологических решений по увязке отделочных технологических процессов проводить на основе методики формирования и расчета комплексных потоков на уровне проектов производства работ (ПОР) на программу специализированных строительных организаций. Рассматриваются особенности при использовании этой методики для отделочных технологических процессов работ путем введения фиктивных работ. Предлагаемая методика позволяет сократить на 10–15 % общую продолжительность отделочных работ на комплексе объектов.

Ключевые слова: увязка работ, отделочные работы, технологический перерыв, организационно-технологические решения, комплексные потоки.

The article is devoted to the identification of problems in the organization of coordination of finishing technological processes. It describes the need to take into account technological interruptions during such work. It is proposed to develop organizational and technological solutions for linking finishing technological processes based on the methodology of forming and calculating complex flows at the level of work production projects (POR) for the program of

specialized construction organizations. The features of using this technique for finishing technological processes of works by introducing fictitious works are considered. The proposed method allows to reduce by 10–15 % the total duration of finishing works on the complex of objects.

Keywords: linking of works, finishing works, technology break, organizational and technological solutions, complex flows.

Отделочные работы представляют собой завершающий этап возведения зданий и сооружений. Они представляют собой комплекс взаимосвязанных строительных процессов, включающих работы по внутренней и наружной отделке зданий и сооружений, в результате которых повышаются эксплуатационные и эстетические качества объекта.

В результате отделочных технологических процессов объект приобретает долговечность, несгораемость, устойчивость по отношению к воздействию окружающей среды и декоративность. Отделочные работы могут быть выполнены в рамках строительно-монтажных работ (СМР) или после окончания возведения зданий и сооружений, а также в процессе ремонта жилых помещений, производственных объектов, офисов, изменения объемно-планировочных решений помещений и т. д.

Для успешного выполнения отделочных работ необходимо начинать их после готовности всех основных строительно-монтажных, ремонтных и санитарно-технических работ. Так как отделочные работы формируют визуальное впечатление об объекте, влияют на его дальнейшие эксплуатационные характеристики и на безопасность объекта, следует уделять особое внимание качеству применяемых материалов и производства работ.

Комплекс отделочных технологических процессов включает в себя следующие виды работ:

- штукатурные;
- шпаклевочные;
- малярные;
- работы по оклейке обоев;
- облицовочные;
- устройство полов и потолков.

Качественная отделка позволяет обеспечить долговечность эксплуатации, воздухообмен, шумоизоляцию и теплоизоляцию, защиту от влаги, санитарно-гигиенические свойства и ряд других характеристик.

Отделочные работы представляют собой сложный комплексный процесс, характеризующийся большим количеством необходимых операций и, следовательно, сложностью технологии. При их проведении следует учесть некоторые особенности для обеспечения уровня качества, предъявляемого к их выполнению, так как данный вид работ обычно завершает стадию СМР. Чаще всего это скованность фронта работ и повторяющаяся периодичность процессов.

Одним из важнейших качественных признаков соблюдения технологии при выполнении отделочных работ, влияющим на продолжительность их выполнения, является обеспечение технологических перерывов. Технологическим перерывом называется количество времени необходимое для достижения материалом своих декоративных, защитных, конструктивных и других свойств. При выполнении штукатурных и малярных работ продолжительность технологических перерывов обусловлена наличием мокрых процессов. Она меняется в зависимости от свойств отделочных и других материалов, а также от температурно-влажностных условий. Технологические перерывы необходимы для твердения всех мокрых процессов, включающих штукатурные и окрасочные слои. При устройстве полов требуется сделать технологический перерыв после заливки бетона, чтобы уложенный бетон успел набрать определённую прочность.

На основании вышеописанного, можно сформулировать утверждение о том, что одной из проблем при организации отделочных работ, является технологический перерыв. Это обосновывается тем, что при выполнении работ он вызывает сложность с увязкой разных процессов в отделке. Несомненно, это влияет на сроки строительства, что является одним из главных показателей в строительстве [1]. Превышение этого показателя приводит к лишним затратам и негативным последствиям [2]. Первым и самым значимым последствием будет являться удорожание реализа-

ции строительства в целом, а соответственно снижение рентабельности. Увеличение продолжительности строительства уменьшает прибыль и увеличивает затраты на материально-технические ресурсы, на оплату труда рабочих, аренду машин и механизмов и т. д.

Для решения задачи сокращения или полной ликвидации технологических перерывов проектировщики при разработке проектов организации работ и проектов производства работ стремятся найти такой метод организации работ, чтобы в процессе выполнения определенного вида работ во время технологического перерыва была возможность выполнить смежные операции с использованием тех же трудовых ресурсов. Таким образом, для уменьшения необходимого времени и количества технологических перерывов, необходимо учесть количество и трудоемкость операций, которые входят в целом в процесс, а также совмещенность работ.

Организационно-технологические решения (ОТР) для отделочных технологических процессов должны быть четко продуманы. Как правило, ОТР разрабатываются на стадии проекта организации работ и уточняются на стадии проекта производства работ.

Для успешного и качественного выполнения отделочных работ строительной организацией следует разработать проект производства работ (ППР) – организационно-технологический документ, описывающий обоснование для применяемых организационных и технологических решений для обеспечения требуемой технологии производства работ и безопасности всех видов работ, а также экономической эффективности капитальных вложений [3].

В проекте производства работ устанавливается порядок монтажа инженерного оборудования и обустройства строительной площадки, производится моделирование строительного процесса, расчет возможных рисков, определяются сроки строительства. Проект производства работ содержит технологические решения и необходимые организационные условия выполнения строительных работ, а также:

- действующие нормативные требования;
- указания по производству отделочных работ;
- правила и приемы производства отделочных работ;
- требования к качеству выполнения отделочных работ.

Для увязки технологических процессов, выполняемых специализированными бригадами, формируются проекты организации работ (ПОР). Под проектом организации работ подразумевают совокупность организационно-технологической документации, разрабатываемой на программу производственной деятельности строительного предприятия. Целями разработки ПОР служит сбалансирование поставленных задач по строительству объектов с производственными мощностями строительно-монтажных организаций.

Для решения проблемы технологических перерывов при выполнении отделочных работ, предлагается разработка организационно-технологической схемы увязки сроков выполнения технологических процессов. Она заключается в определении последовательности и совмещенности во времени, выполнения отдельных потоков на отдельных захватках, при которых, специализированные звенья рабочих последовательно переходят с захватки на захватку, готовят со своим уходом фронт работ другому звену потока [4].

Предлагается рассмотреть производство отделочных работ на комплексах объектов, на которых работает определенная строительная организация, выполняющая отделочные работы. Такие объекты могут входить в градостроительный комплекс (ГК). Градостроительный комплекс – это часть жилого квартала или микрорайона, которая может включать в себя несколько жилых домов, имеющих одинаковые либо выполненные в одной стилистике архитектурные и конструктивные решения, объекты инфраструктуры (детские сады, школы, спортивно-оздоровительные, развлекательные комплексы, лечебные учреждения, социальные объекты), в котором выполнены благоустройство и озеленение [5].

На рис. 1 отображен перечень технологических процессов по отделочным работам, который предлагается рассмотреть в исследовании.

Для увязки работ, предлагается взять за основу методику формирования и расчета комплексных потоков, разработанной на кафедре Организации строительства СПбГАСУ.

Основные разновидности комплексных потоков, составленные из отделочных технологических процессов, представлены на рис. 2.

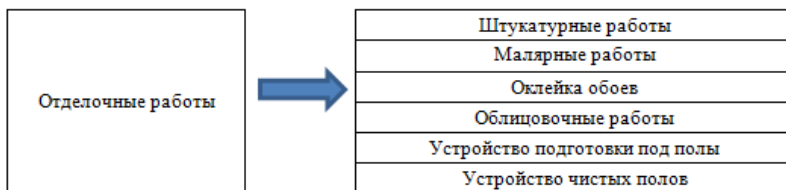


Рис. 1. Процессы, входящие в отделочные работы

Основные разновидности комплексных потоков	комплексный поток комбинированный (КПК)	Комплексные потоки комбинированные (КПК) формируются с полным сохранением структуры отделочных технологических процессов
	комплексный поток агрегированный (КПА)	Комплексные потоки агрегированные (КПА) формируются путем выявления периодов развертывания видов работ при учете параметров всех отделочных технологических процессов. При этом структура процессов, как правило, разрушается
	комплексный поток уплотненный (КПУ)	Комплексные потоки уплотненные (КПУ) предполагают начало каждой отделочной работы на объекте тогда, когда готов фронт работ и бригада выполнила работу на предыдущем объекте. При расчете КПУ возможно изменение структуры всех или некоторых отделочных технологических процессов

Рис. 2. Основные разновидности комплексных потоков, составленные из отделочных технологических процессов

Календарный график на отделочные работы формируется на основе комплексных потоков, объединяющих выполнение отделочных технологических процессов на объектах [6]. При организации данного объединения бригады, завершившие отделочные работы в составе одного объектного потока, переходят на другой объект [7]. Также необходимо увязывать работу машин и механизмов на всех объектах комплекса, если в них есть необходимость при производстве данного вида работ.

Для организации увязки сроков выполнения отделочных работ были произведены расчеты комплексных потоков. Были проанализированы 2 полученных варианта:

- при включении технологических перерывов в продолжительности технологических процессов;
- с учетом технологических перерывов, как фиктивных работ со своей продолжительностью.

В первом случае, технологические перерывы увеличивают продолжительности технологических процессов. Во втором случае, технологические перерывы включаются в комплексные потоки отдельными фиктивными работами, имеющими определенные продолжительности, равными запаздыванию.

В данном исследовании понятие «фиктивная работа» используется не просто для обозначения технологических зависимостей между отдельными видами отделочных работ [8]. Фиктивная работа имеет продолжительности, определяемые технологическими перерывами.

В исследовании были проведены увязки отделочных работ на основе одного из методов комплексных потоков – уплотненного (КПУ). Результаты расчетов показали, что при выделении технологических перерывов и включении их в комплексный поток, как отдельной работы общая продолжительность выполнения отделочных работ на всех объектах меньше на 10–15 %.

Эффективность инвестиций и соблюдение срока ввода в эксплуатацию объекта зависят во многом от правильности выбора модели организации строительного производства [10]. Главными задачами разработки организационно-технологических решений (ОТР) являются нахождение наиболее рационального решения по срокам и последовательности выполнения работ, необходимости задействования технических средств, требуемому количеству и составу звеньев и бригад рабочих.

Таким образом, совершенствование ОТР, при выполнении отделочных работ предложено реализовывать с помощью увязки, входящих в них процессов.

Именно после рассмотрения разных вариантов организации работ, удастся выявить оптимально подходящий комплексный поток, который минимизирует сроки выполнения работ и максимально удобно увяжет отделочные работы между собой на разных объектах.

Литература

1. Челнокова В. М. Анализ проблем организации комплексного освоения территории / Челнокова В. М., Гуревич А. Б. // Петербургская школа поточной организации строительства: I Всероссийская научно-практическая конференция, посвященная 95-летию со дня рождения профессора Виктора Алексеевича Афанасьева. СПбГАСУ. СПб., 2018. С 161–166.
2. Челнокова В. М. Особенности календарного планирования комплексного освоения территории девелопментской организацией // Вестник гражданских инженеров. 2016. № 3 (56). С. 136–141.
3. Афанасьев В. А. Поточная организация работ в строительстве: учеб. пособие / Афанасьев А. В., Афанасьев А. В.; СПбГАСУ, СПб.: 2000. 152 с.
4. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ.
5. Челнокова В. М. Организация комплексной застройки населенных мест / Челнокова В. М., Осипенкова И. Г., Ступакова О. Г. // Учебное пособие. 2018. 136 с.
6. Челнокова В. М. Организация комплексной застройки населённых мест // Вестник гражданских инженеров. 2017. № 5 (60). С. 11–16.
7. Челнокова В. М. Организация комплексной застройки населенных мест / Челнокова В. М., // Петербургская школа поточной организации строительства: I Всероссийская научно-практическая конференция, посвященная 95-летию со дня рождения профессора Виктора Алексеевича Афанасьева. 19–20 февраля 2018 года / под общ. редакцией Е. Б. Смирнова; СПбГАСУ. – СПб., 2018. С 11–16.
8. Метод сетевого планирования в строительстве: метод. указ. / сост. : Е. В. Аленичева, И. В. Гиясова, О. Н. Кожухина. Тамбов: Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2010. 24 с. 50 экз.
9. Плескунов М. А. Задачи сетевого планирования: учебное пособие / М. А. Плескунов. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. 92 с.
10. Болотин С. А. Организация строительного производства: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / С. А. Болотин, А. Н. Вихров. М.: Издательский центр «Академия», 2007. 208 с.

УДК 698

Вера Михайловна Челнокова,
канд. техн. наук, доцент
Владимир Альбертович Джанвелян,
студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный
университет)
E-mail: ver-m@list.ru,
vova-952@yandex.ru

Vera Mikhailovna Chelnokova,
PhD of Tech. Sci., Associate Professor
Vladimir Albertovich Dzhanelyan,
student
(Saint Petersburg
State University of Architecture
and Civil Engineering)
E-mail: ver-m@list.ru,
vova-952@yandex.ru

ОРГАНИЗАЦИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗАВОДА ПО УТИЛИЗАЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

ORGANIZATION OF RECONSTRUCTION OF THE PLANT FOR THE DISPOSAL OF BIOLOGICAL WASTE

Создание заводов по утилизации и переработке биологических отходов мясного производства имеет большой экономический эффект за счет производства из отходов высокобелковых кормов для животных. Такие заводы позволяют решать проблемы биологической и экологической безопасности. При организации работ по реконструкции завода решаются вопросы подбора кадров и совмещения работ, обеспечения инженерно-техническими сетями и дорогами. В статье рассмотрены причины и факторы реконструкции предприятий. Приведен пример формирования организации работ на основе комплексных потоков, разработанных на кафедре организации строительства под руководством профессора Афанасьева В. А.

Ключевые слова: реконструкция завода, совмещение работ, параллельно-поточная организация работ, организационно-технологические решения, комплексные потоки.

The creation of plants for the utilization and processing of biological waste from meat production has a great economic effect due to the production of high-protein animal feed from waste. Such plants allow solving problems of biological and environmental safety. When organizing work on the reconstruction of the plant, the issues of personnel selection and combination of work, provision of engineering and technical networks and roads are resolved. The article

discusses the reasons and factors for the reconstruction of enterprises. An example of the formation of work organization on the basis of complex flows developed at the Department of Construction Management under the leadership of Professor V. A. Afanasyev is given.

Keywords: reconstruction of the plant, the combination of work, parallel-flow organization of work, organizational-technological solutions of complex flows.

Реконструкция промышленных предприятий [1] осуществляется для повышения его эффективности за счет расширения производства или технического перевооружения.

Основными причинами реконструкции являются физический или моральный износ. Физический износ представляет собой разрушение конструкций или инженерных сетей завода под воздействием внешних и внутренних факторов среды. Моральный износ заключается в устаревании производственных технологий, что требует их совершенствования и модернизации оборудования.

С помощью реконструкции можно при необходимости одновременно решить несколько основных задач, к которым относятся:

- усиление существующих или замена устаревших конструкций, чей износ превышает допустимый для данного здания или сооружения;
- изменение объемно-планировочных решений здания или сооружения: перепланировка помещений внутри здания, пристройка/надстройка помещений как внутри, так и снаружи;
- замена устаревших и изношенных коммуникаций и отделки на более современные [4].

Перед началом реконструкции производственных объектов необходимо выполнить техническое обследование. Оно предполагает комплексную оценку эксплуатационного состояния инфраструктуры для определения необходимости и целесообразности замены или восстановления элементов производственной системы для целей дальнейшей эксплуатации с учетом предполагаемого вида деятельности. Также производится определение условий производства работ по реконструкции.

Для осуществления успешной реконструкции предприятия необходимо учесть следующие условия:

- необходимость непрерывного функционирования производства;
- факторы, которые могут оказать влияние на производство работ по строительству и реконструкции (стесненность площадки, зоны опасных производств и другие);
- возможность организации стройплощадки (временных дорог, освещения, открытых и закрытых площадок складирования и других необходимых элементов);
- проведение мероприятий по защите оборудования, благод устройств и других сохраняемых частей предприятия.

При реконструкции промышленных предприятий важными являются мероприятия по обеспечению прочности, устойчивости и несущей способности сохраняемых конструкций, в том числе сооружений целиком, разработка мероприятий по безопасному демонтажу элементов конструкций и безопасному одновременному функционированию существующего производства и осуществлению строительного-монтажных работ (СМР).

Отличительной особенностью реконструкции предприятий является неравномерность и разноплановость производимых строительного-монтажных работ, а также условий их выполнения в пределах одной площадки и одного объекта [3].

Одним из наиболее важных факторов, особенно в условиях реконструкции действующего предприятия, является стесненность. Стесненность стройплощадки обусловлена спецификой производства СМР, так как в условиях действующего производства могут возникать трудности с организацией рабочих мест, прохода и проезда рабочих и необходимой техники, невозможности или затруднений в эксплуатации необходимых строительных машин, неудобством перемещения строительных материалов внутри объекта к местам производства работ и местам складирования. Препятствия могут быть как в виде существующих строительных конструкций и инженерных коммуникаций, так и стационарного оборудования, являющегося частью производственного комплекса.

Таким образом, при планировании инвестиций в реконструкцию промышленного предприятия необходимо учитывать, что могут понадобиться дополнительные трудозатраты. Это происходит

в связи с увеличением временных затрат не только на основную работу, а также на подготовительные работы, технологические перерывы и заключительный этап реконструкции (оборудование предприятия, восстановление благоустройства). Также потери рабочего времени зачастую связаны с необходимостью производства СМР в действующих цехах [4].

Необходимость использования дополнительных трудовых ресурсов влечет за собой повышение трудоемкости работ, что обусловлено следующими факторами:

- ограничения рабочей зоны и транспортных потоков;
- временные ограничения, связанные с режимом работы предприятия;
- пространственные ограничения на действующих предприятиях: фронты работ зависят от наличия/отсутствия действующего производства в реконструируемой части здания или сооружения;
- специфичность технологии и организации работ, которая требует разработки нестандартных проектных решений, при этом возможно снижение уровня механизации строительства и уровня сборности.

Также при планировании и проектировании производства СМР в условиях реконструируемого промышленного предприятия следует учесть следующие особенности [4].

При производстве работ на действующих предприятиях происходит совмещение во времени и пространстве технологических процессов предприятия и работ по реконструкции, которое требует:

- установки ограждений и других защитных устройств в радиусе действующего оборудования;
- ограничения применения машин с двигателями внутреннего сгорания на внутрицеховых работах;
- периодических остановок производства СМР в связи с осуществлением производственной и другой деятельности предприятия;
- постоянного соблюдения режима предприятия на всей его территории.

Даже в случае возможной остановки либо приостановки основной деятельности предприятия, возникает необходимость

предохранения или переноса коммуникаций и других строительных конструкций для обеспечения их сохранности, защиты технологического оборудования от загрязнения и повреждения строительными и отделочными материалами. На предприятии возможно наличие взрывоопасной и пожароопасной среды, что также должно быть учтено при планировании и организации работ. На основании существующего уровня стесненности территории предприятия, устанавливаются ограничения размещения и работы строительной техники, складирования строительных материалов и конструкций, их транспортировки, производственных и бытовых условий для рабочих.

На основании всех перечисленных факторов и особенностей, возникают ограничения по применению ряда технологий производства СМР, выполнение значительных объемов работ должно быть осуществлено с применением средств малой механизации, машин и механизмов предприятия.

Основными методами организации строительного-монтажных работ по реконструкции являются поточные методы и узловой метод организации строительства и реконструкции предприятий, зданий и сооружений.

Требования к организации работ поточными методами, включая положения по определению пространственных, временных и организационных параметров, приведены в [5].

Предлагается проводить расчет сроков выполнения работ по реконструкции предприятий на основе методики поточной организации работ путем формирования комплексных потоков для сооружений производственного комплекса. Расчет комплексных потоков проводится по методике, разработанной на кафедре организации строительства под руководством профессора В. А. Афанасьева. Согласно данной методике комплексные потоки формируются из предварительно рассчитанных объектных потоков в [5, 6, 7].

Объектный поток представляет собой совокупность специализированных потоков, которые обеспечивают завершение строительства или реконструкции сооружений предприятия. Специализированный представляет собой выполнение отдельного вида работ специализированной или комплексной бригадой.

Предлагается для реконструкции промышленных предприятий ввести следующий порядок формирования объектных потоков:

- проведение обследования конструкций, инженерных сетей, основания существующего предприятия;
- разработка и согласование организационно-технологической документации по реконструкции (ППР, технологические карты, схемы операционного контроля качества и другие) [8];
- снос и демонтаж конструкций и инженерных сетей;
- устройство конструкций нулевого цикла и надземной части зданий;
- прокладка инженерных сетей;
- отделочные работы;
- замена технологического оборудования.

Рассмотрим расчет комплексных потоков на примере реконструкции предприятия по утилизации и переработке биологических отходов мясного производства.

Определяется количество частных фронтов на каждом объекте реконструкции исходя из его объемно-планировочных и конструктивных характеристик. При разделении цехов, зданий и сооружений на частные фронты необходимо максимально учитывать, что их размеры должны обеспечивать пространственную жесткость объекта и быть достаточными для размещения в них бригад [9, 10].

Продолжительность специализированных потоков в сменах рассчитывается исходя из объемов работ, их трудоемкостей, составов специализированных или комплексных бригад. Наименования и продолжительности специализированных потоков по реконструкции предприятия приведены в табл. 1.

Завод по утилизации и переработке биологических отходов мясного производства включает в себя следующий комплекс сооружений, имеющие функциональное назначение:

- блок производственных помещений с зоной логистики;
- блок помещений инженерно-технического назначения;
- блок административно-бытовых помещений.

Основные специализированные потоки по реконструкции предприятия

Шифр работ	Наименование специализированных потоков
А	демонтаж конструкций
Б	устройство конструкций нулевого цикла
В	устройство надземной части зданий
Г	кровельные работы
Д	заполнение проемов
Е	прокладка инженерных сетей 1 стадии
Ж	отделочные работы
З	устройство полов
И	прокладка инженерных сетей 2 стадии

Для формирования объектных потоков проводим разбивку объектов на частные фронты работ, рассчитываем сроки выполнения работ на каждом фронте. Расчет проводится на основе методики поточной организации работ, предложенной на кафедре организации строительства. По результатам определяются сроки начала и окончания каждого специализированного потока на объектах, которые представляются в виде объектных потоков. Результаты расчета объектных потоков приведены в табл. 2.

Из объектных потоков формируется комплексный поток по реконструкции предприятия. Для примера рассчитаем комплексный поток комбинированный (КПК). В результате расчета КПК получаются значительные растяжения ресурсных связей, то есть простои бригад при переходе с одного объекта на другой. Исключить простои бригад возможно при расчете комплексного потока агрегированного (КПА), но при этом, как показывает опыт расчетов, значительно (до 25–30 %) увеличивается продолжительность комплексного потока.

Результаты расчета объектных потоков

№ объекта	Виды работ								
	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И
1	0-17	11-38	38-112	80-119	98-123	102-131	110-137	131-156	135-164
2	0-15	6-34	34-108	44-115	50-119	53-127	59-133	64-137	67-145
3	0-12	5-32	31-106	42-112	48-117	51-125	58-131	68-135	64-141

Для сокращения продолжительность комплексного потока по реконструкции предприятия предлагается сформировать параллельно-поточный метод организации работ. Параллельно-поточный метод организации работ представляет собой формирование потоков при условии одновременного выполнения одной или нескольких работ несколькими однотипными бригадами, но на разных частях фронтах работ.

Для формирования параллельно-поточной организации выявляем специализированные потоки с наибольшей продолжительностью. Затем дополнительные бригады назначаются на эти потоки.

Проведено сравнение параметров поточной и параллельно-поточной организации работ, рассчитанной на основе комплексного потока комбинированного (табл. 3).

В результате получено сокращение общей продолжительности работ по реконструкции предприятия с 319 до 281 дней, то есть на 12 %. Межобъектные простои бригад, то есть простои при переходе бригад с одного объекта на другой, сократились с 416 до 354 дня, то есть на 17,5 %.

Таким образом, при переходе на параллельно-поточную организацию работ по реконструкции, рассчитанную на основе комплексного потока комбинированного, получилось значительное сокращение общей продолжительности реконструкции завода, сокращение межобъектных простоев бригад.

**Сравнение вариантов комплексных потоков
по реконструкции предприятия**

№ п/п	Показатели комплексных потоков комбинированных (КПК)	Методы организации работ (МОР)		Сокращение при параллельно-поточном методе, %
		поточные	параллельно-поточные	
1	Продолжительность реконструкции предприятия, дни мес.	319 15,2	281 13,4	12
2	Продолжительность реконструкции отдельных объектов, дни: 1 объект 2 объект 3 объект	164 145 141	164 145 141	– – –
3	Межобъектные простои бригад (растяжение ресурсной связи), дни	416	354	17,5
4	Количество бригад	9	11	–

Аналогичный расчет выполняется для комплексных потоков агрегированных и комплексных потоков уплотненных.

Таким образом, предложена методика формирования поточной и параллельно-поточной организации работ на основе комплексных потоков при реконструкции предприятия по утилизации и переработке биологических отходов мясного производства. Данная методика способствует равномерному вводу объектов предприятия, при этом концентрация средств механизации и специализация рабочих способствует повышению производительности труда. Сокращение простоев бригад приводит к экономии непро-

изводительных расходов подрядных организаций на оплату организационных простоев рабочих и механизмов, что снижает себестоимость работ.

Эффективность реконструкции промышленных предприятий повышается путем сокращения продолжительности строительного-монтажных работ. Для ее внедрения необходим системный подход к проектированию организации работ, реализации оптимальных организационно-технологических решений на основе комплексного планирования работ.

Литература

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ (с изменениями и дополнениями).
2. Федеральный закон от 30.12.2009 г. №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
3. Болотин С. А. Организация строительного производства: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Болотин С. А., Вихров А. Н. М.: Издательский центр «Академия», 2007. 208 с.
4. Методические рекомендации «Организация строительного производства при реконструкции производственных зданий и сооружений» Министерство строительства и ЖКХ РФ, М.:2018, 298 с.
5. Афанасьев В. А. Поточная организация работ в строительстве: учеб. пособие / Афанасьев В. А., Афанасьев м; СПбГАСУ, СПб.: 2000. 152 с.
6. Челнокова В. М. Организация комплексной застройки населённых мест // Вестник гражданских инженеров. 2017. №5 (60). С. 11–16.
7. Челнокова В. М., Осипенкова И. Г., Ступакова О. Г., Организация комплексной застройки населенных мест // Учебное пособие. 2018. 136 с.
8. СП 48.13330.2019. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004 «Организация строительства». М.: Минрегион России, 2010, 21 с.
9. Челнокова В. М. Особенности календарного планирования комплексного освоения территории девелопментской организацией // Вестник гражданских инженеров. 2016. № 3 (56). С. 136–141.
10. Челнокова В. М., Гуревич А. Б. Анализ проблем организации комплексного освоения территории // Петербургская школа поточной организации строительства: I Всероссийская научно-практическая конференция, посвященная 95-летию со дня рождения профессора Виктора Алексеевича Афанасьева. СПбГАСУ. СПб., 2018. С 161–166.

УДК 624.01

Николай Александрович Мишуренко,
конструктор
(Региональный центр строительных
исследований Артель)
E-mail: nikolai8421@mail.ru

Nikolai Aleksandrovich Mishurenko,
constructor
(Regional Center
for Building Research Artel)
E-mail: nikolai8421@mail.ru

МЕТОД АНАЛИТИЧЕСКОГО РАСЧЕТА КОНСТРУКЦИИ КОМПОЗИТНОГО ПЕРЕКРЫТИЯ

RESEARCH OF THE METHODS OF ANALYTICAL CALCULATION OF THE STRUCTURE OF THE COMPOSITE FLOORING

На сегодняшний день широкое применение нашла технология изготовления каркасных деревянных панелей из деревоклееных двутавровых балок в индивидуальном жилищном строительстве. Вследствие чего оптимизация такого рода конструкций является актуальной задачей в области строительства. Для повышения жесткости и несущей способности конструкции деревянного каркасного перекрытия предлагается ввести в работу конструкции более жесткий элемент: цементно-песчаную стяжку. В исследовании представлено обоснование выбора методики аналитического расчета конструкции композитного перекрытия, методика выполнения аналитического расчета композитного перекрытия, результаты аналитического расчета композитного перекрытия.

Ключевые слова: сдвиг, касательные напряжения, адгезия, стяжка, композитное перекрытие.

Today, the technology of manufacturing timber frame panels from wood-glued I-beams has found wide application in individual housing construction. As a result, the optimization of such structures is an urgent task in the field of construction. To increase the rigidity and bearing capacity of the timber frame floor structure, it is proposed to put into operation a more rigid element: a cement-sand screed. The study presents the rationale for the choice of the analytical calculation method for the structure of the composite floor, the method for performing the analytical calculation of the composite floor, the results of the analytical calculation of the composite floor.

Keywords: shear, shear stress, adhesion, screed, composite overlap.

Возможны две схемы работы конструкции композитного перекрытия: конструкция с обеспечением сцепления между стяжкой и плитой либо конструкция при отсутствии сцепления между стяжкой и плитой.

Рассмотрим конструкцию при отсутствии сцепления между стяжкой и плитой. Основной принцип работы конструкции такого рода заключен в восприятии нагрузки составными элементами перекрытия пропорционально изгибным жесткостям. Ввиду того, что изгибная жесткость цементно-песчаной стяжки в 70 раз превышает изгибную жесткость ГСП, перераспределение внутренних усилий будет осуществляться следующим образом: стяжка будет полностью воспринимать нагрузку, в то время как двутавровые балки будут воспринимать $1/70$ часть нагрузки, так как ГСП является связующим звеном для передачи нагрузки на клееные двутавровые балки. В связи с чем будет происходить следующая ситуация: конструкция пола будет воспринимать все эксплуатационные нагрузки до момента потери несущей способности, после исчерпания несущей способности цементно-песчаной стяжки в работу включится деревянная плита перекрытия, так как несущая способность стяжки исчерпана, в дальнейшем она будет выполнять роль постоянной нагрузки без сопутствующего восприятия внутренних усилий. Таким образом, данное решение по оптимизации конструкции перекрытия является нецелесообразным, соответственно данная методика расчета не представляет интереса.

Рассмотрим конструкцию с обеспечением сцепления между стяжкой и плитой. Основной принцип работы конструкции такого рода заключен в совместном восприятии внутренних усилий элементами конструкции. Таким образом, для изгибаемого элемента – плиты перекрытия, введение в работу конструкции пола (цементно-песчаной стяжки) в сжатую зону повысит несущую способность конструкции.

Общий вид конструкции композитного перекрытия представлен на рис. 1.

Перекрытие представляет собой ряд двутавровых балок (рис. 2), для объединения балки и ГСП применяются гвозди (рис. 3).

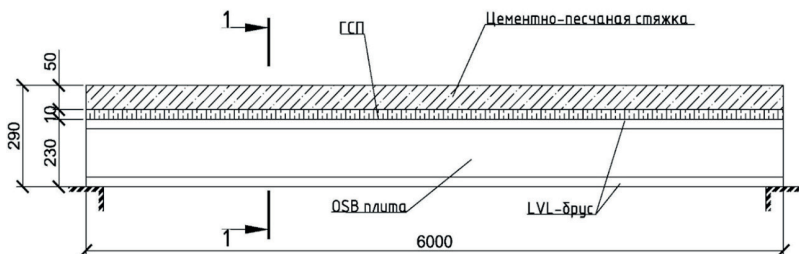


Рис. 1. Деревянное перекрытие с учетом конструкции пола

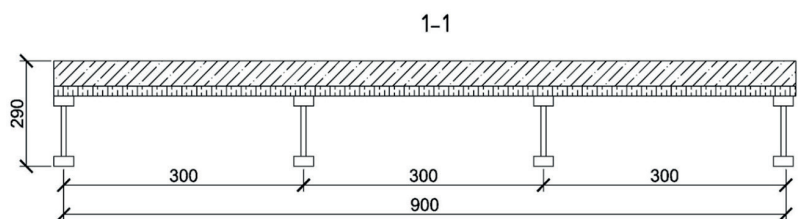


Рис. 2. Поперечное сечение перекрытия

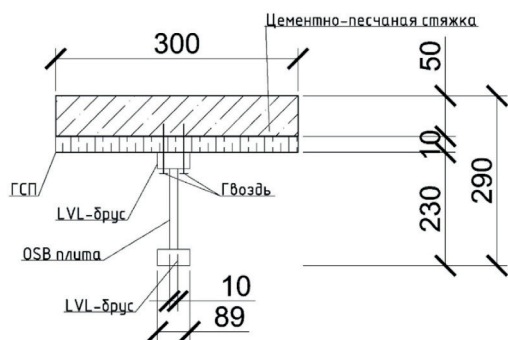


Рис. 3. Рядовая двутавровая балка перекрытия

Для исследования напряженно-деформированного состояния конструкции композитного перекрытия была выбрана следу-

ющая схема нагрузки перекрытия: равномерно-распределенная нагрузка, приложенная по поверхности шарнирно-опертого перекрытия (рис. 4).

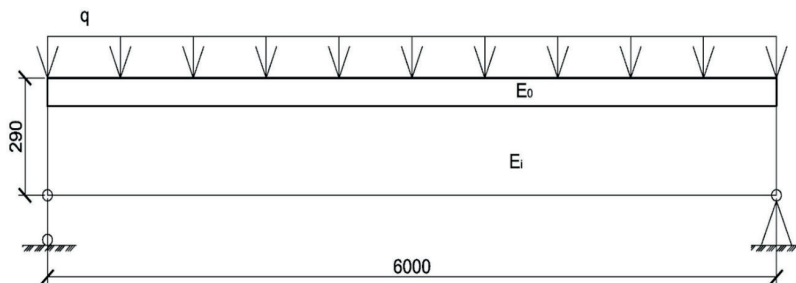


Рис. 4. Расчетная схема исследуемого перекрытия

В перекрытии используются балки, параметры сечения которых приведены в табл. 1. Гвозди $\varnothing 4$ мм.

Таблица 1

Параметры сечения балок

Наименование	Ед. изм.	Значение
Материал полок		LVL, сорт 1
Материал стенки		OSB-3
Высота сечения	мм	230
Ширина сечения	мм	89
Высота полки	мм	39
Толщина стенки	мм	10

Прочностные характеристики материалов приведены в табл. 2.

Прочностные характеристики материалов

Наименование	Обозначение	Ед. изм.	Значение
Расчетное сопротивление на сжатие стяжки	$R_{\text{стяж}}^{\text{сж}}$	МПа	7,5
Расчетное сопротивление на растяжение стяжки	$R_{\text{стяж}}^{\text{р}}$	МПа	0,66
Модуль упругости стяжки	E_0	МПа	21500
Модуль упругости OSB-3	$E_{\text{стенки}}$	МПа	3500
Модуль упругости LVL для расчетов по 1 группе предельных состояний	$E_{\text{полки}}^{\text{р}}$	МПа	10000
Модуль упругости LVL для расчетов по 2 группе предельных состояний	$E_{\text{полки}}^{\text{н}}$	МПа	12000
Модуль упругости ГСП	$E_{\text{гсп}}$	МПа	2500

Расчётная схема перекрытия представлена на рис. 5, эпюра изгибающих моментов представлены на рис. 6, эпюра поперечных сил изображена на рис. 7.

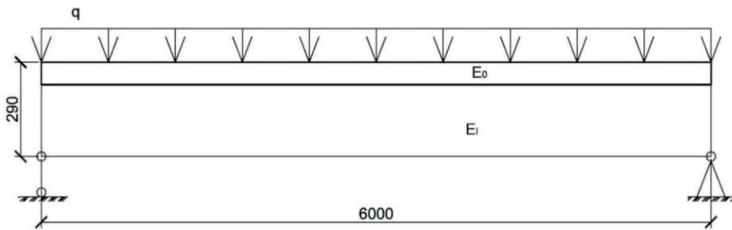


Рис. 5. Расчетная схема балки



Рис. 6. Эпюра изгибающих моментов



Рис. 7. Эпюра поперечных сил

При расчете будем приводить заданное сечение к стяжке. Так как, модуль упругости ГСП значительно меньше модуля упругости стяжки: $E_{гсп}/E_0 = 2500/21\ 500 = 0,12$, то прочностью ГСП можно пренебречь: она выполняет роль опалубки для цементно-песчаной стяжки.

Стяжка выполнена из анизотропного материала, вследствие чего элемент стяжки будет максимально эффективно работать при сжимающих напряжениях, что обеспечивается при расположении нейтральной оси сечения ниже цементно-песчаной стяжки. Данная ситуация возможна при расстоянии «а» не превышающем 24 см, данное условие обеспечивается при шаге балок не превышающем 300 мм.

Сбор нагрузок на перекрытие представлен в табл. 3.

Таблица 3

Сбор нагрузок

Наименование нагрузки	Нормативная нагрузка, кг/м ²	Коэффициент надежности по нагрузке	Расчетная нагрузка, кг/м ²
Полезная на перекрытие	150	1,3	195
Стяжка	90	1,1	99
ГСП	28,5	1,2	34,2
Двуглавая балка	5,86	1,1	6,44

Результаты расчетов представлены в табл. 4.

Результаты расчета

Проверка	Предельно допустимое значение	Расчетное значение	Условие выполняется/ не выполняется
По нормальным напряжениям	0,75 кН/см ²	0,25 кН/см ²	Выполняется
По касательным напряжениям	0,0064 кН/см ²	0,00438 кН/см ²	Выполняется
По предельному прогибу	0,005	0,002	Выполняется

Принят способ аналитического расчета композитной конструкции: рассматривается составное сечение: двутавровая клееная балка, соединенная гвоздями с обшивкой ГСП, соединенной с цементно-песчаной стяжкой. В расчет принимается изгибаемый элемент, состоящий из двутавровой клееной балки, выполняющей роль стенки, и цементно-песчаной стяжки, выполняющей роль сжатого пояса, ширина пояса принимается исходя из шага клееных двутавров. Жизнеспособность конструкции обеспечивается при наличии совместной работы деревянной плиты перекрытия и цементно-песчаной стяжки.

Было установлено, что максимальная эффективность композитного перекрытия осуществляется для балок при шаге 300 мм за счет расположения нейтральной оси приведенного сечения таким образом, что элемент цементно-песчаной стяжки полностью работает на сжатие.

Литература

1. Мальганов А. И. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий / Мальганов А. И., Плеваков В. С., Полищук А. И. Томск: Томский межотраслевой ЦНТИ, 1990. 316 с.
2. Гипсостружечная плита стандартная – 10мм. – Текст : электронный // Пешеланский гипсовый завод : официальный сайт. – 2020. – URL: <https://www.pgз-dekor.ru/products/gipsostruzhecnaya-plita> (дата обращения: 20.04.2020).

3. Мишуренко Н. А. Экспериментальное исследование работы соединения деревянной плиты перекрытия с конструкций пола / Мишуренко Н. А., Лезнева А. Д. Текст: непосредственный // Информационные и графические технологии в профессиональной и научной деятельности / Сборник статей III Международной научно-практической конференции; под общей редакцией Н. И. Красовской. Тюмень : ТИУ, 2019. С. 186–188.

4. Мишуренко Н.А. Экспериментальное исследование работы соединения деревянной плиты перекрытия с конструкций пола при введении в работу соединения МЗП / Мишуренко Н. А., Еренчинов С. А., Лезнева А. Д., Кодиров А. К. Текст: непосредственный // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе / Материалы Национальной с международным участием научно-практической конференции студентов, аспирантов, ученых и специалистов, посвященной 20-летию созданию кафедры электроэнергетики: в 2 т. Том 1; под общей редакцией А. Н. Халина. Тюмень : ТИУ , 2019. С. 159–162.

5. Мишуренко Н. А. Экспериментальное исследование работы соединения деревянной плиты перекрытия с конструкцией пола при введении в работу соединения винтов / Мишуренко Н. А., Еренчинов С. А., Худышкина Н. Ю. Текст: непосредственный // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе / Материалы Национальной с международным участием научно-практической конференции студентов, аспирантов, ученых и специалистов, посвященной 20-летию созданию кафедры электроэнергетики: в 2 т. Том 1; под общей редакцией А. Н. Халина. Тюмень : ТИУ , 2019. С. 156–159.

6. Патент № 196498 Российская Федерация, E04B 5/14 (2006.01). Плита перекрытия с деревянным каркасом : № 2019141365 : заявл. 11.12.2019 : опубл. 03.03.2020 / Мишуренко Н. А., Еренчинов С. А., Худышкина Н. Ю., Бай В. Ф. ; заявитель ТИУ. 6 с. : ил. Текст : непосредственный.

7. Мишуренко Н. А., Еренчинов С. А., Бай В. Ф., Худышкина Н. Ю. Исследование работы соединения элементов композитной конструкции: деревянной плиты перекрытия и цементно-песчаной стяжки // Вестник гражданских инженеров. 2020. № 4 (81). С. 64–71.

8. Долейко А. А. Исследование работы каркасной панели перекрытия с продольными ребрами из деревоклееной двутавровой балки из LVL и OSB в лабораторных условиях. Магистерская диссертация. Тюмень, 2019. 69 с.

9. Мишуренко Н. А. Исследование работы деревянной плиты перекрытия с учетом конструкции пола. Магистерская диссертация. Тюмень, 2020. 79 с.

УДК 691:620.197

Владимир Юрьевич Тилинин,
специалист

Георгий Александрович Бакарадзе,
студент

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: tilsp@inbox.ru

Vladimir Yurievich Tilin,
specialist

Georgiy Alexandrovich Bakaradze,
student

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: tilsp@inbox.ru

ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА СТЕН В ЗДАНИЯХ С ЛЕГКИМ СТАЛЬНЫМ КАРКАСОМ

THE CHOICE OF WALL CONSTRUCTION TECHNOLOGY IN BUILDINGS WITH A LIGHT STEEL FRAME

Выбор технологии строительства стен каркасных зданий с быстро-возводимым легким стальным каркасом проблема актуальная в условиях большого выбора.

Применяемые в малоэтажном промышленном и гражданском строительстве технологические решения имеют свои преимущества и недостатки, зависящие от условий строительства природно-климатического, сейсмического и экономического характера.

В связи с этим выбор сравнение технологий методом проведения технико-экономической и комплексной оценки эффективности технологий строительства стен, учитывающие конкретные условия строительства. В статье использованы результаты экспертной оценки технологий строительства стен малоэтажных зданий с легким стальным каркасом. Предложена новая технология с использованием вакуумных захватов для сэндвич-панелей.

Ключевые слова: технология, строительство, стены, легкий стальной каркас, здание, вакуумный захват, сэндвич-панель, экспертная оценка

Modern wall construction technologies used in low-rise housing construction have their own advantages and disadvantages, depending on the construction conditions of a natural-climatic, seismic and economic nature.

In this regard, the choice of comparison of technologies by the method of conducting a technical, economic and comprehensive assessment of the effectiveness of wall construction technologies, taking into account the specific con-

struction conditions. The article uses the results of an expert assessment of technologies for constructing walls of low-rise buildings with a light steel frame. A new technology using vacuum grippers for sandwich panels has been proposed.

Keywords: technology, construction, walls, light steel frame, building, vacuum gripper, sandwich panel, expert judgment

В современном строительстве широко применяются сборные железобетонные, кирпичные и монолитные технологии домостроения. Основой массового капитального строительства жилых зданий из сборного железобетона служит индустрия домостроения строительного комплекса региона [1, 2, 3]. В исторических районах крупных городов продолжается строительство и реконструкция кирпичных зданий [4].

Современная эпоха технического прогресса способствует сокращению срока строительства зданий за счет применения легких быстро монтируемых конструкций каркаса и обшивки стен. Технологическими особенностями строительства зданий с легким стальным каркасом является соответствие элементов строительной системы по легкости и транспортабельности. Стеновая конструкция из листового материала или готовых панелей имеет разную стоимость и трудоемкость работ. Среди материалов пригодных для облицовки каркасов рассматриваются в основном плиты из древесных стружек на различных связующих. Выбор строительной технологии обусловлен не только потребительскими свойствами стен, но и различными параметрами процесса возведения [4, 5]. К таким параметрам относятся в первую очередь затраты трудовых ресурсов в условиях строительного производства. Большое значение имеет масса и габариты облицовочных панелей. Помимо общей трудоемкости процесса облицовки часто рассматривают трудность резки материала ручным инструментом.

С точки зрения эксплуатации важную роль играет влагостойкость и долговечность, которая зависит в том числе от старения связующего материала при эксплуатации в жарких или холодных климатических условиях. Большое влияние на выбор технологии возведения стен оказывает огнестойкость материала облицовочных панелей [6, 7]. Обращает на себя внимание особенность

рассматриваемых критериев выбора технологии, заключающаяся в неоднородности физической природы характеристик стен, то есть нет возможности объединить эти частные критерии в укрупненный показатель.

В связи с этим возникает вполне объективное основание применения метода экспертной оценки для сравнения технологий возведения стен из легких стальных каркасов с обшивкой из различных видов панелей [8].

Каркасные здания строятся с утеплением стен минераловатной плитой [9], располагающейся между наружной и внутренней облицовкой, закрепленной к металлическому каркасу самонарезающими винтами (рис. 1).



Рис. 1. Самонарезающий винт для крепления листового материала (ОСП и ЦСП) [10]

Самыми распространенными листовыми панелями для облицовки легких стальных каркасов являются цементно-стружечные (ЦСП) и ориентированно-стружечные плиты (ОСП) (рис. 2).

Наиболее индустриальными легкими конструкциями стен служат сэндвич-панели. В связи с чем рассматриваются экспертами два варианта облицовки стен и устройство стен из сэндвич-панелей:

- 1) облицовка стен цементно-стружечными плитами;
- 2) облицовка стен ориентированными стружечными листами;
- 3) монтаж сэндвич-панелей с использованием захватов (табл. 1).

ЦСП
(цементно-стружечные плиты)



ОСП (OSB)
(ориентированно-стружечные плиты)



Рис. 2. Цементно-стружечные (ЦСП) и ориентированные стружечные (ОСП) [11]

Таблица 1

Параметры захватов для монтажа сэндвич-панелей

Тип захвата	Захват замковый	Захват-струбцина	Захват с вакуумной установкой
Скорость установки мин	5	7	2
Вес, кг	4	10	97
Габариты, мм	150×200×100	300×600×600	1200×850×450мм

Комплексная оценка вариантов стен была проведена с привлечением экспертов в области технологий возведения зданий с легким стальным каркасом.

Результаты экспертной оценки вариантов стен, применяемых в малоэтажном строительстве зданий с легким стальным каркасом, приводятся в табл. 2.

Таблица 2

**Баллы экспертной оценки технологий строительства стен
с легким стальным каркасом**

Критерии экспертной оценки	Значение критерия оценки по десятибалльной шкале		
	Вар. № 1	Вар. № 2	Вар. № 3
Трудоемкость	6	7	10
Теплоизоляция	7	7	10
Звукоизоляция	7	6	8
Прочность	8	6	7
Долговечность	9	7	8
Себестоимость	7	8	5
Трудность резки	4	8	8
Влагостойкость	10	6	10
Стоимость запаса материалов	8	7	6
Транспортабельность	7	8	9
Итоговая сумма баллов	73	70	81

Основываясь на результатах экспертной оценки, рассмотренных технологий строительства стен с легким стальным каркасом, авторы пришли к следующему *выводу*:

Технология облицовки стен ориентированными стружечными плитами по комплексной оценке менее эффективна в основном из-за низкой влагостойкости и долговечности. Цементно-стружечная плита имеет больший вес, но более влагостойка, прочна и долговечна. Наиболее эффективна в строительстве зданий с легким стальным каркасом сэндвич-панель. Только дальность транспортировки с завода-изготовителя может повлиять на выбор альтернативных технологий возведения стен зданий с легким стальным каркасом.

Литература

1. Рыбнов Е. И. Организация и планирование работы производственных структур при крупномасштабном жилищном строительстве / Рыбнов Е. И., Егоров А. Н., Хайдуцкий З., Гдимиян Н. Г. // Вестник гражданских инженеров. 2018. № 3 (68). С. 98–102.
2. Дроздова И. В. Влияние строительного комплекса на развитие Санкт-Петербургской агломерации / Дроздова И. В., Токунова Г. Ф., Жлудова О. А. // Вестник гражданских инженеров. 2017. № 6 (65). С. 339–343.
3. Дроздова И. В. Решение задач капитального ремонта наружных стен крупнопанельных зданий / Дроздова И. В., Смирнов Е. Б., Шестеров Е. А. // 9th International Conference on Contemporary Problems of Architecture and Construction. Batumi, 2017. С. 47–51.
4. Головина С. Г. К вопросу исследования совместной работы строительных материалов в наружных ограждающих конструкциях в бывших доходных домах исторического центра Санкт-Петербурга / Головина С. Г., Сокол Ю. В. // Вестник гражданских инженеров. 2018 № 3 (68). С.112–117.
5. Головина С. Г. Архитектурно-конструктивные особенности жилых зданий Санкт-Петербурга второй половины XVIII века // Градостроительство и архитектура. 2020. Т. 10. № 2 (39). С. 71–77.
6. Юдина А. Ф. Развитие технологий жилищного строительства в Санкт-Петербурге / Юдина А. Ф., Тилинин Ю. И., Евтюков С. А. // Вестник гражданских инженеров. 2019 № 1 (72). С. 110-119.
7. Selection of criteria for comparative evaluation of house building / Antonina Yudina, Yurii Tilinin//«Architecture and Engineering» (ISSN: 2500-0055) Том 4, № 1 (2019) Pages 47–52.
8. Тилинин Ю. И. Технологии строительства жилых многоквартирных домов в Санкт-Петербурге // Тилинин Ю. И., Тилинин В. Ю. // Сборник статей по материалам межвузовской научно-практической конференции: Современные направления развития технологии, организации и экономики строительства. ВИ (ИТ) ВА МТО, СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2020. С.54 –562.
9. Казаков Ю. Н. Градостроительство в регионах России на основе быстровозводимой системы сэндвич-панелей / Ю. Н. Казаков // Вестник гражданских инженеров. СПб.: СПбГАСУ, 2012. № 2 С. 143–14.
10. <https://www.sdvor.com/articles/tssp-osobennosti-pri-rabote-s-plitami-i-rekomendatsii-po-montazhu/>
11. <https://acadomia.ru/articles/konstruksii-i-materialy/than-to-sheathe-the-facade-of-frame-house-csp-or-osb/>

УДК 69.055

Хошнав Юсиф Бабакр Хуссейн,
аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: yousif.babakr@gmail.com

Khoshnaw Yousif Babakr Hussein,
postgraduate student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: yousif.babakr@gmail.com

ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ СТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРОЕКТАМИ

APPLYING OF NEURAL NETWORKS IN CONSTRUCTION PROJECT CONTROL

Искусственные нейронные сети (ИНС) применяются для решения множества задач в строительстве. В данной статье описывается роль нейронных сетей при управлении строительными проектами и рассматривается их применение в строительных работах, связанных с прогнозированием затрат, рисков и безопасности, а также производительностью труда и оборудования. Автор описывает, как можно спроектировать и обучить нейронную сеть, чтобы помочь руководителям проектов в процессе принятия решений. Основные области применения ИНС – это принятие решений, распознавание образов, оптимизация, прогнозирование, анализ данных. В настоящее время они также используются для решения таких сложных задач, как распознавание образов, распознавание речи, сложное прогнозирование и др.

В статье представлен обзор применения ИНС в строительной отрасли: анализ затрат, расхода строительных материалов, производительности, рисков и безопасности.

Ключевые слова: управление строительными проектами; искусственные нейронные сети; контроль графика проекта; контроль затрат, управление строительством

Artificial neural networks (ANN) are used to solve many problems in construction. This article describes the role of neural networks in the management of construction projects and discusses their use in construction work related to the prediction of costs, risks and safety, as well as the productivity of labor and equipment. The author describes how you can design and train a neural network to help project managers make decisions. The main applications of ANN are decision making, pattern recognition, optimization, forecasting, data anal-

ysis. Currently, they are also used to solve such complex problems as pattern recognition, speech recognition, complex prediction, etc.

The article provides an overview of the application of ANN in the construction industry: analysis of costs, consumption of construction materials, productivity, risks and safety.

Keywords: Construction project management; artificial neural networks; control of the project schedule; cost control, construction management

Введение

Традиционные методы планирования и контроля, применяемые в строительной отрасли, требуют, чтобы руководитель проекта основывал оценку различных параметров управления (например, отклонения в затратах или графике) на периодически доступных отчетах о текущем состоянии. Руководители проекта оценивают их на протяжении всего проекта. Эти методы являются приемлемыми, но в случае, когда сотни задач должны быть точно срежиссированы, делать прогнозы становится трудно. Является ли такая неуправляемая субъективная оценка полностью достоверной – важный вопрос. Для эффективного контроля руководители проектов должны сопоставлять результаты будущей работы с первоначальной базовой оценкой для выявления вероятных проблем и возможных решений. Эффективность руководителя проекта с точки зрения интуитивной оценки будущего и того, насколько он/она может успешно интегрировать эту информацию в текущий план, оказывает сильное влияние на успех строительного проекта.

Представленный здесь подход основан на разработке инструмента искусственной нейронной сети, который поможет руководителю проекта в данной задаче. Искусственные нейронные сети, очевидно, предлагают потенциально мощный инструмент для оценки параметров управления проектом по текущим условиям. Основной причиной выбора парадигмы ИНС из других доступных инструментов искусственного интеллекта является их способность учиться и адаптировать решение проблемы на основе опыта. Модель ИНС, представленная в данной статье, может определять отклонения параметров управления проектом от базового плана, а затем генерировать значимые и актуальные планы через регулярные промежутки времени уже в процессе выполнения.

Искусственная нейронная сеть

Искусственная нейронная сеть (ИНС) – математическая модель, а также её программная или аппаратная реализация, построенная по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей – сетей нервных клеток живого организма. В настоящее время нейронные сети используются для решения следующих сложных задач: распознавание образов, распознавание речи, сложные прогнозы. Тема использования нейронных сетей в различных областях деятельности человека чрезвычайно популярна в настоящее время. Например, в базе Scopus в 1986 году есть всего 2 публикации на тему ИНС, в 2018 году – 12 253. ИНС как концепция существовала долгое время, однако их применение в гражданском строительстве началось в конце 1980 года [1]. Было обнаружено, что ИНС извлекают данные из взаимосвязей между вводом и выводом, на основании обучающих данных; и могут обобщать вывод, делая его подходящим для нелинейных проблем, где суждение, опыт и окружающие условия являются ключевыми особенностями. ИНС обычно содержат 3 слоя, а именно входной слой с входными нейронами, скрытый слой (слои) со скрытыми нейронами и выходные слои с выходными нейронами (рис. 1).

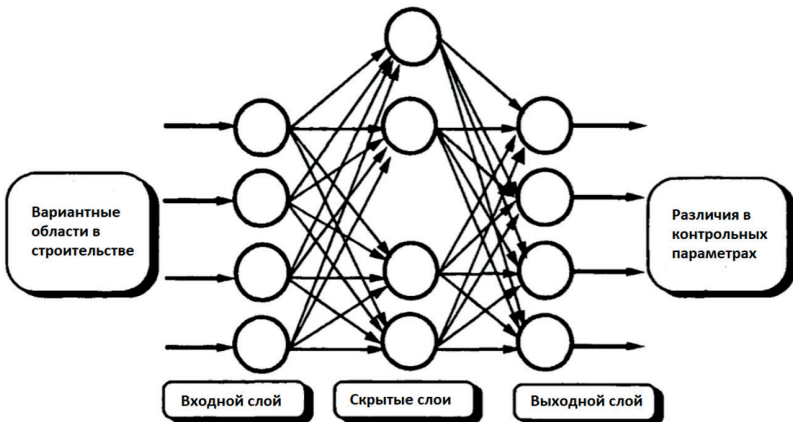


Рис. 1 Простое многослойное нейросетевое отображение ситуации

Контроль строительного проекта

Контроль строительного проекта состоит из проверки того, что все задействованные мероприятия и ресурсы, используются эффективно, гарантируя, что проект находится в рамках бюджета, времени, и обеспечивает удовлетворительные технические характеристики. Процесс контроля выявляет любые отклонения от базового плана и необходимость корректирующих действий, которые должны быть предприняты соответствующим образом.

Управление проектом в строительстве включает следующие элементы [2]:

- 1) стандарты деятельности и планы, сформулированные и разработанные на основе целей, задач и стратегий проекта;
- 2) методы измерения производительности;
- 3) сравнение плановых и фактических показателей;
- 4) корректирующие действия, необходимые для возврата проекта в нужное русло.

Существуют сложные системы управления проектами, которые выполняют такие функции, как технический контроль, управление запасами, измерение количества строительных материалов, но их использование ограничено исключительно алгоритмическими решениями. Однако многие ситуации управления не поддаются чисто алгоритмическим решениям. При работе с реальными проектами невозможно получить объем данных, необходимый для реалистичного представления исследуемой системы [3].

Обычно руководитель проекта полагается на свою интуицию и опыт, чтобы справиться с плохо структурированными проблемами. Для эффективного управления проектом он должен обладать экспертными знаниями, полученными в результате образования и опыта в строительной области. Эти знания должны включать технические навыки, экономические и финансовые знания, социальные и коммуникативные, а также юридические и политические знания. Никакая существующая система управления проектами не может быть эффективной в предоставлении руководителю проекта всех этих типов знаний [4]. Это связано с тем, что традиционные системы основаны только на количественных методах планирования,

составления графиков и мониторинга [5]. Когда прогресс проекта отклоняется от первоначального плана, основная проблема для управляющего состоит в том, чтобы выбрать наиболее эффективный план действий для прогнозирования отклонений в производительности и применить стратегии смягчения последствий до того, как снизится фактическая производительность. Способность использовать строительные знания и опыт для анализа отклонений в ходе реализации проекта и последующего прогнозирования представляет собой, пожалуй, наиболее важную особенность, которая не была учтена в существующих компьютеризированных системах управления проектами. Однако последние достижения в области искусственного интеллекта и вычислений предоставляют новые инструменты для сбора и структурирования знаний и опыта в областях, где обычное алгоритмическое программирование неприменимо. После того, как вариантные области, влияющие на параметры управления проектом, упорядочены, специалист может сделать интуитивное суждение об ожидаемом влиянии этих переменных на параметры управления проектом на основе аналогии и без необходимости глубоких рассуждений. Систематический образец таких суждений можно закодировать и представить с помощью инструментов на основе нейронных сетей.

Прогнозирование затрат

Одним из важных аспектов строительства является прогнозирование поведения модели инвестиционного проекта. Нейронные сети нашли применение в задачах прогнозирования производительности строительных объектов на разных этапах. оценки затрат, прогнозирования количества материалов. ИНС в качестве инструмента используется для оценки стоимости различных зданий, жилых проектов, квартир, стоимости конструктивных систем железобетонных каркасных зданий на ранней стадии, общей стоимости строительных проектов, стоимости шоссе, туннелей, общих накладных расходов. Стоимость отклонения в проектах реконструкции была спрогнозирована с помощью единственного измеримого показателя – индекса эффективности затрат [6].

В 2013 году Найк и Кумар использовали ИНС для оптимизации стоимости проекта с данными о 512 домах в Индии [6]. Минли и Шаньшан в 2012 году использовали ИНС для оценки цены тендерного предложения на основе факторов окружающей среды, бизнес-факторов и факторов проекта. ИНС использовалась для оценки оптимальных непредвиденных обстоятельств, моделирования эффективности управления проектами строительства с точки зрения изменения стоимости строительства, прогнозирования стоимости обслуживания строительного оборудования, модели предварительной оценки для прогнозирования окончательной стоимости проектов. ИНС также используется в качестве инструмента для прогнозирования надбавки к стоимости зеленых зданий на основе категорий LEED. В 2003 г. Апанавичене и Юодис смоделировали изменение стоимости и провели анализ чувствительности для уменьшения входных переменных с 27 до 12 [7]. Для прогнозирования затрат на обслуживание выбранных групп оборудования были разработаны модели общей регрессионной нейронной сети, которые затем сравнивались с точки зрения сложности, интерпретируемости и точности прогнозирования с моделями временных рядов в 2014 году. В 2002 году Уильямс разработал модели предварительной оценки с использованием методов ИНС для прогнозирования окончательной стоимости проектов строительства автомагистралей, а информация о торгах использовалась в качестве исходных данных для моделей [8]. Выполнена разработка модели-прототипа для оценки стоимости проектов строительства зданий на концептуальной стадии в зависимости от исторических данных проектов, реализованных в секторе Газа в 2009–2012 гг. [8].

Прогнозирование производительности труда

Производительность труда описывается как количественная мера между количеством используемых ресурсов и произведенной продукцией, обычно относящаяся к человеко-часам, необходимым для производства конечного продукта, по сравнению с запланированными человеко-часами. Производительность – ключевой фактор, определяющий успех или провал любого строительного

проекта. Строительство как отрасль, ориентированная на рабочую силу, вносит основной вклад в валовый внутренний продукт экономики, и колебания в производительности труда оказывают на нее значительное влияние. Достижение целостного представления о производительности труда – непростая задача, поскольку производительность является функцией управляемых и неуправляемых факторов. Сложная неравномерность является серьезной проблемой при моделировании производительности труда в строительстве. Методы искусственной нейронной сети, в которых используются алгоритмы контролируемого обучения, оказались более полезными, чем методы статистической регрессии, с учетом таких факторов, как простота моделирования и точность прогнозирования.

Применения ИНС существуют в области производительности труда и / или оборудования. ИНС использовалась для оценки суточной производительности бульдозера, оценки производительности на развивающемся рынке работ по монтажу опалубки, крепления стали и заливки бетона, прогнозирования значений производительности для установки опалубки балок, оценки производительности строительства керамических стен, оценки производительности труда отделочных работ из мрамора, производительности труда по бетонированию, оценки производительности каменщика (строителя) и производительности труда, т. е. человеко-часов на единицу работ по установке труб. В 2014 Магреби была смоделирована объемная производительность бетона в м³/час с 10 входными параметрами по 1673 проектам. Они обнаружили, что производительность для диапазона бетонных объемов может быть точно спрогнозирована с помощью ИНС, однако для производительности менее 5 (м³ / час) и более 15 (м³ / час) распределение остатков постепенно расширяется, и для этого базовый процесс требует внимания [9]. Самоорганизующиеся карты были разработаны для прогнозирования производительности строительных бригад для товарного бетона, бригад опалубки и арматуры с определением работ.

Анализ рисков и безопасности

Анализ рисков и безопасности являются важными аспектами при определении потенциального риска в проектах и прогнозировании выполнения индексов безопасности. Процедуры на основе ИНС были разработаны для прогнозирования вероятности дефолта подрядчика в Саудовской Аравии и для оценки индекса риска для этапа строительства скоростной автомагистрали с использованием принципов теории систем, работоспособности, независимости и сопоставимости. ИНС были разработаны для оценки процентного отклонения между прогнозируемой и фактической стоимостью буев на стадиях завершения 30, 50, 70 и 100 % на основе 11 значительных факторов риска.

В 2014 году Мехиди оценил значение риска для 10 факторов, таких как механический отказ, отказ электросети, неправильный выбор поставщика и др. в цементной промышленности в Бангладеш. В 2007 году Эльхаг и Ван сравнили методы ИНС и регрессионного анализа, чтобы оценить степень риска и категорию риска для проектов обслуживания мостов. Лю и Го в 2014 году предложили метод оценки риска с использованием приблизительных наборов для уменьшения неопределенностей и ИНС. Система ИНС была разработана для выявления отклонений в стоимости, возникающих из-за политического риска, связанного со строительным проектом. Менеджер проекта может включить последствия риска в решение о торгах и легко генерировать пересмотренные и обновленные оценки рисков в ходе реализации проекта. Рейтинг в виде процентного изменения от базовой стоимости формирует выходной вектор для модели нейронной сети.

Модель ИНС была разработана для прогнозирования климата безопасности строительного проекта и оценки безопасного поведения рабочих на стройке, для прогнозирования утомляемости рабочих в жаркой и влажной среде [10]. В исследовании использовались ИНС и логистическая регрессия для моделирования безопасности и здоровья рабочих-строителей, а эффективность моделей оценивалась путем расчета коэффициента логарифмического правдоподобия (LL) [10]. В 2015 году Чен и Лю разработали

модель, основанную на байесовской сети, для оценки безопасности строительства метро в Китае. Мохаммад Фам в 2015 г. использовал цепной аналитический подход, включающий теорию приближенных множеств и моделирование ИНС, для формирования факторов, влияющих на здоровье персонала и прогнозирующих тяжесть производственных травм [11]. В 2013 году Го и Чуа использовали нейронную сеть для изучения взаимосвязи между элементами управления безопасностью и серьезностью аварии и обсудили упреждающее управление авариями [11].

Анализ строительных материалов

Использование нейронных сетей в строительных материалах применяется для прогнозирования совместимости их характеристик, например, для изучения влияния двух типов материалов, включая микрокремнезем, а также минералов иносилката кальция на прочность строительных растворов на сжатие, для оценки объемного содержания воды в разное время и в разных местах во время впитывания воды внутрь пористых строительных материалов, для прогнозирования характеристик легкого бетона с гранулированным пеностеклом и заполнителем золы, для разработки состава цементно-стабилизированной утрамбованной земли, для изучения адиабатического повышения температуры, отражающего степень гидратации бетона, для прогнозирования прочности на сжатие материалов на основе цемента, подверженных воздействию сульфатов, для прогнозирования диффузии хлоридов в цементном растворе и т. д. [12]. Нейронные сети используются для прогнозирования коррозии, а также для изучения огнестойкости строительных материалов.

Гибридные модели

Из-за сложной природы моделирования параметров строительных материалов были созданы гибридные модели, чтобы объединить преимущества двух различных инструментов для возможно-го повышения производительности.

Было доказано, что ИНС способна обучаться на основе предоставленных данных, но не может объяснить причины, лежащие в основе процесса отображения ввода-вывода, в то время как нечеткие суждения обеспечивают метод систематических рассуждений, который приводит к развитию нейронечетких систем.

Нейронечеткая модель, основанная на алгоритме локально линейного дерева моделей, была использована Вахдани и др. в 2011 г. для точной оценки общей эффективности (качественных и количественных факторов) проектов. Для оценки и отбора кандидатов на инвестиции (в данном случае облигация) был выбран реальный пример из строительной отрасли в Иране. Генетический алгоритм был использован для оптимизации параметров сети обратного распространения для прогнозирования затрат на строительство жилых домов. Техника ИНС была использована для разработки параметрической модели оценки стоимости, которая может применяться на ранней стадии жизненного цикла проекта для стерильных зданий, таких как фармацевтические и пищевые проекты в Египте, а в дальнейшем – для оптимизации весов [13].

Нейро-нечеткая методика также используется для создания системы классификации Российской Федерации по уровню экологической безопасности и прогнозирования изменений в их развитии, в связи с изменением уровня экологической безопасности [13]. Было предложено объединить нейро-нечеткую систему с концептуальной оценкой затрат для получения информации о затратах в проектах жилищного строительства. Данные, использованные в этом предложении, были основаны на исторических данных по предыдущим строительным проектам, собранным Министерством строительства КНР в период с 1996 по 2002 год [13].

В 2009 году Ченг предложила концептуальную смету затрат для строительных проектов на основе сети с использованием эволюционной нечеткой модели нейронного вывода. Данные были собраны по 28 строительным проектам с 1997 по 2001 год на Тайване. Исследование показало, что одновременное использование регрессии и нейронной сети позволяет получить удовлетворительную концептуальную модель затрат [14].

Выводы

Было признано, что ИНС более эффективны, чем традиционные математические и статистические методы в случаях сложных качественных и количественных рассуждений. Они успешно применялись при решении множества сложных нелинейных задач прогнозирования, оценки, принятия решений, оптимизации, классификации и отбора в областях строительной инженерии и управления. Установлено, что они обладают потенциалом работы с зашумленными данными и достигают высокой точности и надежности в прогнозировании. Нейронные сети также были интегрированы с несколькими парадигмами мягких вычислений, такими как нечеткая логика, рассуждение на основе случаев, оптимизация роя частиц, оптимизация колонии муравьев, искусственная пчелиная колония и пожар, с целью повышения точности, переобучения и недооценки данных и скорости схождения.

Все задачи, которые могут решать нейронные сети, так или иначе связаны с обучением. Среди основных приложений нейронных сетей – принятие решений, распознавание образов, оптимизация, прогнозирование, анализ данных. Эти задачи присутствуют во многих сферах строительства. Классические методы статистического прогнозирования, распознавания, классификации составляют конкуренцию нейронным сетям. Следовательно, там, где задачи уже решаются такими конкурирующими методами, использование нейронных сетей также возможно без необходимости переформулировать или ставить задачу каким-либо другим способом. А из-за большей гибкости нейротехнологий результаты могут оказаться намного лучше. Важным аспектом разработки моделей нейронных сетей является концепция пространства измерения и управления.

Литература

1. Адриан Дж. (1987). Повышение производительности строительства. Elsevier Science Publishing Co., Inc., Нью-Йорк.
2. Аль-Табтабай, Х., и Дикманн, Дж. (1990). PROCON: Подход к управлению строительными проектами, основанный на знаниях. Proc. CIB, Сидней, Австралия, 385–397.

3. Флад И. и Картам Н. (1994). Нейронные сети в гражданском строительстве: принципы и понимание. *J. Comput. Civ. Engrg.* 8 (2), 131–148.
4. Картам, Н.А., и Левитт, Р.Э. (1990). Интеллектуальное планирование строительных проектов. *J. Comput. Civ. Engrg.* 4 (2), 155–176.
5. У. Хан, «Моделирование и определение параметров производительности труда в строительстве», докторская диссертация, Университет Конкордия, Монреаль, Канада, 2005 г.
6. С. К. Ок и С. К. Синха, «Оценка производительности строительной техники с использованием модели искусственной нейронной сети», *Управление строительством и экономика*, вып. 24, вып. 10. С. 1029–1044, 2006.
8. Вулери, Дж. К., и Крэдалл, К. (1983). Стохастическая сетевая модель для планирования и составления расписаний. *J. Constr. Engrg. Mgmt.* 109 (3), 342–354.
9. Рамельхарт Д.Э., Хинтон Г.Э. и Уильямс Р.Дж. (1986). Изучение внутреннего представления путем распространения ошибок. In *Parallel Distributed Processing* (Rumelhart, D.E., McClelland, J.L., and the PDP Research group, Eds.), Стр. 318–362. MIT Press, Кембридж, Массачусетс.
10. О. Мозельхианд З. Хан, «Значительное ранжирование параметров, влияющих на производительность труда в строительстве», *Инновации в строительстве*, Т. 12, вып. 3. С. 272–296, 2012.
11. К. М. Эль-Гохари, Р. Ф. Азиз и Х. А. Абдель-Халек, «Инженерный подход с использованием ИНС для повышения и прогнозирования производительности труда в строительстве при различных воздействиях», *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 143, нет. 8, статья 04017045, 2017.
12. Кешав Л., Шрисанти В.Г., Пурна Кумар Н., *Disaster Adv.*, 11, 1 (2018).
13. Тер-Мартirosян А., Осман А., *E3S Web Conf.*, 97, 3025 (2019).
14. Волков А., *Веб-конференция МАТЕС*, 251, 3065 (2018).
15. Джахангири М., Солуклой Х. Р. Дж., Камалиния М., *Saf. Nauk*, 117, 88 (2019).

УДК 69.003.343.35

Владимир Александрович Белошедов,
студент

Людмила Васильевна Волкова,

канд. экон. наук, доцент

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: vlv2000@inbox.ru,

vova.beloshedov@mail.ru

Vladimir Aleksandrovich Beloshedov,
student

Liudmila Vasilievna Volkova,

PhD of Economics, Associate Professor

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: vlv2000@inbox.ru,

vova.beloshedov@mail.ru

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОЙ ЗАКОНОДАТЕЛЬНОЙ БАЗЫ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ КОРРУПЦИИ В СФЕРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА

ANALYSIS OF THE CURRENT LEGISLATIVE FRAMEWORK FOR THE ORGANIZATION OF COUNTERACTION CORRUPTION IN THE CONSTRUCTION SECTOR

В статье рассмотрены основные законодательные акты, направленные на противодействие коррупции в сфере строительства. Показаны принципы, положенные в основу мероприятий по предупреждению коррупционных деяний и борьбе с ними. Описаны основные этапы возведения объектов капитального строительства от момента принятия решения о строительстве объекта до сдачи его в эксплуатацию. Приведены схемы, применяемые недобросовестными участниками строительства, направленные на совершение экономических преступлений. Проанализированы негативные последствия коррупционных деяний для развития строительной отрасли страны. Показано, что несмотря на многочисленные законы, уровень коррупции в строительстве Российской Федерации остается высоким. На основании проведенных исследований предложены мероприятия, направленные на предупреждение коррупции в строительстве Российской Федерации.

Ключевые слова: строительство, коррупция, государственные закупки, должностные правонарушения, противодействие коррупции, организационные механизмы и схемы в строительстве.

The article discusses the main legislative acts aimed at combating corruption in the construction sector. The principles underlying the measures to

prevent and combat corruption acts are shown. The main stages of the construction of capital construction objects from the moment of making a decision on the construction of an object to its commissioning are described. The schemes used by unscrupulous construction participants aimed at committing economic crimes are presented. The negative consequences of acts of corruption for the development of the country's construction industry are analyzed. It is shown that despite numerous laws, the level of corruption in the construction of the Russian Federation remains high. On the basis of the studies carried out, measures are proposed to prevent corruption in the construction of the Russian Federation.

Keywords: construction, corruption, public procurement, malfeasance, anti-corruption, organizational mechanisms and schemes in construction.

Проблема коррупции в строительной сфере, по мнению международной аудиторской компании Grant-Thornton, актуальна не только в России, но и во многих странах мира, включая США, Канаду, Великобританию, Индию и Австралию. Было показано, что в 2014 году мировой строительный рынок оценивался в 8,6 триллиона долларов, из которых 10 % (860 миллиардов долларов) составляют общий расчетный объем взяток, а к 2025-му году эта сумма удвоится [1].

Суммарный ущерб от коррупционных преступлений, совершенных в России в первом полугодии 2020 года, составил 29 млрд. рублей. По сравнению с аналогичным периодом прошлого года коррупционные потери страны снизились на 23,7 %. При этом 57,7 % ущерба удалось возместить. Только денег и ценностей было изъято на 2 млрд. рублей. А вот количество пойманных коррупционеров, напротив, выросло. «В сфере противодействия коррупции установлено 18,9 тыс. преступлений, что сопоставимо с показателями 2019 года, при этом возросло число лиц, их совершивших», – говорится в сообщении на сайте прокуратуры [2].

Борьба с коррупцией в нашей стране находится в центре внимания научного сообщества, общественности и высших государственных чиновников.

Правовую основу противодействия коррупции в России составляют:

1. Конституция Российской Федерации [3].

2. Конвенция Организации Объединенных наций против коррупции [4].

3. Федеральный закон от 25 декабря 2008 года № 273-ФЗ «О противодействии коррупции» (в ред. от 22 декабря 2014 г. № 431-ФЗ) [5].

4. Федеральный закон от 7 августа 2001 года № 115-ФЗ «О противодействии легализации (отмыванию) доходов, полученных преступным путем, и финансированию терроризма» (в ред. от 8 июня 2015 г. № 140-ФЗ) [6].

5. Федеральный закон от 27 июля 2004 г. № 79-ФЗ «О государственной гражданской службе Российской Федерации» (в ред. от 13 июля 2015 г. № 262-ФЗ) [7], а также другие нормативные правовые акты РФ, направленные на противодействие коррупции, международные договоры и общепризнанные принципы и нормы международного права.

Противодействие коррупции в Российской Федерации основано на следующих основных принципах:

- признание, обеспечение и защита основных прав и свобод человека и гражданина;
- законность;
- публичность и открытость деятельности государственных органов и органов местного самоуправления;
- неотвратимость ответственности за совершение коррупционных деяний;
- комплексное использование политических, организационных, информационно-пропагандистских, социально-экономических, правовых, специальных и иных мер;
- приоритетное применение мер по предупреждению коррупции;
- сотрудничество государства с институтами гражданского общества, международными организациями и физическими лицами.

Несмотря на принятые стандарты антикоррупционной политики, строительство остается одним из самых коррумпированных секторов в России. Это признают застройщики, подрядчики и государственные органы.

Обозначим ключевые этапы, которые проходит застройщик от момента принятия решения о строительстве объекта капитального строительства до его сдачи в эксплуатацию:

1. Приобретение земельного участка на аукционе.
2. Подготовка к сбору технических условий для проектирования.
3. Получение технических условий для проектирования.
4. Выбор проектной организации.
5. Проектирование.
6. Государственная экспертиза проекта.
7. Выбор строительной организации.
8. Получение разрешения на строительство.
9. Строительство.
10. Сдача и приемка построенного объекта капитального строительства в эксплуатацию.

В соответствии с Федеральным законом «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» от 05.04.2013 № 44-ФЗ [8] заказ получает тот, кто запросит за него меньшую цену. Зачастую это приводит к тому, что подрядчик получает заказ по цене ниже себестоимости. Прибыль в этом случае может быть получена только при условии ухода от налогов, замены качественных и дорогих строительных материалов на контрафактную, дешёвую и некачественную продукцию, использования низкоквалифицированной рабочей силы, невыполнением проектных решений и т. д. Тут используется целый ряд коррупционных схем. Для того чтобы не платить НДС и налоги, весь заказ отдается в субподрядные организации подставным лицам, которые возвращают его стоимостью наличными. Подставные лица – это фирмы однодневки, создаваемые обычно в большом количестве мелкими банками. Для «обналичивания» используются фиктивные чеки. Для закрытия актов по плохо сделанным заказам используется подкуп инспекторов государственного строительного надзора, представителей заказчика, налоговых инспекторов, пожарных инспекторов, инспекторов по охране труда, представителей миграционной службы и полицию.

Представитель заказчика и подрядчик зачастую идут на предварительный сговор, при котором заказчик создает тендерную заявку специально под определенного подрядчика. Он обременяет её такими условиями, которым не соответствуют другие участники торгов. При таких обстоятельствах подрядчик имеет всю возможность получить заказ по его начальной стоимости, что обеспечит бизнесмену хорошую прибыль и большой «откат» представителю заказчика.

Участники торгов иногда договариваются не сбивать цены друг другу, предварительно расписывая между собой все выставленные на торги заказы. Таким образом, каждый участник сговора получает заказы по максимальной стоимости, а государство теряет большие деньги.

Коррупция в строительстве крайне редко встречается в отношениях бизнес-бизнес и весьма часто – в отношениях бизнес-государство. Причина проста – бизнесмен своим интересом не торгует, а чиновник зачастую приторговывает интересами государства. Проблема роста коррупции является результатом таких процессов в обществе, как политическая нестабильность, экономический упадок, недостаток правовой системы и ослабление системы общественного контроля.

Основные негативные последствия коррупционных схем состоят в следующем:

- 1) увеличение расходов бюджетных средств в связи с отсутствием реальной конкуренции на государственных закупках;
- 2) вытеснение с рынков добросовестных фирм, чьи интересы не связаны с получением незаконной прибыли;
- 3) нарушение подрядчиком законов, норм и правил в области противодействия коррупции;
- 4) вовлечение подрядчиком в незаконную деятельность лиц, находящихся на государственной службе;
- 5) низкое качество готовой строительной продукции.

Все представленные в данной статье негативные последствия от коррупционных схем можно минимизировать за счёт соблюдения нормативной и законодательной базы в сфере противодействия коррупции.

Конвенция Организации Объединенных Наций против коррупции (принята Генеральной Ассамблеей ООН 31 октября 2003 года) [4] действует в нашей стране благодаря Федеральному закону от 08.03.2006 № 40-ФЗ «О ратификации Конвенции Организации Объединенных Наций против коррупции» [9], подписанным Президентом Российской Федерации В. В. Путиным. В документе представлены пять основных направлений, по которым страны-участники проводят профилактику и борьбу с коррупцией. Например, следующие статьи Конвенции являются наиболее важными для минимизации коррупционных деяний во время проведения подрядных торгов.

Статья 9 «Публичные закупки и управление публичными финансами» предусматривает, что принципы прозрачности и конкуренции должны быть основой для создания соответствующей системы закупок, а также необходимо создание объективных критериев для принятия решений, установить соответствующие пороговые значения.

Системы закупок должны обеспечивать публичное распространение информации о процедурах закупок и контрактах, включая информацию об объявлениях тендеров и соответствующую или уместную информацию о закупках, чтобы у потенциальных участников торгов было достаточно времени для подготовки и представления их предложений [4].

В статье 19 «Злоупотребление служебным положением» прописано, что государства-участники, вводят право рассматривать возможность принятия таких законодательных и других мер, которые необходимы, чтобы признать в качестве преступления, совершенного по злому умыслу, при котором обнаруживается факт злоупотребление служебными полномочиями или служебным положением. Это означает, что имело место действие или бездействие в нарушение закона со стороны государственного должностного лица при исполнении своих обязанностей в интересах себя или другого физического или юридического лица.

Во избежание незаконного увеличения расходов бюджетных средств в Уголовном кодексе Российской Федерации предусмотрена статья 285.1 «Нецелевое расходование бюджетных средств» [10].

Она предусматривает запрет на нецелесообразную трату бюджетных средств должностным лицом, не соответствующим условиям их получения, утвержденным бюджетом, бюджетной росписью, уведомлением о бюджетных ассигнованиях, сметой доходов и расходов, либо иным документом, являющимся основанием для получения бюджетных средств.

Уголовный кодекс Российской Федерации также устанавливает ответственность за преступления против государственной власти и за преступления против интересов службы в коммерческих и иных организациях.

Законодательство об административных правонарушениях (в частности, статья 19.28 «Незаконное вознаграждение от имени юридического лица» Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях) предусматривает ответственность за незаконную передачу, предложение или обещание лицу, выполняющему руководящие функции. Так же оказание ему услуг имущественного характера либо предоставление ему имущественных прав.

К антикоррупционным нормам следует отнести и положения Федерального закона от 26 июля 2006 г. № 135-ФЗ «О защите конкуренции» [11], устанавливающие запрет на антиконкурентные соглашения [12].

На основании вышесказанного можно сделать следующие *выводы*:

1. Коррупция представляет собой международное явление. Она создает проблемы для стабильности и процветания общества. Ставит под угрозу целостность демократических институтов и ценности, справедливости, подрывает стабильное развитие и верховенство закона [4].

2. Правовой основой борьбы с коррупцией в России являются Конституция Российской Федерации, многочисленные федеральные законы, Конвенция ООН против коррупции, предусматривающие создание органов по борьбе с экономическими преступлениями, повышение прозрачности и подотчетности в управлении финансами и другие превентивные меры.

3. Несмотря на принятые меры и многочисленные законодательные акты, проблема коррупции в строительной сфере оста-

ся наиболее актуальной, что вызвано всевозрастающей конкуренцией за каждый строящийся объект, недостаточным вниманием к этической стороне коррупции, низкий уровень социальной ответственности участников строительства и слабой системой социального контроля.

4. В качестве мер противодействия коррупции в строительстве авторы статьи предлагают следующее:

- ввести ответственность чиновников за задержку платежей по выполненным государственным заказам;
- поручить органам государственного строительного надзора вести работу по выявлению нецелевого использования подрядными организациями денежных средств, выделенных для осуществления контракта;
- формировать культуру, отвергающую коррупцию, и побуждать участников строительства в разработку механизмов противодействия коррупции в сфере их профессиональной деятельности, например, методом деловых игр [13].

Литература

1. Аминов Х. «Тайная стройка». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/2389063> (дата обращения: 28.12.2020).
2. Сайт ТАСС. «Генпрокуратура оценила ущерб от коррупции в России в 2020 году в 29 млрд рублей». [Электронный ресурс]. URL: <https://tass.ru/ekonomika/9085971> (дата обращения 28.12.2020).
3. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993 с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020) [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/Cons_doc_LAW_28399/ (дата обращения: 27.10.2020).
4. Конвенция Организации Объединенных Наций против коррупции (принята Генеральной Ассамблеей ООН 31 октября 2003 года). [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_121140/ (дата обращения: 27.10.2020).
5. О противодействии коррупции: Федеральный закон от 25 декабря 2008 года № 273-ФЗ. [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_82959/. (дата обращения: 27.10.2020).
6. О противодействии легализации (отмыванию) доходов, полученных преступным путем, и финансированию терроризма: Федеральный закон от

7 августа 2001 года № 115–ФЗ [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_32834/ (дата обращения: 27.10.2020).

7. О государственной гражданской службе Российской Федерации: Федеральный закон от 27 июля 2004 г. № 79–ФЗ. [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_48601/ (дата обращения: 27.10.2020).

8. О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд: Федеральный закон от 05.04.2013 № 44–ФЗ. [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_144624/ (дата обращения: 27.10.2020).

9. О ратификации Конвенции Организации Объединенных Наций против коррупции: Федеральный закон от 08.03.2006 № 40-ФЗ. [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_59047/ (дата обращения: 27.10.2020).

10. Уголовный кодекс Российской Федерации от 13.06.1996 № 63-ФЗ. [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_10699/ (дата обращения: 27.10.2020).

11. О защите конкуренции: Федеральный закон от 26.07.2006 № 135-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61763/ (дата обращения: 27.10.2020).

12. Артюшенко Д. В. Роль конкурентного ведомства в борьбе с коррупцией и хищениями на торгах. [Электронный ресурс]. URL: <https://fas.gov.ru/documents/561857> (дата обращения: 27.10.2020.).

13. Комаров В. Ф., Волкова Л. В. Разработка механизма противодействия коррупции в строительстве методом деловых игр / Комаров В. Ф., Волкова Л. В. // «Вестник гражданских инженеров». № 5. 2014. С. 173–182.

УДК 69.051

Алексей Владимирович Быченко,
студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: st.st.74@yandex.ru

Alexey Vladimirovich Bychenko,
student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: st.st.74@yandex.ru

ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА СОВРЕМЕННЫХ АТТРАКЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ НА ТЕРРИТОРИИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

FEATURES OF CONSTRUCTION OF MODERN ATTRACTION COMPLEXES IN THE TERRITORY OF ST. PETERSBURG

В данном исследовании выявлена особенность строительства современных аттракционных комплексов на территории г. Санкт-Петербург. На примере проектирования петербургского парка аттракционов «Диво-Остров» рассмотрены вопросы проектирования основания и фундаментов, технологии выполнения этих видов работ, как наиболее трудоемких и технологически сложных процессов. Выявлен оптимальный вид фундамента, отвечающий требованиям долговечности, надежности и максимальной устойчивости сооружения.

Ключевые слова: проектирование основания и фундаментов, особенность строительства аттракционных комплексов, технология выполнения фундаментных работ, устройство свай, устройство монолитной железобетонной плиты.

This study reveals a feature of the construction of modern amusement complexes on the territory of St. Petersburg. On the example of the design of the St. Petersburg amusement park «Divo-Ostrov», the issues of designing the foundation and foundations, the technology for performing these types of work, as the most laborious and technologically complex processes, are considered. The optimal type of foundation has been identified that meets the requirements of durability, reliability and maximum stability of the structure.

Keywords: design of foundations and foundations, the peculiarity of the construction of attraction complexes, technology for performing foundation work, piling, installation of a monolithic reinforced concrete slab

Индустрия проектирования и строительства аттракционных комплексов – это динамично развивающийся и прогрессивный вид строительного производства, открытый для креативных идей и получивший широкое распространение во всем мире.

В России строительство тематических парков аттракционов растет в среднем на 20 % в год. Аналитики прогнозируют, что в ближайшее время темпы роста в данном направлении будут только увеличиваться. В последние годы, в нашей стране, построены и успешно эксплуатируются несколько крупных парков-аттракционов, пока, в основном, только в крупных городах: Москве, Сочи, Санкт-Петербурге.

Людям быстро надоедает однообразие, поэтому производители аттракционов постоянно стараются удивить новыми интересными проектами. В новых разработках часто предлагаются передовые идеи, уникальные технологии проектирования и строительства единичных, технологически и технически сложных аттракционных комплексов. На всех этапах проектирования и строительства таких объектов, предъявляются особые требования к безопасности и качеству. В связи с чем, этим видом строительного производства в мире занимаются ограниченное количество компаний, имеющих наработанные методики, и многолетний успешный опыт строительства, а так же сопровождения уже эксплуатируемых аттракционов. Например, тематический «Сочи-Парк», в основном, возводила компания «*LEGLAND*» из Великобритании, а Московский «Остров Мечты» спроектировала и сдала в эксплуатацию, в 2019 году, другая Британская архитектурно-строительная компания «*Cunningham architects*».

В северо-Западном регионе России, в г. Санкт-Петербург, с 2001 года открыт и успешно развивается парк развлечений «Диво-Остров». Этот развлекательный комплекс особенно интересен тем, что имеет ряд уникальных особенностей. Это самый северный в мире парк развлечений такого масштаба, строящий и эксплуатирующий большое количество современных сложных, динамичных аттракционов, некоторые из которых не имеют аналогов в России и мире (рис. 1).



Рис. 1. Один из аттракционов парка развлечений «Диво-Остров»
(г. Санкт-Петербург)

За 19 лет успешной работы парка «Диво-Остров» возведены, и успешно эксплуатируются более 20 крупных аттракционов, 8 из которых являются экстремальными. При этом процесс обновления парка аттракционов происходит непрерывно. В среднем, каждый год строится и вводится в эксплуатацию не менее одного аттракциона средних, или больших размеров. При этом необходимо учитывать неблагоприятные погодные условия Северо-Западного региона, в связи с чем, парк открыт для посещения всего 3 – 4 месяца в году. Таким образом, окупаемость аттракциона растягивается на значительно более долгий срок, чем в большинстве других парков мира, находящихся в более благоприятных климатических зонах.

Другой особенностью строительства в Санкт-Петербурге являются слабые грунты, и как следствие, необходимость проекти-

рования сложных, преимущественно свайно-монолитных видов фундаментов, что, в свою очередь, ведет к повышению стоимости реализации проекта относительно других регионов и стран. В связи с этим, перед покупкой каждого аттракциона тщательно прорабатываются возможности сокращения издержек при изготовлении и строительстве надземной и подземной частей объекта. Особенно остро вопрос сокращения издержек встал в 2020 г., в связи с распространением пандемии «COVID-19». Весной 2020 г. парк не был открыт для посещений, при этом, было принято решение не сворачивать утвержденную программу развития, и продолжить подготовку к строительству нового аттракциона «Воздушная железная дорога Монорельс» (рис. 2).



Рис. 2. Атракцион «Воздушная железная дорога Монорельс», парка развлечений «Диво-Остров» (г. Санкт-Петербург)

До начала проектирования и строительства сложного аттракционного комплекса, тщательно изучается передовой мировой опыт, новые строительные материалы, с целью применения новаторских методик проектирования и современных технологий строительного производства.

При этом главной задачей стало:

- обеспечение эффективности капитальных вложений инвестора на основе применения при проектировании и строитель-

стве прогрессивных производственных и передовых информационных технологий;

- соблюдение норм и стандартов проектирования и строительства объектов данного типа;
- выполнение индивидуальных требований инвестора к техническому уровню и качеству объекта, позволяющих получить максимальный и конкурентоспособный результат.

В задании на проектирование, инвестор отметил необходимость выполнить аттракционный комплекс ярким, стильным, нестандартным и привлекательным. При этом в сложных условиях сокращения доходов на фоне развития пандемии «COVID-19», была поставлена задача при реализации проекта максимально сократить производственные издержки. Исходя из этих ограничений, на этапе разработки объемно-планировочных решений был оптимизирован подбор основных закупочных материалов для несущих конструктивных элементов, декорирования архитектурных элементов и кровельного покрытия станции посадки и ездового трека.

При проектировании данного комплекса особое внимание уделено проектированию основания и фундаментов, как наиболее трудоемких и технологически сложных процессов.

Согласно СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*» (с Изменениями № 1, 2, 3) и изысканиям, произведенным на площадке строительства, установлено, что инженерно-геологические условия участка характеризуются напластованием неоднородных толщ слабых водонасыщенных грунтов, склонных к потере несущей способности при динамических воздействиях, а также морозном пучении. По этой причине в качестве фундаментов под возводимый аттракционный комплекс наиболее оптимальным является свайно-монолитный фундамент, отвечающий требованиям обеспечения долговечности, надежности и максимальной устойчивости сооружения.

Конструктивно особенность свайно-плитного фундамента заключается в том что, плита равномерно распределяет нагрузку на сваи и грунт. В то время как, ростверк не контактирует с основанием, а обеспечивает пространственную жесткость фундамента и способствует опиранию не массивных конструкций сооружения [5].

При использовании в строительстве уникальных сооружений, как в данном случае, плита и сваи являются несущими [6]. Монолитная плита обеспечивает передачу нагрузки от аттракциона на сваи, а сваи в свою очередь равномерно (по всей высоте сваи) распределяют нагрузку на грунтовое основание. Сваи выполнены стальными винтовыми, двухлопостными, с диаметром ствола 133 мм., и диаметром лопостей 550 мм.

Плитный ростверк по сваям передает действующие нагрузки от сооружения на пласты с гарантированной несущей способностью. Поэтому сваи не могут погружаться «чуть ниже отметки промерзания», а погружаются именно до проектной глубины, в этом вся суть свай. В упомянутых выше нормативах СП принято обозначение свайно-плитного фундамента, как КСП (комбинация свая-плита). Погрешность в расчетах допускается лишь в сторону увеличения запаса прочности. Допускается постоянный и переменный шаг свайного поля, монолитный и сборный ростверк.

Известно, что:

- строение, плита, свайное поле и грунты – это единая конструктивная система;
- для сокращения бюджета строительства расчет изгиба, внутренних усилий, просадок и подвижек производится исключительно в специализированных программах методом подбора минимально возможных параметров (толщина плиты, количество и диаметр арматуры, диаметр свай, глубина погружения).

В качестве возможных решений сопряжения свай с ростверком, возможно, рассмотреть два варианта:

- свободное сопряжением с ростверком – заделка сваи на 5–10 см в монолитную плиту или опирание железобетонных конструкций на оголовки;
- жесткое сопряжением с ростверком – заделка на длину анкеровки.

Жесткое сопряжение, как правило, используют при наличии отрыва или сдвига по обрезу фундамента, при использовании наклонных свай и при наличии торфяных, текучих глинистых и рыхло-песчаных грунтов. Обязательным является выполнение расчета на продавливание, что может привести к увеличению раз-

меров плитной части. Жесткое сопряжение является оптимальным для сооружений данного типа.

Изготовление свайного поля

При возведении свайно-плитных фундаментов их размещение производят по осям свайного поля с учетом габаритов котлована под фундаменты.

Для позиционирования бурильного инструмента на дне котлована со шнуров, закрепленных на обносках по осям опор, отвесом переносится центр сваи. Ручным инструментом или моторобуром в грунте изготавливаются отверстия от 30 см в диаметре. С точки зрения технологии, некоторые фирмы выпускают оснастку под отверстия диаметром до 50 см, которая предпочтительнее для буронабивных свай в просадочных грунтах.

Технология монтажа свай под плитный ростверк является одной из самых простых и включает:

- установка и бурение свай механизированным способом на проектную глубину в проектном положении;
- нивелирование свайного поля в один горизонтальный уровень;
- срезка технологических отверстий;
- монтаж бетонной смеси в тело сваи.

Для ускорения процесса монтажа все сваи поставляются на строительную площадку в собранном виде с антикоррозионным покрытием.

Изготовление монолитной армированной фундаментной плиты по оголовкам свай производится в следующей последовательности:

- устройство подготовительного слоя – стяжка 5–10 см. из бетона без арматуры, служит для выравнивания и предохранения разрывов гидроизоляционного ковра;
- устройство гидроизоляции – полиэтиленовая пленка 0,15 мм, мембрана или два слоя, гидростеклоизола с нахлестом листов 10 см, герметизацией стыков;
- установка опалубки по периметру из щитов, высота которых на 5–7 см больше проектной отметки (необходимо для

предотвращения расплескивания смеси во время виброуплотнения, выравнивания правилом);

- установка арматуры и перевязка плиты и свай в соответствии с проектом;
- подача бетона – укладка смеси в одном направлении с выравниванием правилом и уплотнением вибраторами (глубинные, реечные);
- уход за бетоном – полив в первые семь дней или мокрый компресс из песка, опилок с периодическим увлажнением в жару, укрытие пленкой, теплоизолятором в холод.

Бетонное основание изготавливается из бетона В7,5, который гораздо дешевле марки В25, применяемой для самой плиты фундамента. Укладка полиэтиленовой пленки поверх щебня гарантирует множественные проколы камнями, бетонное основание этот слой защитит от повреждений.

Устройство монолитной плитной части фундамента выполняется в течение 9,5 дней при работе в две смены бригадой, состоящей из 4 человек: 6 разряда – 1 чел, 4 разряда – 1 человек, 3 разряда – 1 человек, 2 разряда – 1 человек и отдельное звено, состоящее из 2 человек: электросварщика 5 разряда и бетонщика 3 разряда.

При этом предусмотрено совмещение производственных процессов подготовки к погружению и погружение свай, нивелировка и срезка отверстий свай, а также бетонирование полости свай.

Машинист 6 разряда обслуживает автокран типа К-161. Монтажники 4 и 3 разрядов выгружают и раскладывают сваи на строительной площадке, устанавливают и выверяют угловую сваю; закрепляют приспособление для завинчивания сваи; наблюдают за погружением и проверяют по отвесу их вертикальность. После чего осуществляется срезка отверстий сваи.

Бетонщик 2 разряда устанавливает воронки на оголовки свай и закрепляет их. Далее заполняет полости погруженных свай бетоном с последующим уплотнением вибратором.

Общие технико-экономические показатели на изготовление плитной части фундамента составят:

Трудозатраты рабочих – 44,13 чел.-час.

Машинного времени – 5,76 маш.-час.

Выработка на одного рабочего – 16,7 м/смену.
Продолжительность выполнения работ – 1,0 смена.

Заключение

1. При проектировании петербургского парка аттракционов «Диво-Остров» особое внимание уделено исследованию основания и проектированию фундаментов, как наиболее трудоемкого и технологически сложного процесса.

2. Одной из особенностей строительства современных аттракционных комплексов на территории г. Санкт-Петербург является наличие сложных инженерно-геологических условий участка, характеризующихся напластованием неоднородных толщ слабых водонасыщенных грунтов, склонных к потере несущей способности при динамических воздействиях, а также морозном пучении. По этой причине в качестве фундаментов под возводимым сооружением наиболее рационально использование свайно-плитного фундамента, в полной мере отвечающего требованиям долговечности, надежности и максимальной устойчивости сооружения.

3. При использовании в строительстве уникальных сооружений свайно-плитного фундамента, как плита так сваи являются несущими конструкциями. Монолитная плита обеспечивает передачу нагрузки от аттракциона на сваи, а сваи в свою очередь равномерно (по всей высоте сваи) распределяют нагрузку на грунтовое основание.

4. В качестве возможных решений сопряжения свай с ростверком, возможно, применение двух вариантов:

- свободного сопряжением с ростверком – заделка свай на 5–10 см в монолитную плиту или опирание железобетонных конструкций на оголовки;
- жесткого сопряжением с ростверком – заделка на длину анкеровки.

При этом жесткое сопряжение свай с ростверком является оптимальным для сооружений данного типа.

Литература

1. Юдина А. Ф. Возведение монолитных фундаментов / Юдина А. Ф., Тилинин Ю. И. // Уч. пособие. СПб ГАСУ, СПб. 2019.
2. Гайдо А. Н. Анализ результатов определения несущей способности грунтов / Гайдо А. Н., Левинтов Г. В. // Вестник гражданских инженеров, 2013. №2 (37).
3. Тилинин Ю. И. Совершенствование технологических процессов бетонирования монолитных конструкций / Летова Т. А., Тилинин Ю. И // СПбГАСУ, СПб. 2019.
4. Верстов В. В. Технология и комплексная механизация шпунтовых и свайных работ / Верстов В. В., Гайдо А. Н., Иванов Я. В. СПб.: Лань, 2012.
5. Мангушев Р. А. Строительство подземных паркингов в центральной части Санкт-Петербурга / Мангушев Р. А., Зайцев М. А., Лашкова Е. Б., Смоленков В. Ю. // Геотехника. 2015. № 3. С. 44-57.
6. Зоценко Н. Л. Опыт геотехнического проектирования и мониторинга высотного здания в зоне подземных выработок / Зоценко Н. Л., Винников Ю. Л., Харченко М. А., Митинский В. М., Бараник С. В., Чепелев В. Т. // Геотехника. 2015. № 1. С. 20–38.
7. ГОСТ 19912-2012. Грунты. Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием. Введен 2013-11-01.
8. ОСТ 5686-94. Грунты. Методы полевых испытаний сваями. Введен 199601-01. М.: ИПК «Издательство стандартов», 1998.
9. СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83* (с Изменениями № 1, 2, 3).
10. СП 48.13330.2019. Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004.

УДК 624.05

Дмитрий Владимирович Вадатурский,
студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: 20100284@edu.spbgasu.ru

Dmitrij Vladimirovich Vadaturskij,
student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: 20100284@edu.spbgasu.ru

ПРОГРАМНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВОМ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ И РЕСТАВРАЦИИ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ В РОССИИ

SOFTWARE FOR CONSTRUCTION MANAGEMENT, RECONSTRUCTION AND RESTORATION OF CULTURAL HERITAGE IN RUSSIA

Проблема оперативного решения различного рода проблем при планировании и непосредственно на строительной площадке не теряет своей актуальности даже в век цифровых технологий. Использование таких программ как WhatsApp для контроля за ходом строительства, Excel и MS Project при планировании имеет множество недостатков и не дает полной картины руководителю. Для решения этих проблем применяют специальное программное обеспечение для управления строительством (англ. *Construction Management Software*). В данной статье предлагается рассмотреть внедрение такого программного обеспечения на примере внедрения его на объект реконструкции с элементами реставрации в Санкт-Петербурге и оценить возможные выгоды.

Ключевые слова: программное обеспечение для управления строительством, реконструкция, реставрация, государственный строительный надзор, объект культурного наследия

The problem of promptly solving various kinds of problems during planning and directly on the construction site does not lose its relevance even in the digital age. The use of programs such as WhatsApp to monitor the progress of construction, Excel and MS Project in planning has many disadvantages and does not give a complete picture to the manager. To solve these problems, a special construction management software is used. This article proposes to consider

the implementation of such software on the example of its implementation on a reconstruction object with elements of restoration in St. Petersburg and evaluate the possible benefits.

Keywords: construction management software, reconstruction, restoration, state construction supervision, cultural heritage site

Введение

29 декабря 2014 года Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации опубликовало приказ № 926/пр «Об утверждении Плана поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства» [1], с этого момента государство начало продвигать *BIM*-технологии. Данная мера в первую очередь должна была увеличить качество проектной документации, а также сократить сроки и стоимость проектирования, строительства и ввода зданий в эксплуатацию.

Целью данной работы не стоит оценка эффективности внедрения *BIM*-технологий, но необходимо отметить, что в 2019 году из отчета ООО «КОНКУРАТОР» [2] следовало, что использование информационного моделирования способствует повышению экономической эффективности инвестиционно-строительных проектов.

Но добившись увеличения основных показателей на этапе проектирования, строительная компания рискует растерять полученные выгоды в следствии административных провалов на строительной площадке в процессе производства работ.

В данной статье предлагается рассмотреть решение обозначенной проблемы путем внедрения программного обеспечения для управления строительством (англ. *Construction Management Software*).

Проблема срыва сроков строительства

Проблема срыва сроков строительства, реконструкции и реставрации зачастую влияет на качество работ. Ярким примером обозначенной ситуации является реализованный проект реконструкции с элементами реставрации здания под размещение ледо-

вого дворца Нахимовского военно-морского училища по адресу: г. Санкт-Петербург улица Пеньковая, дом 8/6, литера Б. По данному адресу располагается объект культурного наследия регионального значения «Комплекс построек Фильтроозонной станции» (рис. 1).



Рис. 1. Комплекс построек Фильтроозонной станции по адресу: Пеньковая ул., д. 8. Здание фильтров и отстойников [3]

Историческая справка

Городское водоснабжение начало складываться в Санкт-Петербурге одновременно с рождением города на Неве. Известно, что с началом возведения на Заячьем острове Петропавловской крепости вдоль острова начали прокладывать канал для доставки строительных материалов и для пожарного водоснабжения гарнизона. В то же время в ряде дворцов и зданий появились устройства

для подачи питьевой воды и обеспечения работы фонтанов в садах и парках [3].

С ростом числа населения Санкт-Петербурга в начале XIX в. и интенсивным развитием города (в том числе промышленным) спрос на питьевую воду повысился. При этом увеличилась степень загрязненности рек и каналов города. В XIX в. потребление воды постоянно увеличивалось. Качество воды в городе быстро ухудшалось [3].

Несмотря на принятые меры (ввод в эксплуатацию водопровода и сооружения фильтров механической очистки воды) в августе 1908 г. в Санкт-Петербурге вспыхнула эпидемия холеры. Эпидемия продолжалась в течение двух лет. Особенно свирепствовала эпидемия на Петроградской стороне. От городских властей потребовалось принятие экстренных мер [3].

В результате предпринятых мер с целью предупреждения эпидемий холеры для радикального улучшения качества питьевой воды на базе Петроградской (Заречной) Водопроводной Станции, находившейся на Пеньковой улице, рядом с Училищным домом Петра Великого (в наши дни Нахимовское училище), была создана Петроградская (Заречная) Фильтроозонная станция. Проект Фильтроозонной станции был разработан архитектором Василием Васильевичем Старостиным и гражданским инженером Львом Акселевичем Серком.

Строительство очистных сооружений осуществлялось фирмой «Сименс и Гальске» при содействии французской компании «Озон». Работами по возведению Петроградской (Заречной) Фильтроозонной станцией занимались авторы проекта – инженер Л. А. Серк и архитектор В. В. Старостин. [3]

В 1911 г. была запущена первая очередь новой станции, а в 1914 г. станция была полностью введена в эксплуатацию.

Петроградская (Заречная) Фильтроозонная станция являлась самой крупной и наиболее технически оснащенной в Европе того времени. Станция была устроена по самым передовым технологиям и считалась одной из лучших в мире.

После трагических событий октября 1917 г. ситуация со снабжением города водой должного качества изменилась не в лучшую

сторону. В 1919 г. на станции были смонтированы устройства для хлорирования воды (на случай перебоев в поставках озона и коагулянта) [3].

В 2001 г. здания комплекса построек Фильтроозонной станции были включены КГИОП в «Перечень вновь выявленных объектов, представляющих историческую, научную, художественную или иную культурную ценность».

В 2014 г. «Комплекс построек Фильтроозонной станции» по результатам государственной историко-культурной экспертизы выявленного объекта культурного наследия (выполнена ООО «Аватар». Гос. контракт от 10.08. 2011 г. № 40-11) был признан объектом культурного наследия регионального значения (Распоряжение КГИОП № 10-42 от 30.01.2014 г.) [3].

С момента постройки комплекса зданий Петроградской (Заречной) Фильтроозонной станции на Пеньковой улице планировочное решение участка, а также собственно строения комплекса не претерпели существенных изменений. Установлено, что на территории комплекса сносились и строились лишь мелкие служебные постройки, не имевшие художественной ценности. Основные здания сохранились до наших дней почти без изменений. В настоящее время здание не используется [3].

Реконструкция фильтроозонной станции

В конце 2018 года была начата масштабная реконструкция фильтроозонной станции, вызвавшая большой резонанс [4] в связи с тем, что при производстве работ сначала были снесены исторические конструкции здания (перекрытия, каркас, резервуары фильтров, лестницы и своды), а уже после этого внесены корректировки в охранные обязательства. Так же были демонтированный исторические дымовые трубы на фасаде здания.

Известно, что изначальный вариант проекта реконструкции предусматривал сохранение двух железобетонных резервуаров и сводов, для сохранения исторического наследия станции, так же в последствии была разработана концепция с сохранением 4 резервуаров и исторических сводов [3]. Но в процессе производства

работ конструкции резервуаров и сводов были демонтированы и съм-
итированы с применением современных материалов.

Можно предположить, что данные мероприятия были проведе-
ны в целях экономии бюджета и сокращения сроков строительства.

Современные методы решения проблемы срыва сроков строительства

Как можно было бы добиться сокращения сроков строитель-
ства и экономии средств, не прибегая к столь радикальным мерам?
Для начала необходимо разобраться в причинах, увеличивающих
сроки процесса производства работ.

Во-первых, о сроках строительства: 44 % задержек в строи-
тельстве происходит из-за возникновения тех или иных админи-
стративных проволочек [5], таких как: ожидания принятия реше-
ния, бюрократические проволочки во взаимоотношениях между
организациями, корректировки спецификаций, а также непредви-
денные проблемы типа погодных и прочих условий (рис. 2).

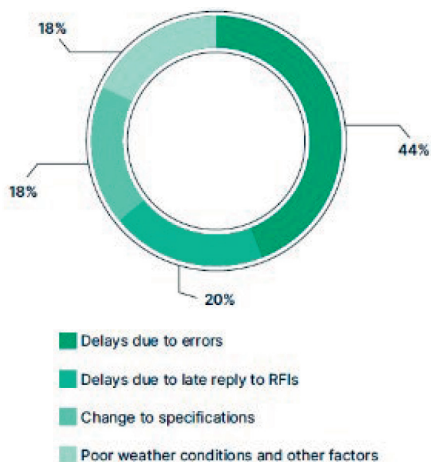


Рис. 2. Сверху-вниз: ожидания принятия решения,
бюрократические проволочки во взаимоотношениях между организациями,
корректировка спецификаций, непредвиденные проблемы типа погодных
и прочих условий [5]

Во-вторых, стоимость: стоит отметить, что чем быстрее будет реализован проект, тем меньше потребуется денег на его реализацию, а если это коммерческий объект, то тем скорее он начнет окупаться и приносить прибыль. Таким образом можно сделать вывод, что стоимость проекта зависит от сроков его реализации.

Для грамотной организации процессов существует большое количество программного обеспечения для управления строительством (англ. *Construction Management Software*) (далее *CMS*). Одной из таких программ является *LetsBuild* и вот несколько примеров того, каких результатов смогли добиться строительные компании при реализации своих проектов используя ее:

1. *HusCompagniet (DK)* [6]. Скандинавский застройщик, реализующий около 2000 кирпичных и монолитных домов в год со средним сроком строительства в 75 дней, сократили задержки и время простоя в своих проектах на 40 %.

2. *VolkerWessels (UK)* [7]. Подрядная организация со штатом в 5000 человек, организовавшая почасовую систему обратной связи в реальном времени о ходе строительства железной дороги в Лондоне, что позволило моментально решать все возникающие вопросы.

3. *Provivienda (PA)* [8]. Подрядная организация из Панамы, с объемом строительства в 5000 тысяч жилых домов и 2-4 городских высотки, смогла добиться сокращения сроков строительства на 200 % с 360 до 85 дней на дом. Результат был достигнут с помощью подключения команд в режиме реального времени на одной платформе.

Применение CMS на объектах культурного наследия

Таким образом, применив при реализации реконструкции «Комплекса построек Фильтроозонной станции» *CMS*, основываясь на опыте европейских компаний, можно было бы добиться существенного сокращения сроков производства работ и, соответственно, экономии денежных средств.

Но что, если при реализации проекта добавить на платформу *CMS* сотрудников КГИОП (Комитет по государственному

контролю, использованию и охране памятников истории и культуры) и ВООПИК (Всероссийское общество охраны памятников истории и культуры)? Государство и общество получит возможность контролировать сохранность объекта культурного наследия в режиме реального времени, что, если вернуться к фильтроозонной станции, позволило бы вовремя остановить работы и сохранить исторические конструкции.

Вывод

Сегодня *CMS* в России не получило массового распространения, но с подачи правительства может. В комплексе с *BIM*-технологиями, в части реализации государственных проектов реконструкции и реставрации, такая система позволит сократить сроки реализации, повысить уровень контроля со стороны КГИОП и ВООПИК и минимизировать возможные нарушения и коррупционную составляющую. В итоге сэкономленные средства и время можно будет направить на расширение государственных программ по сохранению объектов культурного наследия нашей страны.

Остается надеяться, что цифровизация строительной отрасли продолжится, государство начнет внедрять современные технологии в процесс контроля за реализацией проектов реконструкции, реставрации и капитального строительства и отрасль выйдет на новый уровень.

Литература

1. Об утверждении Плана поэтапного внедрения технологии информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства (с изменениями на 4 марта 2015 года). URL: <http://docs.cntd.ru/document/420245345> (дата обращения 31.01.2021).
2. Отчет по исследованию «Уровень применения BIM в России 2019» URL: http://concurator.ru/information/bim_report_2019/ (дата обращения 31.01.2021).
3. Реконструкция промышленного здания в Санкт-Петербурге [Рукопись]: вып. квалиф. раб. на соискание степ. бкл. по спец. 08.03.01 / Д.В. Вадатурский; научный руководитель Е.Г. Третьякова; рец.; ФГБОУ ВО ПГУПС, Кафедра ЗДАНИЯ. 2019. 98 с.

URL:http://library.pgups.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=108&task=set_static_req&req_irb=%3C.%3ERMARCID=006005-VKR%3C.%3E&bns_string=DIPLOM (дата обращения 31.01.2021).

4. Под каток. КГИОП легализует самовольную стройку рядом с Нахимовским училищем после сноса фильтростанции. URL: https://www.dp.ru/a/2019/06/18/Pod_katok (дата обращения 31.01.2021).

5. Why you can't run complex construction projects with WhatsApp and Excel. URL: https://www.letsbuild.com/whatsapp-for-construction-guide?utm_campaign=ct-warm-q3-20&utm_source=hubspot&utm_medium=automation&utm_term=whatsapp-seq-1&utm_content=e-guide-link (дата обращения 31.01.2021).

6. HusCompagniet uses LetsBuild to standardize processes and increase predictability. URL: <https://www.letsbuild.com/customer-stories/huscompagniet> (дата обращения 31.01.2021).

7. VolkerFitzpatrick gains full project visibility with their subcontractors. URL: <https://www.letsbuild.com/customer-stories/volkerfitzpatrick> (дата обращения 31.01.2021).

8. Provivienda reduces building time 5x by digitizing key processes. URL: <https://www.letsbuild.com/customer-stories/provivienda> (дата обращения 31.01.2021).

УДК 69.003

Кристина Михайловна Зверинцева,
студент
Ислам Мусаевич Чахкиев,
канд. техн. наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: krisiash95@mail.ru,
chim_06@mail.ru

Kristina Michaylovna Zverintseva,
student
Islam Musaevich Chakhkiev,
PhD of Tech. Sci., Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: krisiash95@mail.ru,
chim_06@mail.ru

АНАЛИЗ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНДЕКСА КАЧЕСТВА НА СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТАХ

ANALYSIS OF DETERMINATION OF THE QUALITY INDEX AT CONSTRUCTION FACILITIES

Целью данного исследования является определение порядка расчета индекса качества в строительстве, для эффективной организации строительного производства. Методом исследования является сбор информации из литературных источников и интернет ресурсов.

В результате исследования определен порядок расчета индекса качества, обоснована важность применения индекса качества, установлена положительная динамика показателей строительного производства в ходе применения индекса качества.

Ключевые слова: индекс качества строительства; методика определения; качество строительства; качественная конструкция; некачественная конструкция.

The purpose of this study is to determine the procedure for calculating the quality index in construction, for the effective organization of construction production. The research method is the collection of information from literary sources and Internet resources.

As a result of the study, the procedure for calculating the quality index was determined, the importance of using the quality index was substantiated, and a positive trend in the indicators of construction production was established during the application of the quality index.

Keywords: construction quality index, method of determination, construction quality, quality construction, poor construction.

Методика определения индекса качества используется для комплексного контроля строительства и определения уровня качества готовой строительной продукции.

Индекс качества каждого объекта, рассчитываемый в соответствии с требованиями методики, предназначен для последующего определения качества готовых конструкций и при оценке эффективности деятельности организаций.

Индекс качества – показатель, определяющий уровень качества строительства [1].

Целью данного исследования является определение порядка расчета индекса качества в строительстве, для эффективной организации строительного производства.

Качество строительства – это комплексная проблема, включающая в себя соблюдение требований строительных норм и правил, государственных стандартов всеми участниками строительного процесса: проектировщиками, заказчиками и подрядчиками, что является залогом долговечности и эксплуатационной надежности возведенных зданий и сооружений, их экологической чистоты, безопасности для людей и, в конечном счете, экономичности при эксплуатации. [1;2]. Но, несмотря на резкое снижение объемов капитального строительства, количество аварий и обрушений конструкций на строящихся и реконструируемых объектах не сокращается. Отдельные объекты уже в первые годы эксплуатации требуют проведения крупномасштабных ремонтно-восстановительных работ, вызванных, прежде всего, потерей прочности, устойчивости или снижением надежности несущих конструкций.

Качественная конструкция – готовая конструкция, не имеющая дефектов из перечня Классификатора дефектов, качество которой в полном объеме подтверждено визуальным и инструментальным контролем и исполнительной документацией [2].

Некачественной конструкция – готовые конструкции, имеющие хотя бы один критический дефект из перечня Классификатора дефектов, либо, по которым подтверждается наличие брака данными предоставленной исполнительной документации и результатами визуального и инструментального контроля [2].

Индекс качества объекта определяется как отношение стоимости качественно выполненных конструкций к стоимости всех готовых конструкций

$$I_{\text{качества}} = \frac{C_{\text{качества}}}{C_{\text{гот.}}} \quad (1)$$

где $C_{\text{качества}}$ – стоимость всех готовых конструкций, которые признаны качественными; $C_{\text{гот.}}$ – стоимость всех готовых конструкций [2].

Однако стоимость качественных конструкций можно выразить через разницу стоимости готовых и некачественных конструкций:

$$C_{\text{качества}} = \frac{C_{\text{гот.}}}{C_{\text{брака}}} \quad (2)$$

где $C_{\text{брака}}$ – стоимость конструкций, которые были признаны некачественными на основе визуального и инструментального контроля и исполнительной документации. При этом конструкция, по которым в нормативный срок не была предоставлена исполнительная документация или не был осуществлен инструментальный контроль, должны быть включены в объем некачественных конструкций [3].

$$C_{\text{брака}} = V_{\text{брака}} (\text{м}^2) \cdot C_{\text{ед}} + V_{\text{брака}} (\text{шт}) \cdot C_{\text{ед}} + V_{\text{брака}} (\text{м}^3) \cdot C_{\text{ед}} + \dots + V_{\text{брака}} (N) \cdot C_{\text{ед}} \quad (3)$$

Таким образом, будет верно равенство:

$$I_{\text{качества}} = \frac{C_{\text{качества}}}{C_{\text{гот.}}} = \frac{C_{\text{гот.}} - C_{\text{брака}}}{C_{\text{гот.}}} = \frac{V_{\text{гот.}} (N) \cdot C_{\text{ед}} - V_{\text{брака}} (N) \cdot C_{\text{ед}}}{V_{\text{гот.}} (N) \cdot C_{\text{ед}}} \quad (4)$$

Строительно-монтажные организации несут ответственность за выполнение строительных и монтажных работ в соответствии с проектом и в установленные сроки, за надлежащее качество этих работ, проведение индивидуальных испытаний смонтированного ими оборудования, за своевременное устранение недоделок, выявленных в процессе приемки строительных и монтажных работ

и комплексного опробования оборудования, за своевременный ввод в действие производственных мощностей и объектов [3].

Оценка конструкции производится на основании результатов (инспекции). Оценка включает в себя сравнение предполагаемого и наблюдаемого поведения конструкции. При необходимости конструкция подвергается повторной оценке [4].

Случай, когда существует неравенство объема готовых конструкций и объема обследованных конструкций представляет собой частный случай. Схематичное описание частного случая указано на рис. 1.

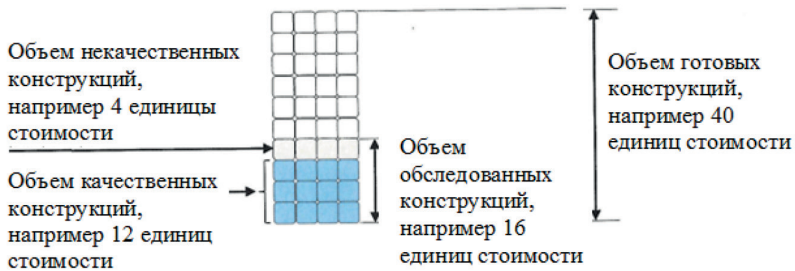


Рис. 1. Схема частного случая при неравенстве объемов готовых конструкций и объема обследованных конструкций

В частном случае индекс качества определяется как отношение стоимости всех качественных обследованных конструкций к стоимости всех полностью обследованных конструкций [4].

$$I_{\text{качества}} = \frac{C_{\text{качеств. обслед}}}{C_{\text{обслед}}} \quad (5)$$

где $I_{\text{качества}}$ – индекс качества объекта; $C_{\text{качеств. обслед}}$ – стоимость готовых конструкций, по которым были проведены обследования, в том числе визуальный, инструментальный, а также инструментальный контроль, и в том числе качество которых подтверждается посредством исполнительной документации, то есть не было выявлено дефектов и конструкции были признаны качественными; $C_{\text{обслед}}$ – стоимость конструкций, которые были полностью обследованы,

в т. ч. визуальный, инструментальный контроль, а также контроль наличия исполнительной документации [4].

При этом конструкции, по которым в нормативный срок не была предоставлена исполнительная документация или не был осуществлен визуальный и инструментальный контроль, должны быть включены в объем обследованных конструкций.

При этом

$$C_{\text{качеств. обслед.}} = C_{\text{обслед.}} - C_{\text{обслед. брака}} \quad (6),$$

где

$$C_{\text{обслед. брака}} = C_{\text{визуал. брака}} + C_{\text{инструм. брака}} \quad (7)$$

где $C_{\text{визуал. брака}}$ – стоимость конструкций, которые были признаны некачественными на основе визуального контроля; $C_{\text{инструм. брака}}$ – стоимость конструкций, которые были признаны некачественными на основе инструментального контроля, и конструкции по которым не была предоставлена в установленный срок исполнительная документация [5].

Таким образом, расчет примера, указанного на рис.1 будет выглядеть следующим образом:

$$I_{\text{частн. Качества}} = \frac{12}{6} = 0,75 = 75 \%$$

Стоимость за единицу работ определяется исходя из сопоставления данных в сводной таблице соответствия классификатора дефектов базе единичных расценок. При наличии расценок, отличающихся только количественными показателями, например: толщиной слоя применяемых материалов, размером схожих элементов и прочим, в сводной таблице соответствия классификатора дефектов базе единичных расценок применяются калькуляции с наименьшей стоимостью. Физический объем некачественных конструкций $V_{\text{брака}}$ определяется как объем элементов с выявленными дефектами из 3D модели объекта, указанными в перечне классификатора дефектов [4; 5].

Проблема качества общестроительных работ многогранна и для ее решения необходимо последовательное выполнение следующих мероприятий:

1) повышение роли и ответственности проектировщиков в обеспечении высокого технического уровня и качества проектов;

2) создание службы управления качеством и перестройка службы технического контроля качества продукции на промышленных предприятиях;

3) обеспечение и выполнение строительно-монтажных работ (СМР), полностью отвечающих нормативным требованиям и проектов;

4) повышение качества подготовки специалистов по вопросам управления качеством строительной продукции.

Чтобы возводить или реконструировать здания и сооружения с высоким качеством, необходимо знать технические условия и требования к качеству строительно-монтажных работ [6].

Индекс качества готовой продукции, призван помочь определить сильные и слабые стороны строительства, а также внедрить комплексный подход в процесс управления качеством [7]. Пример отчета комплексного контроля качества с применением индекса представлен на рис. 2.

Работая над улучшением значения одного индикатора, мы влияем и на другие. Это работа на результат [8]. Опора на данные Индекса позволит в короткие сроки добиться максимального эффекта в преобразовании строительной сферы. Именно комплексное преобразование строительной отрасли позволит развиваться и быть конкурентоспособным [9].

Индекс качества – это точный и эффективный инструмент мониторинга состояния готовой строительной продукции, где видно, какими объектами и какими видами работ необходимо пристальнее заниматься. Цель определения индекса качества – дать возможность строительным организациям необходимые инструменты, которые помогут понять, как работать с каждым индикатором и как сделать производство строительной продукции качественнее.

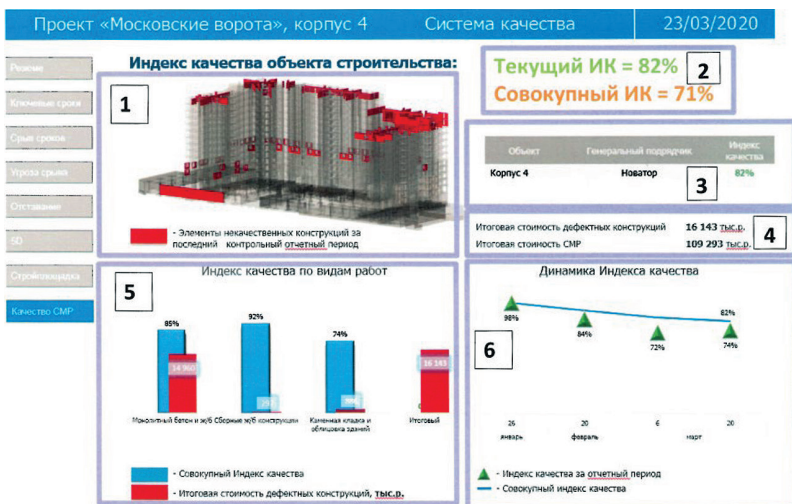


Рис. 2. Шаблон отчета комплексного контроля качества с применением индекса

В результате исследования получены следующие результаты:

- 1) определен порядок расчета индекса качества;
- 2) обоснована важность применения индекса качества;
- 3) установлена положительная динамика показателей строительного производства в ходе применения индекса качества.

Литература

1. ГОСТ Р ИСО 9000: 2005 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь.
2. Асаул А. Н. Экономика строительства / Асаул А. Н., Барановская Н. И., Казанский Ю. Н., Ключева В. В., Косолапов Л. А., Панибратов Ю. П., Роботов А. С., Секо Е. В. // Часть II: уч. для вузов. М.: АСВ; СПб.: СПбГАСУ, 2004. 405 с.
3. Круглов М. Г. Менеджмент систем качества / Круглов М. Г., Сергеев С. К., Такташов В. А. М.: Изд-во стандартов, 2005 г. 368с.
4. Мишин В. М. Управление качеством: учебное пособие для вузов. М.: ЮНИТИ, ДАНА, 2009, 273 с.

5. Васильев В. А. Управление качеством и сертификация / Васильев В. А., Каландаришвили Ш. Н., Новиков В. А., Одинокоев С. А. М: Интернет Инжиниринг, 2002 год, С. 307–309.
6. Гличев А. В. Качество продукции. Система управления. М.: Прогресс, 2008 г, 512 с.
7. Ильенкова С. Д., Ильенкова Н. Д., Мхитарян В. С. Управление качеством / Ильенкова С. Д., Ильенкова Н. Д., Мхитарян В. С. // учебник для вузов. М.: ЮНИТИ, 2008 год, 372 с.
8. Коротков Э. М. Антикризисное управление: Учебник. – 2-е изд., доп. и перераб. / Под А64 ред. проф. Э.М. Короткова. М.: ИНФРА–М, 2010 г. 174 с.
9. Лапуста М. Г. Качество продукции: механизм управления. М.: Экономика, 2009, 310 с.
10. Мишин В. М. Управление качеством: Учебное пособие для вузов. М.: ЮНИТИ, ДАНА, 2009, 273 с.

УДК 69.05

Олеся Витальевна Изгородина,
студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: izgorodinaov@peton.ru

Olesia Vital'evna Izgorodina,
student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: izgorodinaov@peton.ru

УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ В КАЛЕНДАРНО-СЕТЕВОМ ПЛАНИРОВАНИИ

RISK MANAGEMENT IN CALENDAR AND NETWORK PLANNING

В работе рассматриваются проблемы применения методов сетевого планирования и управления при выборе и проведении анализа экономической эффективности проектов строительства.

Ключевые слова: сетевой график, метод, календарное планирование, проект, строительство.

The paper deals with the problems of applying methods of network planning and management in the selection and analysis of economic efficiency of construction projects.

Keywords: network schedule, method, scheduling, project, construction.

В современной деловой среде актуальность проектного управления как метода организации и управления производством значительно возросла. Это обусловлено объективными тенденциями роста производства и науки, а также факторами глобальной реструктуризации бизнеса. Принцип концентрации производственно-экономического потенциала, играющий ведущую роль в последние десятилетия, уступил место принципу сосредоточения на развитии собственного потенциала конкретной организации. Большие производственно-хозяйственные комплексы конгломеративного типа быстро замещаются гибкими сетевыми структурами, среди участников которых доминирует принцип преимущества использования внешних ресурсов над внутренними. Поэтому производственная деятельность все больше превращается в комплекс работ со сложной структурой использования ресурсов, сложной органи-

зационной топологией, сильной функциональной зависимостью от времени и стоимости.

В связи с этим возникла проблема анализа и выбора адекватного, своевременного и продуктивного проекта, способного оптимально распределить имеющиеся в организации ресурсы с наименьшим привлечением дополнительных вложений извне и получить максимальную прибыль в установленный срок. Поэтому, в первую очередь, целесообразно обозначить инвестиционную политику организации, так как направленность инвестирования фактически определяет политику компании на рынке сбыта и ее рентабельность.

Сетевые графики позволяют оптимально отобразить, последовательность возведения сложного объекта, обеспечить руководителя и исполнителей информацией для принятия решений по организации и управлению, установить четкую взаимосвязь работ при их наглядной технологической последовательности, проанализировать ход строительства в пространстве и времени; сочетать в одной модели весь комплекс работ, выполняемых всеми участниками строительства, использовать ПО для анализа вариантов достижения цели и для расчета временных параметров сетки.

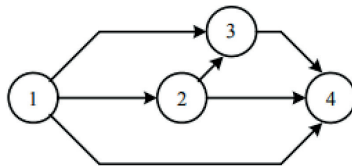


Рис. 1. Сетевой график

Сетевые графики могут составляться как для простых, так и для сложных программ. Для каждой работы, введенной в модель сетки, определяются ее исполнитель, продолжительность, трудоемкость, цена и другие показатели. Сетевой график становится эффективной рабочей моделью для выработки и реализации решений только в том случае, если последовательность выполнения работ связана, скоординирована с использованием всех видов ресурсов, согласована со всеми, кто участвует в строительстве, и, если эти

сроки и согласования положены в основу всей системы планирования деятельности строительной организации.

В настоящее время, при оценке альтернативных решений планирования выполнения работ существует необходимость выбора между гипотетически различными проектами, которые составлены для выполнения того же процесса, однако отличаются по длительности и разрабатываются с целью возможности удовлетворения определяющим критериям.

Многие из критериев, с помощью которых оцениваются денежные потоки, зависят от инвестиций или от проекта, но большинство специалистов в области управления проектами, согласны с тем, что максимизация приведенной величины «доход – расходы» – единственный критерий, действительно играющий важное значение в постановке сетевых задач, так как он является минимально необходимым критерием при определении эффективности проекта с учетом стоимости средств во времени.

Вообще, выбор критерия, которого следует придерживаться – вопрос противоречивый. Это может быть:

- ограничение на сумму кредита, берет компания для реализации проекта;
- оптимальное соотношение между собственным и ссудным капиталом при реализации проекта – среднее значение прибыли, может ожидаться от всех проектов, реализованных компанией;
- внутренняя норма доходности от проекта (то есть норма дисконта, при которой приведенный доход равен нулю) – или любой другой критерий, выдвинутый проектом.

Практика применения чистой приведенной стоимости имеет большую эффективность при обосновании проектных решений, чем другие критерии [2]. Использование метода критического пути (МКП) или других методов сетевого планирования и управления (СПУ) в их первоначальной трактовке при анализе стоимости проекта сетевой модели, ограниченное в результате их «отсталости» от других, более современных, методик технологии планирования проектов. К ним можно отнести модели распределения ресурсов в условиях заданных ограничений и модели анализа и управления ценными качествами проекта (кото-

рые, несомненно, более сложные в решении, а также важнее в условиях рыночных отношений).

Причиной ограниченного использования сетевых моделей при определении стоимости проекта является тот факт, что сложно одновременно учесть организационные, производственные и финансовые аспекты при анализе строительного проекта на сетевой модели. Также стоит заметить, что задача распределения ресурсов имеет более четкую формулировку и постановку задачи, чем стоимостная. При этом большинство ресурсных задач относится к однопродуктовым, что делает их слабо адекватными в инвестиционно-строительных процессах.

Анализ последних исследований по данной проблеме содержится в работах отечественных и зарубежных ученых: Авербаха Л. И., Воропаева В. И., Кириносом В. М., Лагутина Г. В., Поколенко В. А. Радкевича А. В., Тяна Р. Б., Doersch R. H., Dom-melen P. V., Fulkerson D. R., Herroelen W. S., Russel A. H. и др.

Сетевые графики, в зависимости от количества независимых целей, могут иметь одну или несколько завершающих событий. Сетки, имеющие одно завершающее событие, называют одноцелевыми. Если в сетке имеет место несколько завершающих событий, то такие сетки называют многоцелевыми.

По составу параметров различают сетевые модели с учетом времени, стоимости и ресурсов. На рис. 2, 3, 4, 5 показано объединение работ альтернативных сетевых графиков – когда хотя бы одно из альтернативных работ, входящее в конкретное событие, выполнено, то другие работы можно не выполнять. В этом случае для достижения конечной цели комплекса необязательно выполнение всех работ, входящих в его состав.

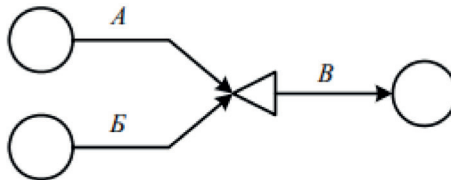


Рис. 2. Сетевой график

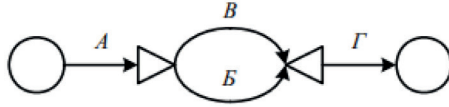


Рис. 3. После окончания работы А можно начинать работы Б или В, а после окончания хотя бы одной работы Б или В можно выполнять работу Г

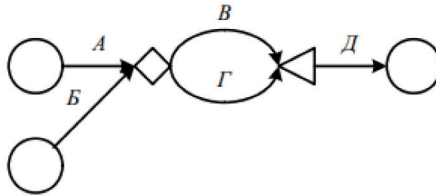


Рис. 4. После выполнения одной из двух работ А или Б можно выполнять работы В или Г, после выполнения одной из них можно выполнять работу Д

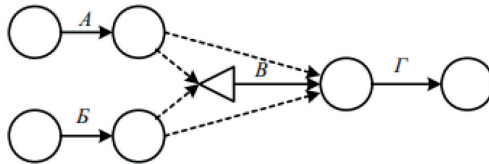


Рис. 5. Обозначение сообщения «или», когда все работы комплекса для достижения конечной цели необходимо выполнить

Основная цель календарного планирования – выбор из возможных вариантов близкого к оптимальному, при этом выбранный вариант должен обеспечить строительство объекта в нормативный (или директивный) срок при лучших технико-экономических показателях.

Для определения оптимальных сроков выполнения проекта (или его частей, отдельных процессов, работ) при анализе проектов с использованием СПУ целесообразно применение принципа максимизации «приведенной стоимости» проекта. Поэтому необходимо создание эффективной и простой модели максимизации

чистого приведенного дохода (ЧПД) проекта с применением СПУ в условиях заданных проектных ограничений, как эффективного и финансово надежного инструментария в управлении и анализе стоимости проектов.

Математическая форма задачи состоит в максимизации нелинейной функции, подчиненной линейным ограничениям, которая может быть решена как последовательность линейных функций.

Применение принципа двойственности дает возможность представить исследуемую проблему, как проблему поиска потока максимальной стоимости, в котором приведенные денежные потоки распределены по дугам от событий, в которых осуществляются капитальные вложения, к событиям, в которых получают прибыль.

Общие принципы календарного планирования строительства и реконструкции зданий и сооружений

Организационно-технологическая модель возведения объекта разрабатывается в определенной последовательности. При этом необходимо учитывать существующие ограничения и стремиться на каждой стадии проектирования к достижению конкретных целей.

При проектировании модели приведены этапы реализации объекта:

- а) сбор исходных данных;
- б) формирование календарного плана (сетового графика);
- в) расчет сетового графика;
- г) сокращение сроков строительства до нормативных (директивных);
- д) определение потребности в технических и людских ресурсах, материально-техническом оборудовании;
- е) расчет технико-экономических показателей.

Также вспомогательным инструментом при решении задачи выступает закон равенства прямой и двойственной задач линейного программирования, при этом в оптимальном решении потока протекают только по тем дугам, которые имеют нулевой резерв (т. е. работах критического пути).

Потоки оптимального плана соответствуют предельному значению приведенной стоимости, что является результатом изменения продолжительности процессов. Постановка проблемы касается такого важного аспекта, как несоответствие плана обычного плану максимума приведенной стоимости проекта (что, в свою очередь, может не всегда совпадать с приоритетами в задачах, которые ставят перед собой участники проекта).

Величина денежного потока в этом случае используется как показатель использования ресурсов рассматриваемой работы за исключением случая, когда часть средств не использована и может быть перенесена на следующий временной интервал для последующего рассмотрения.

После определения плана выполнения работ (определение сроков осуществления событий) в соответствии с заданным критерием оптимальности, потоки сделанных выплат по проекту и полученные результаты могут быть сведены в проектный денежный поток для построения кривой стоимости проекта.

Сделанные выплаты и полученные результаты накапливаются во времени, выстраиваясь, таким образом, в кумулятивную стоимость проекта. Кривые должны быть построены по разным срокам осуществления, а именно, в «ранних началах» и в «поздних окончаниях» с целью выявления допустимой области возможных кривых стоимости проекта и нахождения эффективного варианта, который соответствует временным и ресурсным ограничениям.

Такой вид представления стоимостной кривой проекта особенно важен и необходим инвестору для анализа проекта, в котором предусматриваются денежные вложения на всем протяжении проекта, а прибыль ожидается только по окончанию проекта.

Для наиболее рационального и наглядного представления проблемы предположим, что проект представлен как совокупность работ с заданными длительностями и набором узлов (событий), причем некоторым событиям (или всем) соответствуют входящие и исходящие денежные потоки, присущие проекту, который рассматривается. Такое допущение о финансовых операциях, происходящих исключительно в событиях, безусловно, накладывает ограничения на анализ денежных потоков проекта.

На практике часто платежи имеют более или менее постоянный характер в течение осуществления всего процесса. Эта особенность может быть легко решена или посредством создания дополнительных событий для представления платежей, или, для случая, когда существуют временные ограничения процесса, с помощью дисконтирования всех платежей в начале или до конца процесса. То есть, проблема состоит только в том, чтобы определить такой вектор временных ограничений сроков осуществления событий, при котором приведенная прибыль принимала бы максимальное значение.

Вероятно, вектор, который ищется, можно найти, «отодвинув» события, в которых происходят капитальные вложения, и «приблизить» события, соответствующие положительным денежным потокам, но на обе группы этих событий наложены сетевые ограничения, поэтому, находясь в противоречии, они будут стремиться к некоторому компромиссу, что и будет искомым вектором. Хотя в небольшой сетевой модели или в сетевой модели с простой структурой интуитивные методы могут привести к хорошему или даже оптимальному результату, но решение этой задачи для сложных сетей с развитой структурой будет невозможным без систематического подхода (то есть, без разработки четкого алгоритма поиска таких решений в условиях заданных ограничений).

Заключение

1. При выборе, обосновании и проведении анализа экономической эффективности проектов необходимо формирование плана проектных работ. То есть, целесообразно разработать адекватный экономико-математический аппарат решения рассматриваемой проблемы, применимый не только для простых сетевых моделей, но и для нахождения рациональных решений в больших и сложных моделях с развитой структурой.

2. Основными исходными данными для проектирования комплексного сетевого графика (календарного плана) служат: номенклатура (перечень) и объемы строительно-монтажных работ; перечень подрядчиков; нормативные источники (СНИП; калькуляции) для

определения трудоемкости работ; данные о наличии технических и людских ресурсов.

2. Степень детализации работ календарного графика (комплексного сетевого графика) определяется преимущественно уровнем организации календарно-сетевого планирования в строительной компании. При этом, если формулировка работы соответствует нормативным источникам, то нормативная трудоемкость определяется прямым нормированием по этим источникам. Для сложных работ трудоемкость принимается на основе СНИП или с помощью данных производственных калькуляций и калькуляций технологических карт.

Литература

1. Авербах Л. И. Планирование работ с учетом приведенной стоимости / Авербах Л. И., Воропаев В. И., Гельруд Я. Д. // Экономика строительства. 2000. № 2. С. 28–32.
2. Гэлловей П. Операционный менеджмент. СПб. 2001. 320 с.
3. Кньш М. И. Конкурентные стратегии. СПб. 2000. 284 с.
4. Менеджмент в строительстве: учебн. Пособие / Под ред. И. С. Степанова. М.: Юрайт, 1999. 540 с.
5. Основы сетевого моделирования в строительстве / Швец Н. А., Залуин В. Ф., Кирнос В. М., Гупало О. Ю., Одинокий В. Г., Дадиверина Л. Н. Днепропетровск: ПГАСА, 1999. 62 с.
6. Организация строительного производства: Учебник для вузов / Цай Т. Н., Грабовый П. Г., Большаков В. А. и др. М.: Изд-во АСВ, 1999.
7. Радюшин Н. Д. Автоматизированная система планирования и управления в промышленном строительстве / Радюшин Н. Д., Рамин Е. Л. // Л.: Стройиздат, 1980.
8. Шапиро В. Д. и др. Управление проектами. СПб.: «Два Три», 1996. 610 с.
9. Herroelen W. S. Project network models with discounted cash flows a guided tour through recent developments / Herroelen W. S., Dommelen P. V., Demeulemeester E. L // European Journal of Operational Research, 1997. pp. 97–121.

УДК 69.059.7:338.28

Татьяна Анатольевна Искандарова,
студент

Людмила Васильевна Волкова,

канд. экон. наук, доцент

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: t-iskandarova@mail.ru

Tatyana Anatolievna Iskandarova,
student

Liudmila Vasilievna Volkova,

PhD of Economics, Associate Professor

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: t-iskandarova@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ОТДАЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА

SPECIFIC OF CALENDAR PLANNING FOR RECONSTRUCTION OF REMOTE FACILITIES OF THE OIL AND GAS COMPLEX

Отмечены проблемы планирования работ по реконструкции отдаленных объектов в связи с природно-климатическими, транспортными, инфраструктурными и ресурсными ограничениями. Установлены достоинства и недостатки параллельных и последовательных методов организации работ и преимущества поточной реконструкции в целях оптимизации сроков проекта и рационального использования материальных, технических, человеческих, финансовых ресурсов. Показаны возможности совершенствования календарного планирования с применением сетевых графиков, методологии PERT с выявлением критического пути реконструкции. Обобщены современные программные продукты, позволяющие формировать календарные графики не только в детерминированных, но и в стохастических условиях.

Ключевые слова: реконструкция, календарный план, нефтегазовый комплекс, отдаленная территория, оптимизация, сетевой график.

The problems of planning work during the reconstruction of remote objects in connection with natural-climatic, transport, infrastructural and resource constraints are noted. The advantages and disadvantages of parallel and sequential methods of work organization and the advantages of in-line reconstruction in order to optimize the timing of the project and rational use of material, technical, human and financial resources are established. The possibilities of improving

scheduling using network diagrams, PERT methodology with identifying the critical path of reconstruction are shown. The modern software products that make it possible to form calendar schedules not only in deterministic, but also in stochastic conditions are generalized.

Keywords: reconstruction, schedule, oil and gas complex, remote area, optimization, network schedule.

Решение проблем соблюдения договорных сроков строительных работ, минимизации простоев рабочих и техники, ритмичности материально-технического обеспечения объектов и бригад, сокращения расходов на транспорт и инфраструктуру, формирования оптимальных запасов материалов и конструкций обеспечивается посредством календарного планирования [1]. Исполнение строительных работ при реконструкции объектов на отдаленных территориях, к которым относят Крайний Север, а также частично Якутские, Карельские, Чукотские, Ямало-Ненецкие, Ханты-Мансийские, Мурманские, Магаданские, Архангельские, Сахалинские территории и ряд других областей, осложняется природно-климатическими условиями, неразвитостью транспортной инфраструктуры, сложностью обеспечения реконструируемого объекта материально-техническими и человеческими ресурсами, проблемами организации коммуникаций между территориально распределенными участниками строительных работ [2].

Указанные выше особенности выполнения строительных работ на отдаленных территориях повышают риск отклонений содержания, порядка выполнения, ресурсообеспеченности, а, следовательно, и стоимости проектов реконструкции, что делает актуальным поиск направлений совершенствования календарного планирования работ по реконструкции отдаленных объектов.

Календарный план проекта реконструкции представляет собой проектный документ, отображающий порядок, сроки и стоимость выполнения подготовительных, демонтажных, строительно-монтажных и других работ и предполагает выбор рациональных методов производства работ; определение их последовательности и продолжительности; формирование расписаний; определение затрат труда и временных периодов привлечения техники; формирование ведомостей потребностей и графиков поставки мате-

риалов, конструкций, инструментов, оснастки, техники, с целью соблюдения сроков исполнения работ и рационального использования ресурсов [1].

Содержание календарного плана зависит от применяемого вида реконструкции (такие как: с полной остановкой, с частичной остановкой, без остановки производства) так, в отличие от сборочных производств, где возможна реконструкция отдельных цехов без остановки основного производства, в случае нефтегазовых объектов с непрерывным технологическим процессом целесообразна организация реконструкции с остановкой производства. Также следует учитывать высокий износ нефтегазовых объектов, что требует значительных объемов работ по демонтажу, усилению и укреплению объектов. Размещение объектов на отдаленных территориях требует учета ограничений по использованию типовых строительных технологий и оборудования, специфику доставки грузов и рабочих [3].

Подготовке календарного плана предшествует выбор рационального метода организации реконструкции. Так, в случае последовательной реконструкции укрупненные группы типовых работ на отдельных участках (объектах) выполняются последовательно друг за другом, когда работы на следующем участке начинаются при завершении их на предыдущем. Недостатками данного метода являются: высокая длительность реконструкции; низкая интенсивность вовлечения ресурсов и использования техники; неравномерность загрузки специализированных бригад, что в случае отдаленных территорий повышает сроки и стоимость реализации проекта. Метод параллельного, одновременного выполнения реконструкции всех типовых участков (объектов) обеспечивает минимизацию сроков исполнения работ, но требует максимальной концентрации ресурсов на отдаленных объектах. Кроме того, сохраняется недостаток, характерный для последовательного метода, в частности, неритмичность использования специальной техники и бригад.

Наиболее рациональным при реконструкции нефтегазовых объектов на отдаленных территориях представляется поточный метод, сочетающий преимущества параллельной и последовательной

организации работ и исключая их недостатки. Поточный метод позволяет обеспечить ритмичность работы бригад неизменного состава, равномерное использование ресурсов и непрерывность производства работ. В данном случае реконструкция представляет собой развивающийся во времени производственный процесс и предполагает: разбиение работ на составляющие, согласно профилю деятельности и квалификации исполнителей; разделение фронта работ на участки и максимальное совмещение процессов во времени. Метод позволяет последовательно выполнять однородные и параллельно – разнородные процессы, за счет использования бригад рабочих неизменного состава, перемещающихся с одной зоны (захватки) на другую в пределах реконструируемого объекта [4].

Календарное планирование поточной реконструкции предполагает:

- выделение захваток с однородными работами;
- разделение процесса реконструкции захваток на отдельные работы;
- установление рациональной последовательности работ, возможностью их соединения и синхронизации для обеспечения непрерывности реконструкции;
- закрепление работ за бригадами;
- расчет параметров потока и последовательности перехода бригад, техники, инструментов, материалов с захватки на захватку, согласно принятому ритму реконструкции.

Одним из рациональных методов также является узловой метод. Данный метод разграничивает деятельность организаций (проектных, строительных, монтажных и др.) на узлы, что обеспечивает одновременное возведение технологически связанных между собой частей. Применение метода обеспечивает максимальное совмещение процессов путем организации поточного производства работ. При реконструкции нефтегазовых объектов применяется поточно-скоростной метод для максимального совмещения составляющих строительного-монтажных процессов или строительных потоков при наибольшей их интенсивности, в результате чего достигаются минимальные сроки реконструкции.

Модельное представление календарного плана может быть реализовано в виде линейных календарных графиков, например диаграммы Ганта, где жестко закреплена последовательность работ и сроки реконструкции, а также циклограмм, являющихся усовершенствованным вариантом линейных моделей. Такое представление календарного плана требует постоянных корректировок и совершенствований в ходе исполнения работ, т. к. статичность диаграмм и циклограмм не учитывает динамику реконструкции; не дает представления о взаимосвязи работ, об отклонениях от сроков работ и их влиянии на общую продолжительность проекта реконструкции; не позволяет определить главные работы, критически влияющие на ход реконструкции [1].

Совершенствование календарного планирования требует учета разноритмичности работ по отдельным захваткам, увязку неритмичных специализированных работ и смежных частных потоков, с выявлением мест их критического сближения. Также необходимо решение проблем надежности строительных работ при реконструкции отдаленных объектов и воздействии случайных факторов. Возможность учета вероятностных изменений календарного плана реализуется в сетевых моделях, подвергающихся математической обработке с применением различных программных продуктов [5].

Календарно-сетевые модели позволяют научно обосновать неопределенности и риски при календарном планировании реконструкции и представляют собой граф из работ, событий и их технологической взаимосвязи. Также в сетевых моделях отражаются сроки поступления материальных, технических, технологических и человеческих ресурсов для обеспечения календарного плана работ. Математическая обработка календарных планов позволяет решить проблему избыточности всех видов ресурсов, запас которых резервируется для минимизации отклонений и соблюдения сроков календарного плана при реконструкции отдаленных объектов [6].

В таком случае совершенствование календарных планов производится с применением методологии PERT, где происходит выстраивание сети из не требующих ресурсов событий и задач, для выполнения которых необходимы ресурсы. Далее осуществляется определение оптимистического, пессимистического

и вероятностного времени завершения проекта. Наиболее важным в методологии является построение критического пути проекта, срок достижения которого определяет срок завершения реконструкции. Сетевая диаграмма PERT позволяет оптимизировать ход работ, заменяя последовательные события параллельными и регулировать «провисания» сети, когда задержки в выполнении работ или перерасход ресурсов не критично влияют на нормативные показатели проекта реконструкции.

Также следует учитывать, что не все работы детерминированы, т. е. могут планироваться на основе нормативных значений. При наличии уникальных работ, выполняемых впервые, по которым невозможно использовать нормативные данные, целесообразно применение стохастических сетевых графиков, с решением задач оптимизации посредством теории вероятностей и математической статистики с учетом требований надежности. Оптимизация календарного плана по методологии PERT имеет три основных направления: оптимизация ресурсов на задачах критического пути, оптимизация технологии реконструкции, для сокращения сроков работ на критическом пути; изменение конфигурации сети [7].

Совершенствованию календарного планирования способствует развитие цифровой среды и программных продуктов, например, Project Expert, Primavera P6, Адванта, Powerproject, Spider Project, TILOS, Powerproject, Turbo Planner, Bentley, Open Plan и др., которые позволяют удаленно следить за ходом выполнения проекта реконструкции и оперативно принимать решения при отклонениях от календарного плана всем участникам проекта. Также программные комплексы позволяют рассчитать варианты календарных планов и снизить риски непредставления фронтов работ; учесть влияние природно-климатических, гидрологических, геотехнических особенностей отдаленной территории реконструкции нефтегазового объекта; оптимизировать ресурсы и стоимость работ; оперативно производить модификацию календарного плана, его согласование, утверждение и контроль [8].

Таким образом, рассмотрены особенности реконструкции отдаленных объектов нефтегазового комплекса. Отмечена высокая степень неопределенности и риска проведения работ по реконструкции

на отдаленных территориях в связи с природно-климатическими, транспортными, инфраструктурными и ресурсными ограничениями. Показано, что рационально осуществлять реконструкцию при остановке производства методом поточного исполнения строительных работ. Установлены достоинства и недостатки параллельных и последовательных методов организации работ и преимущества поточной реконструкции в целях оптимизации сроков проекта и рационального использования материальных, технических, человеческих, финансовых ресурсов. Отмечены недостатки линейных моделей планирования и показаны возможности совершенствования календарного планирования с применением сетевых графиков, методологии PERT с выявлением критического пути реконструкции, а также с формированием календарных графиков не только в детерминированных, но и в стохастических условиях. Показана необходимость применения современных программных средств для совершенствования календарного планирования и оперативного управления, утверждения и контроля исполнения календарных планов распределенными участниками проекта.

Литература

1. Ковалева Л. В. Организация и планирование в строительстве: учебное пособие. Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2016. 137 с.
2. Жильцов С. А., Велиев К. Р. Модель управления проектом энергоснабжения удаленных потребителей / Жильцов С. А., Велиев К. Р. // УЭкС. 2018. № 10 (116). С. 28.
3. Организация строительного производства при реконструкции производственных зданий и сооружений. Методические рекомендации. Москва: Минстрой России, 2018. 298 с.
4. Шведов А. П. Организация строительного производства: учеб.-метод. комплекс. Новополюк : ПГУ, 2009. 264 с.
5. Побегайлов О. А. Информационные системы планирования в строительстве / Побегайлов О. А., Шемчук А. В. В. // Инженерный вестник Дона. 2013. № 3 (26). С. 131.
6. Попов М. С. Календарное планирование реконструкции зданий / Попов М. С., Руденко Е. А., Клыков М. С. // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. 2018. Т. 1. С. 314–318.
7. Шапаров О. Н. Методика применения статистического моделирования для планирования реконструкции объектов с учетом заданных сроков /

Шарапов О. Н., Бутлов А. Н., Булах Р. В. // Научные технологии и инновации. Сб. докладов Межд. науч.-практ. конф. Белгород: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2019. С. 106–110.

8. Кокодеев А. В. Совершенствование методики ресурсно-календарного планирования – как способ повышения эффективности предприятия в области транспортного строительства / Кокодеев А. В., Овчинников И. Г. // Интернет-журнал «Транспортные сооружения». 2020. №1. URL: <https://t-s.today/PDF/10SATS120.pdf>.

УДК 69:059

Елизавета Максимовна Кузнецова,
студент
Василя Касимовна Нефедова,
канд. техн. наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: orhideja.09@mail.ru,
vkn7@mail.ru

Elizaveta Maksimovna Kuznetsova,
student,
Vasilya Kasimovna Nefedova,
PhD of Tech. Sci., Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of architecture and civil engineering)
E-mail: orhideja.09@mail.ru,
vkn7@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ФАСАДНЫХ РАБОТ ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ ЗДАНИЙ

FEATURES OF THE ORGANIZATION OF FAÇADE WORKS DURING THE CAPITAL REPAIR OF BUILDINGS

В данной статье рассматриваются организационные работы, связанные с ремонтом фасадов зданий при капитальном ремонте, рассмотрены требования и правила при отделке, виды работ с фасадами, рассмотрены современные технологии работ с фасадами и нормативно-правовая база. Архитектурно-историческое значение г. Санкт-Петербурга располагает объектами застройки, которые нуждаются в мероприятиях по реконструкции или текущему, или капитальному ремонту. Основная цель реконструкции таких зданий заключается в поиске возможных решений по ремонту и восстановлению объекта без потери своего исторического облика и основополагающих свойств. Такие сооружения и здания требуют особого подхода при проведении капитального ремонта фасадов, так как сохранение их первоначального облика является приоритетным. Также такие здания имеют свои особенности в конструкциях и технических характеристиках и перед началом работ необходимо произвести анализ состояния здания, определить уровень его физического и функционального износа.

Ключевые слова: капитальный ремонт, фасад, ремонт зданий, фасадные работы, отделка фасадов, ремонтные работы, ремонт фасадов.

This article discusses the organizational work related to the repair of facades of buildings during major repairs, the requirements and rules for finishing, types of work with facades, modern technologies of work with facades and

the regulatory framework. The architectural and historical significance of the city of St. Petersburg has built-up objects that need reconstruction or current or major repairs. The main goal of the reconstruction of such buildings is to find possible solutions for the repair and restoration of the object without losing its historical appearance and fundamental properties. Such structures and buildings require a special approach when carrying out major repairs of facades, since the preservation of their original appearance is a priority. Also, such buildings have their own features in the design and technical characteristics and before starting work, it is necessary to analyze the condition of the building, determine the level of its physical and functional wear.

Keywords: major repairs, facade, building repairs, facade works, facade finishing, repair work, facade repair.

Вводная часть

На сегодняшний день количество устаревающих зданий возрастает, соответственно увеличивается потребность в строительных работах по капитальному ремонту. Капитальный ремонт является основополагающим процессом для поддержания технической эксплуатации зданий и сооружений. При капитальном ремонте устраняется физический и функциональный износ зданий, который предполагает замену одной, нескольких или всех систем инженерного оборудования, в том числе приведение всех конструктивных элементов дома в исправное состояние.

В г. Санкт-Петербург большая часть объектов застройки носит архитектурно-историческое значение, поэтому основные мероприятия направлены на поддержание данных объектов с помощью строительных работ по реконструкции или текущему и капитальному ремонту. В городе существуют программы, направленные на реконструкцию различных объектов, к ним относятся жилые дома, школы, детские сады, гостиницы, торгово-развлекательные комплексы, дома культур и др.

Обратившись к истории, хотелось бы отметить, что в 60–80 годы по Ленинграду пронеслась волна комплексных капитальных ремонтов, после которых от внутреннего наполнения зданий (камины, лепнина, двери) мало что оставалось. Капитальный ремонт проводили по-разному. Где-то были полноценные с надстрой-

кой и полной перестройкой (в таких домах не сохранилось ничего, кроме оформления фасадов и парадных), где-то просто делали «внешний ремонт» – т. е. перекрытия не снимали, а просто делили квартиры на более маленькие и разбирали отопительные печи. Часто бывало, что после частичного капитального ремонта даже сохранялась лепка на потолках. Но после 70-80-е гг. такого уже было не встретить.

В Петербурге в 1969 году был создан план реконструкции жилых домов постройки до 1916 г. Но не все задуманное было осуществлено.



Рис. 1. Капитальный ремонт дома в 1960-1980-е года

Современный подход более внимательный к сохранению полноценного вида здания со всей его исторической ценностью.

Основным элементом любого сооружения является его внешний облик, поэтому при реконструкции особое внимание уделяется фасадам зданий. Фасад является не только элементом архитектурного

облика здания, но и имеет функцию защиты сооружения от воздействия неблагоприятных климатических условий, работая как барьер для внешних агрессивных воздействий и элементом связи между внутренним и внешним.

Фундаментальную роль в работе здания играет фасад, являясь сложной системой проектирования, строительства и обслуживания. Для оценки показателей долговечности необходимо иметь информацию об агрессивных веществах, которым подвергается фасад. Обладая необходимыми знаниями о фасаде, можно планировать операции по его техническому обслуживанию (чистка, обработка поверхности с целью защиты, мелкий и крупный ремонт и др.).

Цель данной работы рассмотреть особенности капитального ремонта фасадов как значимого элемента для сохранения архитектурного облика исторической части г. Санкт-Петербурга. Историческая часть центра г. Санкт-Петербурга насчитывает около 2500 зданий. Около 90 % построены в дореволюционное время и из них большая часть являются памятниками федерального и регионального наследия.

Сохранение исторической части является приоритетным направлением администрации города и в 2020 году на такой вид работ выделено 2 млрд 700 млн рублей. Около миллиарда рублей будет выделено на ремонт фасадов по 44 адресам. Дальнейшей задачей является правильная организация капитального ремонта фасадов.

Сущность и понятие капитального ремонта

На законодательном уровне правила и требования к капитальному ремонту в исторической части г. Санкт-Петербурга регулирует закон «О реставрации, капитальном ремонте и приспособлении для современного использования жилищного фонда исторического центра Санкт-Петербурга» принятый законодательным собранием Санкт-Петербурга 25 марта 2020 года.

Капитальный ремонт – ремонт, осуществляемый для замены или восстановления какой-либо составляющей объекта, в непосредственной близости от технико-экономических характеристик стоимости восстановления объекта, проведение работ по восста-

новлению основных технических характеристик. Также к капитальному ремонту зданий относят работы по частичной замене и восстановлению конструкций.

Перед началом работ необходимо произвести анализ технического состояния здания и разработать план работы, какие виды работ будут включены (рис. 1).

Тема необходимости капитального ремонта и восстановления исторической части Санкт-Петербурга на современном этапе крайне актуальна поскольку количество работ, производимых в год недостаточно для полноценной поддержки разрушающейся части города. В прошлом году было отремонтировано 60 домов за год, а для поддержания и сохранения в нормальном техническом состоянии центральной части города необходимо производить ремонт порядка 800 домов. Таким образом, правительство Санкт-Петербурга выделило приоритетное направление для данной проблемы.

Основным трудоемким процессом является капитальный ремонт фасадов. Данный вид работ должен выполняться профессионалами и требует большого финансового вложения, а также соблюдение особых требований к организации ремонта. Рассмотрим более детально.

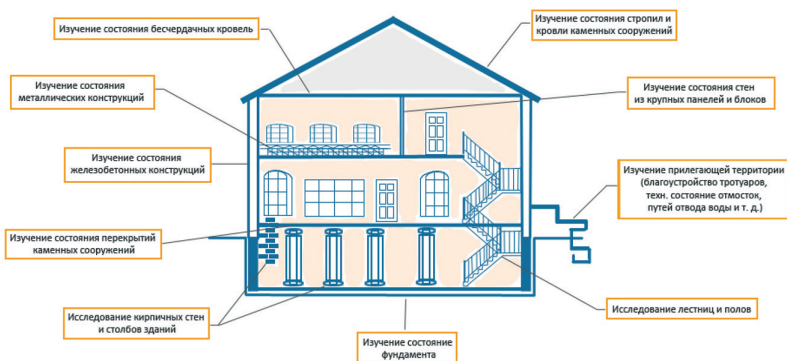


Рис. 2. Карта технического обследования здания

Капитальный ремонт фасада, особенности организации работ и основные проблемы, возникающие на каждом этапе ремонта

Особенности организации фасадных работ предусматривают определенные правила и требования, которые далее и будут рассмотрены в данной статье.



Рис. 3. Отремонтированный фасад в исторической части Санкт-Петербурга

Перед началом работ по отделке фасадов необходимо завершить предыдущие этапы ремонта и произвести следующие подготовительные этапы:

- 1) монтаж строительных лесов, укладка сетчатого покрытия, которое необходимо для защиты от влаги, солнца и пыли;
- 2) монтаж освещения (необходимо провести и обеспечить электричеством стройку, при необходимости);
- 3) демонтаж старого межпанельного и блочного швов;
- 4) застекление лоджий, окон и балконов; устранение в них щелей;
- 5) установка закладных деталей;
- 6) выравнивание наружной поверхности и монтаж гидроизоляции и утеплителя;
- 7) зафиксировать крепления водостока.

Подрядчики могут столкнуться с целым рядом проблем при проведении работ по капитальному ремонту фасада. Разработанные план могут быть не эффективны и в последствии это приведет к увеличению стоимости и изменению сроков работы.

Перечислим основные проблемы, которые могут возникнуть при проведении капитального ремонта фасада:

Технологические: разрушение наружных стен – чрезмерное разрушение частей стен, не включенных в первоначальную смету, приводит к дополнительным мероприятиям по устранению дефектов и увеличению материальной составляющей проекта.

Такие работы по устранению чрезмерного разрушения частей стен регламентированы Постановлением Госстроя РФ № 170 и включают в себя некоторые особенности:

- покрытие полностью удаляют до основания бетонной плиты или кирпичной кладки;
- части которые отходят удаляют и закладывают новые;
- части которые были уже отремонтированы необходимо укрыть от попадания влаги.

Сроки: подрядчик обязан выполнить работы в срок и данное положение регламентируются ЖК РФ. В нем прописаны действия подрядчика, которые в первую очередь направлены на реализацию запланированных мероприятий по восстановлению фасада, что предусматривает обязательное выполнение всех возложенных на него обязанностей. За несвоевременное завершение капитального ремонта могут быть применены меры административной и гражданско-правовой ответственности, а также компенсация штрафов по решению суда.

Сезонность: при планировании ремонта фасада необходимо учитывать время года, так как погодные условия могут отрицательно сказаться на качестве работ. Данное положение регламентировано актами Постановлений Госстроя РФ № 170 и СП 71.13330.2017. Во избежание каких-либо повреждений, связанных с погодными условиями, при работе необходимо основываться на данные метеослужб. В смету необходимо заложить соответствующие материалы, которые выдержат любое влияние погоды. Также какие-то непредвиденные погодные условия могут повлиять на сроки ремонта.

Гарантия: подрядчик должен при своей работе использовать качественные материалы и такие работы несомненно должны выполняться квалифицированными кадрами, не выполняя данные положения подрядчик рискует своей репутацией. ЖК РФ статьей 182, пунктом 2.3 защищает права жителей, устанавливая гарантийный срок равный не менее 5 годам с момента подписания акта выполненных работ. Получается, что, если в данный период возникают какие-либо дефекты, подрядчик обязан их устранить.

Экономические: денежные средства на капитальный ремонт формируются на специальных счетах, общего имущества МКД и Фонде капитального ремонта. Каждый месяц при оплате коммунальных услуг производится взнос. При недостаточном финансировании с жильцом могут произвести дополнительный сбор. Также возможно решить данную проблему другим методом – взять кредит. Плательщики его оформляют через управляющую компанию. Должников и неплательщиков определяет госжилинспекция и отправляет данные управляющей компании. Жильцы могут погасить долг в течении 2 месяцев. Далее дело передается в суд.

Работы и действия, которые превышают бюджет: данные виды работ, могут серьезно нанести удар по бюджету и при необходимости денежные средства выплачиваются региональным оператором из собственных средств. Но после завершения запланированных мероприятий жильцы дома обязаны погасить оставшиеся средства в соответствии с пунктом 7 статьи 182 Жилищного кодекса Российской Федерации.

Рассмотрим этапы работы по ремонту фасада:

1-й этап – подготовка поверхности: удаление старой штукатурки, краски и грязи.

2-й этап – подготовка к штукатурке и шпатлевке.

3-й этап – штукатурка и шпаклевка фасада.

4-й этап – герметизация межпанельных швов (при наличии бетонных панелей).






5-й этап – грунтование и покраска фасада.

Капитальный ремонт фасада является достаточно кропотливым процессом. Он состоит из множества этапов. Первым делом необходимо грамотно подобрать материалы для работы. Для ремонта каждого типа стен необходимы соответствующие материалы. Для ремонта одной из кирпичных стен, ремонта бетонной-совсем другие. Штукатурка, шпаклевка, краска должны соответствовать типу стены. Любой фасад по-разному впитывает и источает влагу. При оштукатуривании фасадов, шпаклевке фасадов и покраске фасадов необходимы те же материалы, которые отдают и получают влагу. Если под штукатуркой или краской скопится влага, фасад намокнет, осыплется или заплесневеет.




При изменении наружной отделки фасадов здания, в документации отражаются изменения, связанные с материалами отделки. Приводятся отдельные таблицы с указанием цвета, фактуры проектируемых материалов и информация об изготовителе материалов.

Таблица расколеровки элементов с эталонами колеров

Проектируемое :

Наименование элемента, материал	Образец цвета	Обозначение цветов	Фактура поверхности
1	2	3	4
Стены фасадов, цоколь		RAL 7035	Выравнивающая штукатурка, покраска
Стены фасадов		RAL 3017 AURA - V 133	Выравнивающая штукатурка, покраска
Стены фасадов		RAL 3012 AURA - G 133	Выравнивающая штукатурка, покраска
Стены фасадов		RAL 1013 AURA - X 011	Выравнивающая штукатурка, покраска
Стены фасадов		RAL 1014 AURA - G 076	Выравнивающая штукатурка, покраска

Существующее

Окна Откосы Отливы		RAL 9006 White aluminium	Металло-пластиковые ПВХ оцинкованная сталь
Двери, металлические опоры крыльца		RAL 9006 (White aluminium) / RAL 9018 (papyrus white)	Покраска
Кровля		-	Оцинкованная кровельная сталь

Такие чертежи обычно требуется перед производством работ по капитальному ремонту фасада здания. Проект изменения фасада также должен согласовываться в администрации.

Самый первый этап при ремонте фасада – это очистка. Старая штукатурка удаляется и части, которые отходят тоже. Данный вид работы необходимо выполнять вручную, металлическими щетками либо пескоструем. Далее фасад моется и обезжиривается.

Второй этап – штукатурка фасада. При оштукатуривании необходимо следить за тем, чтобы штукатурка была жесткой и прочной. Также необходимо выровнять стены. Этого можно добиться с помощью монтажа к фасаду армированного слоя из сетки-рабицы, а затем его оштукатуривают. При серьезном повреждении фасада, используется лепнина. На данном этапе необходимо заделать все повреждения в фасаде. Если повреждение слишком крупное его увеличивают до, например, размера кирпича и закладывают новый. Если фасад бетонный, то для удаления крупных повреждений используют цемент. Причины появления повреждений на фасаде различны:

- использование разных материалов;
- сильное колебание температур;
- различная теплопроводность материалов приводит к различному сжатию и расширению;
- также возможно попадание воды через крышу, если она сделана не герметично.

В целом различные повреждения требуют индивидуального подхода и важно исследовать причину повреждений перед началом работ по их устранению.

Если трещины образуются в виде паутины, это указывает на неровную стенку или некачественный материал. Чтобы закрыть эти трещины, ремонтируется фасад, добавляется цементный раствор, штукатурят. Если трещины длинные, это указывает на неравномерное давление и утечку на крыше. При ремонте фасада такие трещины закрывают раствором с добавлением клея. В то же время необходимо устранить причины, которые привели к разрушению фасада.



Рис. 4. Фасад здания в процессе ремонта

Третий этап – это шпатлевка фасада. Данный этап помогает скрыть мелкие трещины и дает дополнительный слой, чтобы не произошло сильного впитывания краски и соответственно воды.

Грунтовка – необходима для более лучшей стыковки краски с фасадом. Если ее не использовать, то при дожде будет краска будет смываться, да и количество краски уйдет очень много при покраске.

Последний заключительный этап ремонта фасада – это покраска. Несомненно, данный вид работ должен выполняться про-

фессионалами. Любое неправильное действие скажется на результате и не исключено, что при дефектах придется все исправлять. Поэтому, чтобы такого не случилось надо подойти ответственно к этому процессу. Для работ нужны профессиональные инструменты: кисточки, валики, ведра для определенного типа покраски и типа стены. Наносить краску необходимо равномерно и одинаковым слоем. Используя неправильно подготовленный коллер или неправильно его рассчитать, то в конце работ цвет стены может измениться при высыхании краски. При этом после дождя могут появиться разводы.

Покраска фасадов требует опыта от мастеров, необходимо наносить краску равномерным слоем так, чтобы цвет стен был однотонным и не портился от валиков. Опять же особенность фасадов требует подбора к каждому типу валиков. Фасадную краску можно сделать с помощью компрессора. Но даже в этом случае необходимо профессионально применить все работы по ремонту фасада, подготовить качественные материалы для ремонта фасада, выбрать качественную краску для покраски фасада. Расходные материалы подбираются индивидуально и тщательно для каждого случая ремонта фасада. Для различных типов фасадных стен используются различные пасты, грунтовки и краски.

Ремонт фасадов должен проводиться систематически и поэтапно. Если нарушить технологию на любом этапе работ, то добиться качественного результата невозможно. Например, если не будет правильной штукатурки для фасада и шпаклевки, то при покраске фасада стены будут неравномерно впитывать краску, соответственно фасад будет неравномерно окрашиваться в виде темных и светлых пятен. Именно поэтому многие компании не берутся завершать фасадные работы некомпетентных компаний.

Заключительная часть

Архитектурно-историческое значение г. Санкт-Петербурга располагает объектами застройки, которые нуждаются в мероприятиях по реконструкции или текущему, или капитальному ремонту.

Основная цель реконструкции таких зданий заключается в поиске возможных решений по ремонту и восстановлению объекта без потери своего исторического облика и основополагающих свойств. К таким сооружениям необходим особый подход, так как основным элементом любого сооружения является его внешний облик, поэтому при реконструкции особое внимание уделяется фасадам зданий. Фасад является не только элементом архитектурного облика здания, но и имеет функцию защиты сооружения от воздействия неблагоприятных климатических условий, работая как барьер для внешних агрессивных воздействий и элементом связи между внутренним и внешним.

Историческая часть центра г. Санкт-Петербурга насчитывает около 2500 зданий и около 90 % построены в дореволюционное время и из них большая часть являются памятниками федерального и регионального наследия. Сохранение исторической части является приоритетным направлением администрации города. Для организации капитального ремонта фасадов необходимо соблюдение правил и требований, которые и были рассмотрены нами в данной статье.

Капитальный ремонт фасадов в исторической части Санкт-Петербурга – это кропотливый и трудоемкий процесс, требующий особого подхода. Данный вид работ должен выполняться строго профессионалами и соответствовать всем требованиям стандартов. Малейшая халатность или ошибка может сказаться на качестве работ. Выполнение работ с нарушением перечисленных положений несет в себе большой риск образования дефектов, трещин и даже разрушений фасадов.

Литература

1. Закон Санкт-Петербурга «О реставрации, капитальном ремонте и приспособлении для современного использования жилищного фонда исторического центра Санкт-Петербурга» от 25 марта 2020 года.
2. Афанасьев А. А. Технология строительных процессов / Афанасьев А. А., Данилов Н. Н., Копылов В. Д. и др. М.: ВШ, 2000. 463 с.

3. Вольфсон В. Л. и др. Реконструкция и капитальный ремонт жилых и общественных зданий / Вольфсон В. Л. и др. М.: Стройиздат, 2003.
4. Статья: «Исчезающий Санкт-Петербург. Как спасти старый центр Петербурга?» URL: <https://soglas-proekt.ru/infoblog/ischezayuschiy-sankt-peterburg-kak-spasti-stariy-tsentr-peterburga/> (дата обращения 10.01.2021).
5. Статья: «Кто и как будет ремонтировать ветшающие дома-памятники Петербурга?» URL: https://spbvedomosti.ru/news/gorod/kto_i_kak_budet_remontirovat_vetshayushchie_doma_pamyatniki_peterburga/ (дата обращения 10.01.2021).
6. Рощина С. И. Техническая эксплуатация и ремонт зданий и сооружений / Рощина С. И., Воронов В. И., Грязнов М. В., Щелокова Т. Н. // Учебное пособие. Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2009.
7. Федоров В. В. Реконструкция и реставрация зданий. М.: ИНФРА-М, 2003. 208 с.
8. Юдина А. Ф. Реконструкция и техническая реставрация зданий и сооружений. Учеб. пособие 2-е изд./ Москва. Издательский двор. 2012. 315 с.

УДК 624.01

Николай Александрович Мишуренко,
конструктор
(Региональный центр строительных
исследований Артель)
E-mail: nikolai8421@mail.ru

Nikolai Aleksandrovich Mishurenko,
constructor
(Regional Center for Building
Research Artel)
E-mail: nikolai8421@mail.ru

УСИЛЕНИЕ КАРКАСНОЙ ПЛИТЫ ПЕРЕКРЫТИЯ ПРИ ВВЕДЕНИИ В РАБОТУ КОНСТРУКЦИИ ЦЕМЕНТНО-ПЕСЧАНОЙ СТЯЖКИ

OF REINFORCEMENT OF THE FRAME COVERING PLATE DURING THE INTRODUCTION OF THE CONSTRUCTION OF THE CEMENT-SAND SCREED

На сегодняшний день широкое применение нашла технология изготовления каркасных деревянных панелей из деревоклееных двутавровых балок в индивидуальном жилищном строительстве. Вследствие чего оптимизация такого рода конструкций является актуальной задачей в области строительства. Для повышения жесткости и несущей способности конструкции деревянного каркасного перекрытия предлагается ввести в работу конструкции более жесткий элемент: цементно-песчаную стяжку. В исследовании представлено численное моделирование композитного перекрытия, заключение об эффективности усиления конструкции каркасной плиты перекрытия по результатам аналитического расчета и численного моделирования композитной конструкции перекрытия.

Ключевые слова: сдвиг, касательные напряжения, адгезия, стяжка, композитное перекрытие.

Today, the technology of manufacturing timber frame panels from wood-glued I-beams has found wide application in individual housing construction. As a result, the optimization of such structures is an urgent task in the field of construction. To increase the rigidity and bearing capacity of the timber frame floor structure, it is proposed to put into operation a more rigid element: a cement-sand screed. The study presents a numerical simulation of a composite floor, a conclusion on the effectiveness of strengthening the structure of a frame

floor slab based on the results of analytical calculations and numerical modeling of a composite floor structure.

Keywords: shear, shear stress, adhesion, screed, composite overlap.

Оптимизация конструкции деревянного перекрытия возможна при доказательстве гипотезы о повышении несущей способности конструкции перекрытия при введении в работу конструкции пола. Таким образом, для доказательства гипотезы о повышении несущей способности необходимо принять деревянное перекрытие, несущая способность которого известна и подтверждена экспериментальными данными.

На базе кафедры строительных конструкций ТИУ магистром Долейко А. А. было проведено исследование работы каркасной панели перекрытия с продольными ребрами из деревоклееной двутавровой балки из LVL и OSB в лабораторных условиях [1].

Согласно результатам исследования, максимальный прогиб конструкции перекрытия составляет 15,27 мм при нагрузке 698,8 кгс, при исполнении конструкции, представленной на рис. 1.

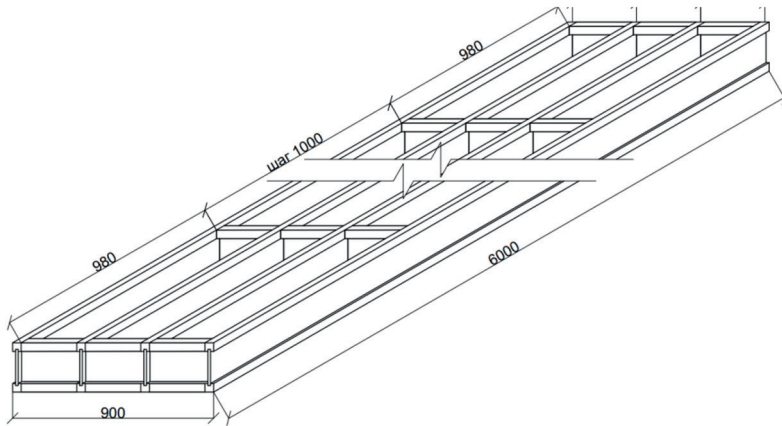


Рис. 1. Конструкция перекрытия

Подобрана конструкция деревянного перекрытия, на основе которой будет определена эффективность введения в работу дере-

вянного перекрытия конструкции пола: плита пролетом 6 м, состоящая из 4 клеёных двутавровых балок, расположенных с шагом не более 300 мм, с обшивкой из ГСП.

Для того чтобы проверить гипотезу о повышении несущей способности деревянного перекрытия путем введения в работу конструкции пола выполнено моделирование композитного перекрытия с учетом совместной работы конструкции деревянного перекрытия и конструкции пола (цементно-песчаной стяжки).

Моделирование выполнено в программном комплексе ANSYS. Модель создана с использованием элемента Solid-185, который ориентирован на трехмерное твердотельное моделирование конструкций, образован восемью узлами с тремя степенями свободы каждый. Данный тип материала позволяет описать деформацию материала с учетом пластичности, ползучести и в условиях как больших, так и незначительных деформаций.

Расчетная схема конструкции: шарнирно-опертое композитное перекрытие с равномерно распределённой нагрузкой. Расчетная схема представлена на рис. 2.

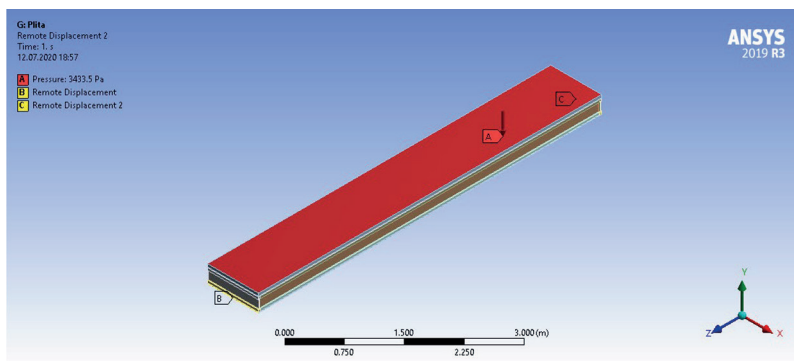


Рис. 2. Расчетная схема конструкции композитного перекрытия

Касательные напряжения в зоне соединения конструктивных элементов деревянной плиты перекрытия и цементно-песчаной стяжки представлены на рис. 3.

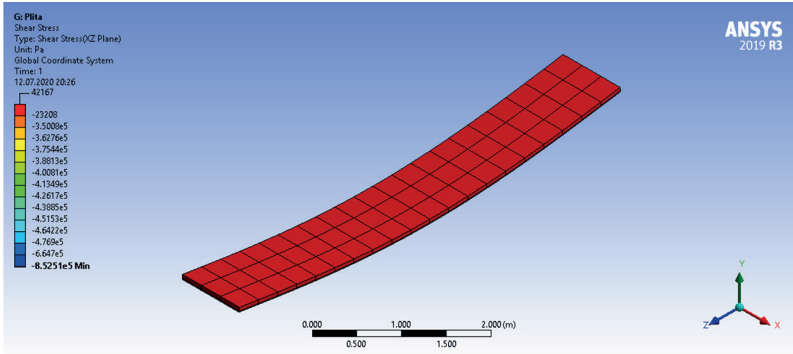


Рис. 3. Касательные напряжения в зоне соединения конструктивных элементов

Значения вертикальных перемещений представлены на рис. 4.

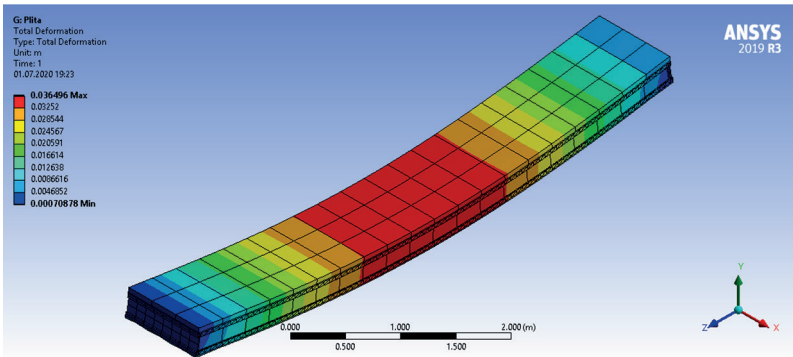


Рис. 4. Картина перемещений

Данные численного моделирования совместно с результатами испытания Долейко и результатами аналитического расчета приведены в таблице 1.

Сводная таблица результатов

Метод определения результатов	Перемещения, мм	Касательные напряжения кН/см ²
Испытание конструкции плиты Долейко	15,27	–
Аналитический расчет	9,9	0,00438
Численное моделирование	3,65	0,00422

Расхождение величины касательных напряжений между результатами аналитического расчета и численного моделирования составляет 3,65 %, на основании чего результаты, полученные аналитическим расчетом и численным моделированием, допустимо считать совместимыми друг с другом.

Расхождение величины максимальных перемещений составляют 63 %. Для того, чтобы определить какой метод нахождения прогиба соответствует реальной работе конструкции необходимо провести испытания композитной конструкции перекрытия на изгиб.

По результатам исследования установлено, что введение цементно-песчаной стяжки в работу деревянной каркасной плиты перекрытия снижает величину максимального прогиба вследствие повышения жесткости конструкции (изгибная жесткость) и несущей способности. Таким образом, усиление каркасной плиты перекрытия цементно-песчаной стяжки показывает себя эффективным. Однако для того, чтобы установить качественный показатель эффективности усиления необходимо провести лабораторные и натурные испытания композитной конструкции.

Литература

1. Долейко А. А. Исследование работы каркасной панели перекрытия с продольными ребрами из деревоклееной двутавровой балки из LVL и OSB в лабораторных условиях. Магистерская диссертация. Тюмень, 2019. 69 с.

2. Мальганов, А. И. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий / Мальганов А. И., Плеваков В. С., Полищук А. И. Томск: Томский межотраслевой ЦНТИ, 1990. 316 с.

3. Гипсостружечная плита стандартная – 10мм. Текст : электронный // Пешеланский гипсовый завод : официальный сайт. 2020. URL: <https://www.pgz-dekor.ru/products/gipsostruzhecnaya-plita> (дата обращения: 20.04.2020).

4. Мишуренко Н. А. Экспериментальное исследование работы соединения деревянной плиты перекрытия с конструкцией пола / Мишуренко Н. А., Лезнева А. Д. Текст: непосредственный // Информационные и графические технологии в профессиональной и научной деятельности / Сборник статей III Международной научно-практической конференции; под общей редакцией Н. И. Красовской. Тюмень: ТИУ, 2019. С. 186–188.

5. Мишуренко Н. А. Экспериментальное исследование работы соединения деревянной плиты перекрытия с конструкцией пола при введении в работу соединения МЗП / Мишуренко Н. А., Еренчинов С. А., Лезнева А. Д., Кодиров А. К. Текст: непосредственный // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе / Материалы Национальной с международным участием научно-практической конференции студентов, аспирантов, ученых и специалистов, посвященной 20-летию созданию кафедры электроэнергетики: в 2 т. Том 1; под общей редакцией А. Н. Халина. Тюмень: ТИУ, 2019. С. 159–162.

6. Мишуренко Н. А. Экспериментальное исследование работы соединения деревянной плиты перекрытия с конструкцией пола при введении в работу соединения винтов / Мишуренко Н. А., Еренчинов С. А., Худышкина Н. Ю. Текст: непосредственный // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе / Материалы Национальной с международным участием научно-практической конференции студентов, аспирантов, ученых и специалистов, посвященной 20-летию созданию кафедры электроэнергетики: в 2 т. Том 1; под общей редакцией А. Н. Халина. Тюмень: ТИУ, 2019. С. 156–159.

7. Патент № 196498 Российская Федерация, Е04В 5/14 (2006.01). Плита перекрытия с деревянным каркасом : № 2019141365 : заявл. 11.12.2019 : опубл. 03.03.2020 / Мишуренко Н. А., Еренчинов С. А., Худышкина Н. Ю., Бай В. Ф. ; заявитель ТИУ. 6 с. : ил. Текст : непосредственный.

8. Мишуренко Н. А. Исследование работы соединения элементов композитной конструкции: деревянной плиты перекрытия и цементно-песчаной стяжки / Мишуренко Н. А., Еренчинов С. А., Бай В. Ф., Худышкина Н. Ю. // Вестник гражданских инженеров. 2020. № 4 (81). С. 64–71.

9. Мишуренко Н. А. Исследование работы деревянной плиты перекрытия с учетом конструкции пола. Магистерская диссертация. Тюмень, 2020. 79 с.

УДК 004.413.4

Валерия Александровна Раздобарина,
студент
Ислам Мусаевич Чаккиев,
канд. техн. наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: lerochkinn@mail.ru

Valeriya Aleksandrovna Razdobarina,
student
Islam Musaevich Chakkiev,
PhD of Tech. Sci., Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: lerochkinn@mail.ru

РИСКИ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

RISKS IN CONSTRUCTION ACTIVITIES

Данная статья посвящена рассмотрению рисков, сопровождающих строительную деятельность. Поскольку жилищное строительство имеет свои особенности и характеризуется повышенной сложностью и опасностью, то и в процессе этой деятельности предприятия подвергаются самому разнообразному набору рисков, которые обязательно необходимо учитывать как в процессе подготовки строительства, так и собственного при осуществлении деятельности.

Особый смысл управление рисками имеет при строительстве жилых домов и комплексов, поскольку такая деятельность имеет важное социальное значение и связана с повышенной опасностью и сложностью. Именно поэтому строительные предприятия сталкиваются с правовыми, производственными, организационными и финансово-экономическими рисками, которые способны значительно увеличить срок строительства и затраты на возведение объектов.

Ключевые слова: строительная деятельность, жилищное строительство, организационные риски, правовые риски, производственные риски, финансово-экономические риски.

This article is devoted to the consideration of the risks accompanying construction activities. Since housing construction has its own characteristics and is characterized by increased complexity and danger, then in the process of this activity, enterprises are exposed to the most diverse set of risks that must be taken into account both in the process of preparing construction and their own in the implementation of activities. Risk management is especially meaningful in the construction of residential buildings and complexes, since such activities have significant social significance and are associated with increased danger and complexity. That is why construction companies are faced with legal, pro-

duction, organizational and financial and economic risks that can significantly increase the construction period and construction costs.

Keywords: construction activities, housing construction, organizational risks, legal risks, production risks, financial and economic risks.

Все субъекты рынка функционируют в состоянии риска и неопределенности, что означает необходимость принятия управленческих решений в условиях неосведомленности о том, как будет развиваться ситуация в будущем и какие факторы повлияют на те аспекты, относительно которых принимается решение.

Определений риска существует множество, однако в целом можно отметить, что риск всегда означает вероятность возникновения каких-либо убытков или потерь, которые могут быть связаны в том числе и с недополученными доходами [1, с. 24].

Отсюда можно заключить, что одной из важных и актуальных задач менеджмента на предприятии является предварительный анализ возможных рисков и их гипотетического влияния на финансовые показатели предприятия. Управление риском можно охарактеризовать как совокупность мероприятий, приемов и методов, которые в определенной степени позволяют прогнозировать наступление рискованных событий и снижать их отрицательные последствия или вовсе их исключать [2, с. 18].

Деятельность, которая направлена на устранение или снижение влияния неблагоприятных последствий, возникающих в процессе строительства жилых объектов и вызывающих финансовые потери или дополнительные затраты, является управлением рисками предприятия при строительстве.

Строительная деятельность представляет собой определенный процесс действий, которые сопряжены с повышенной опасностью и сложностью, имеющих серьезные требования к качеству полученного результата и потребительских свойств объектов. Кроме того, любой строительный проект имеет достаточно продолжительный производственный цикл и подвергается влиянию множества разных факторов, что вызывает повышенную вероятность реализации различных рисков. В настоящее время в связи с техническим прогрессом все чаще встречаются технологии строитель-

ства, связанные с нестандартными конструкциями, повышенными нагрузками, использованием новых современных материалов, относительно которых еще нет информации о влиянии на качество объекта при длительном использовании. Кроме того, учащаются случаи строительства жилых объектов в сложных геологических условиях или, например, на намывных территориях, что также связано с повышенным риском. Поскольку сама суть строительной деятельности подразумевает существенную ответственность за дальнейшее использование готовых объектов, то и система управления рисками в данной сфере должна базироваться на серьезной теоретической и практической базе.

Среди рисков при строительстве объектов можно отметить следующие их виды:

- информационные риски, которые связаны с недостаточным объемом исходной информации об объекте. Данные риски возникают на начальной стадии всего строительного процесса еще до начала проектирования;
- информационные риски, связанные с некорректностью постановки задачи в техническом задании на проектирование объекта;
- финансовые риски, связанные с завышением сметной стоимости проекта;
- правовые или юридические риски, которые особенно часто возникают на этапе согласования и изменения проектной документации;
- риски несоответствия требованиям безопасности при строительстве объекта, которые могут повлечь как травмы и несчастные случаи непосредственно при строительстве, так и в дальнейшей эксплуатации объекта.

На этапе принятия решения о строительстве объекта возникает риск, связанный с недостаточностью информации. Застройщик должен позаботиться о правильном выборе площадки, а также о возможности подключения объекта к сетям инженерного снабжения и о наличии градостроительных ограничений. Кроме того, нельзя исключать из проработки транспортную доступность к проектируемому объекту и экологическую составляющую. Только после получения исчерпывающих исходных данных можно принимать

решение о начале строительства и составлять техническое задание на проектирование.

От того, насколько правильно составлено и проработано техническое задание, зависят сроки выполнения проектных работ, и в конечном результате – сроки и финансовая составляющая строительства. Проектировщику и заказчику надо иметь четкое представление об объекте, который они хотят построить. При этом они должны учитывать наличие градостроительных ограничений, его геологические характеристики, и целый ряд других факторов. Все архитектурные и конструктивные решения, внутренние инженерные системы здания, а также системы безопасности должны быть проработаны в техническом задании.

Относительно завышения бюджета необходимо отметить следующее. Завышение первоначального бюджета всегда чревато невыполнением обязательств по строительству согласно смете и в срок, такие риски могут быть вызваны недостаточно четкой проработкой договоров на поставку материалов для строительной деятельности; ростом цен вследствие изменения курса валют при использовании импорта; необходимостью изменения затрат на оплату труда в случае привлечения дополнительных трудовых ресурсов и т. д. Все это приводит к дополнительным затратами денежных ресурсов, а также в итоге к росту конечной стоимости объекта.

Проект строительства объекта должен быть утвержден в ряде инстанций. Государственная или негосударственная экспертиза проектной документации тоже могут повлиять на реализацию проекта, так как по результатам проверки нередко возникает необходимость внесения изменений в проект. Это приводит к увеличению сроков выполнения работ и увеличению их стоимости. К превышению бюджета может привести и то, что утвержденная экспертной организацией смета на строительство объекта может оказаться нереализуемой.

Управление рисками при строительстве осуществляется абсолютно на всех этапах строительной деятельности.

При этом должна обеспечиваться безопасность на объекте, что достигается контролем качества поступающих материалов, их соответствия требованиям проектной документации, точным следованиям технологии строительно-монтажных работ при возведении несущих

конструкций здания и последующей отделки, учетом соответствия квалификации трудовых ресурсов всем установленным требованиям. Для этого еще до начала строительства обязательно составление и утверждение проекта комплексной безопасности, а также последующий постоянный мониторинг соблюдения данного проекта.

Правильный подход к оценке строительных рисков – залог успешного и качественного строительства. Это позволит заказчикам и инвесторам избежать растягивания сроков и дополнительных финансовых расходов.

Кислякова Ю. Г., Михайлова Т. В. придерживаются точки зрения, что риски в строительной деятельности подвержены влиянию факторов внешней и внутренней среды.

Типы факторов риска внутренней среды представлены в рис. 1. [4, с. 76].



Рис. 1, начало. Типы факторов риска внутренней среды

Социальные	<ul style="list-style-type: none"> • Текущая кадров и трудности с набором квалификационной рабочей силы, несвоевременная подготовка ИТР, качество условий труда и т. д.
Маркетинговые	<ul style="list-style-type: none"> • Изменение цен продаж продукции после заключения контракта, неплатежеспособность покупателя или заемщика, изменчивость спроса на продукцию и стоимость материалов, снижение цен конкурентами и увеличение у них производства и т. д.
Инновационные	<ul style="list-style-type: none"> • Материально-техническое снабжение, гарантия сбыта, конкурентоспособность, экспортный потенциал, возможность сотрудничества с зарубежными партнерами, падение объемов производства, снижение ритмичности строительства, появление более выгодных предложений, изменение условий перемещения финансовых ресурсов между субъектами инвестиционно-строительного комплекса, незавершение строительства и т. д.
Организационные	<ul style="list-style-type: none"> • Нарушение обязательств по выдаче проектно-сметной документации и недостатки проектно-исследовательских работ, поставкам материалов, оборудования и т. д.
Специфические	<ul style="list-style-type: none"> • Внезапное перемещение материальных и трудовых ресурсов на другой объект, отсутствие требуемой квалификации и т. д.
Эксплуатационные	<ul style="list-style-type: none"> • Недооценка затрат на содержание, физический и моральный износ, ремонт и модернизацию оборудования, увеличение субъектов права пользования инфраструктурными объектами, повышение требования властей к безопасности и качеству обслуживания потребителей, ремонтно-восстановительные работы

Рис. 1, окончание

Типы факторов риска внешней среды представлены в рис. 2. [4, с. 78]

<p>Политические</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Нестабильность, угроза забастовок, права собственности, недостаточный для удержания персонала уровень оплаты труда и т.д.
<p>Общэкономические</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Девальвация рубля, рост цен на сырье, материалы перевозки, уровень предметной и технологической специализации строительной продукции и т.д.
<p>Правовые</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Степень совершенства законодательной базы, степень совершенства арбитражного производства, ответственность за нарушение контрактных обязательств, степень защищенности внутреннего рынка, таможенная политика, тарифные соглашения, лицензионная политика, защищенность
<p>Социальные</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Невыход работников, невыполнение производственного задания при полном обеспечении работ и т.д.
<p>Отраслевые</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Взаимодействие со смежными отраслями, в том числе с жилищно-коммунальным хозяйством, устойчивость смежных отраслей по сравнению с устойчивостью экономики страны, альтернатива переключения на другие отрасли.
<p>Климатические и экологические</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Снегопад, шторм, ливень, гололед, аварии и взрывы; •вероятность залповых выбросов, вредность производства, повышение радиационного фона, морские, железнодорожные и авиационные катастрофы и т.д.

Рис. 2. Типы факторов риска внешней среды

Выделяют различные факторы, влияющие на профиль рисков в строительстве (рис. 3). При этом можно все риски подразделить по направлениям: информационные, материальные, трудовые, качественные, временные, относительно проекта, относительно контрагентов (взаимоотношения с поставщиками и потребителями).



Рис. 3. Факторы, влияющие на профиль рисков в строительстве [5, с. 85]

Деревянкин Д. О. считает, что большинство рисков при строительстве жилых объектов можно подразделить на производственные, организационные, правовые и финансовые. Виды данных рисков представлены в табл. 1.

Таблица 1

Виды рисков в жилищном строительстве [6]

Риски	Причины	Последствия	Тип риска
Недостаток собственных оборотных средств	Неграмотное руководство финансовой политикой компании, увеличение затрат на реализацию проекта, несвоевременная оплата выполненных работ	Увеличение объемов заемных средств, прерывание процесса строительства	Финансово-экономический

Риски	Причины	Последствия	Тип риска
Увеличение процентных ставок по кредитам	Повышение темпов роста инфляции, замедление темпов экономического роста в РФ	Увеличение затрат на реализацию проекта	Финансово-экономический
Повышение темпов роста инфляции	Изменения валюты ого курса, дефицит государственного бюджета, увеличение объемов денежной массы в РФ	Увеличение затрат входе реализации проекта, снижение экономической эффективности проекта	Финансово-экономический
Увеличение валютного курса рубля	Профицит государственного бюджета, изменение валютной политики государства	Уменьшение затрат в ходе реализации проекта	Финансово-экономический
Снижение валютного курса рубля	Дефицит государственного бюджета, задержка международных платежей, изменение валютной политики государства	Увеличение затрат входе реализации проекта	Финансово-экономический
Уменьшение объемов продаж	Появление новых конкурентов, замедление темпов экономического роста в РФ, недостаточный спрос	Снижение прибыли компании	Финансово-экономический

Риски	Причины	Последствия	Тип риска
Снижение цен на дома, строящиеся компанией	Снижение цен конкурентами, недостаточный спрос	Снижение прибыли компании	Финансово-экономический
Повышение налоговых ставок	Дефицит государственного бюджета, изменение государственной налоговой политики	Снижение прибыли компании	Финансово-экономический
Банкротство компании (подрядчика), реализующей проект	Ухудшение экономической ситуации в стране, неверная финансовая политика подрядчика	Срыв сроков проекта, возможное удорожание проекта	Финансово-экономический
Отсутствие или задержки выдачи разрешения на строительство	Действия муниципальных и государственных органов власти, недовольство населения проектом строительства	Срыв сроков проекта, прекращение проекта	Правовой
Увеличение давления со стороны проверяющих организаций	Высокий уровень коррупции в проверяющих организациях, недобросовестные действия со стороны конкурентов	Увеличение затрат на реализацию проекта, увеличение сроков реализации проекта	Правовой

Риски	Причины	Последствия	Тип риска
Отзыв лицензии на строительство у компании	Нарушения строительного законодательства компаний, высокий уровень коррупции, смена интересов государственных органов	Прекращение проекта, ухудшение имиджа компании	Правовой
Ошибки при планировании проекта	Низкая компетенция сотрудников	Срыв сроков проекта, нехватка финансовых ресурсов для его реализации	Организационный
Нецелевое использование инвестиционных средств	Коррупция среди сотрудников	Повышение стоимости строительства	Организационный
Невозможность выполнения всех поступающих заказов на строительство	Неверное планирование и оценка возможностей компании	Снижение деловой репутации предприятия	Производственный
Недостаточно эффективное использование материальных и трудовых ресурсов	Неэффективная политика производства, неверная технология производства	Излишние затраты	Производственный

Также риски в строительстве можно подразделить на инвестиционные и предпринимательские (рис. 4) [6, с. 145].

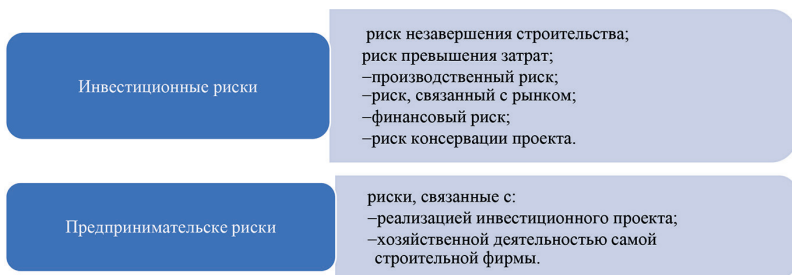


Рис. 4. Инвестиционные и предпринимательские риски

Производственные риски — это вероятность совершения работ непроектного уровня. Они оказывают огромное влияние на результаты работы строительной компании.

Таким образом, очевидно, что жилищное строительство подвержено влиянию множества факторов как внешней, так и внутренней среды, которые приводят к возникновению ряда рисков. Для грамотного управления рисками в строительстве, в первую очередь необходим их тщательный анализ для принятия дальнейших мер, способных нивелировать влияние негативных факторов и имеющих дополнительные возможности по устранению последствий реализованных рисков, чтобы они оказали минимальное влияние на финансовые результаты предприятия.

Литература

1. Антонов Г. Д. Управление рисками организации / Антонов Г. Д., Иванова О. П., Тумин В. М. // Учеб. пособие М: ИНФРА-М, 2017. 153 с.
2. Киселева И. А. Риск-менеджмент: модели компенсации риска // Экономические науки. № 58-2. 2017.
3. Кислякова Ю. Г. Управление рисками при реализации инвестиционных проектов в сфере жилищного строительства / Кислякова Ю. Г., Михайлова Т. В. // Региональный строительный комплекс: проблемы и перспективы развития в современных условиях: сб. материалов Регион. науч.-практ. конф. (25–26 мая 2016 года, г. Ижевск). Ижевск: Проект, 2016. С. 75–81.
4. Пушкина М. Коммерческая недвижимость как объект инвестирования / М. Пушкина. М.: Альпина Паблишерз, 2019. 244 с.
5. Деревянкин Д. О. Система эффективного управления рисками при осуществлении инвестиционно-строительного проекта жилого дома // Международный журнал прикладных наук и технологий Интеграл. № 3. 2019.
6. Чернова Г. В. Управление рисками. М.: Проспект, 2017. 160 с.

УДК 69.059.62:622.235

Ольга Павловна Удальцова,

студент

Василя Касимовна Нефедова,

канд. техн. наук, доцент

(Санкт-Петербургский государственный

архитектурно-строительный университет)

E-mail: udalcova.olga@mail.ru

Olga Pavlovna Udaltsova

student

Vasilya Kasimovna Nefedova,

PhD of Tech. Sci., Associate Professor

(Saint Petersburg State University

of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: udalcova.olga@mail.ru

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДЕМОНТАЖНЫХ РАБОТ

MODERN METHODS OF DEMOLITION WORKS

В данной статье рассмотрены основные методы производства демонтажных работ: механический и взрывной. Отражен состав проекта организации демонтажа, как важной части проектной документации, которая зависит от качества инженерных изыскания и обследования объекта. Отмечен недостаток нормативной документации и сложность выполнения демонтажных работ, в связи с индивидуальным подходом к каждому объекту. Описана область применения различных способов демонтажа, в зависимости от материала конструкции. Выполнено сравнение взрывного способа, с применением газогенератора давления шпурового, с механическим способом, представленным алмазной резкой. Описаны достоинства взрывного способа с положительным опытом применения в России.

Ключевые слова: демонтажные работы, снос, демонтаж, механический способ демонтажа, взрывной способ демонтажа, ГДШ, проект организации демонтажа.

This article describes the main methods of demolition works: mechanical and explosive. It also includes structure of demolition work organization project, as an important part of the project documentation, which depends on the quality of engineering surveys and object survey. The article discusses the lack of regulatory documentation and the complexity of the demolition work, in connection with an individual approach to each object. Scope of various dismantling methods, depending on the material of construction. Comparison of the drilling-and-blasting method, using a gas pressure blasting pyrotechnics „GDH“, with the mechanical method represented by diamond cutting method. Advantages and positive experience of drilling-and-blasting method with „GDH“ in Russia.

Keywords: demolition works, demolition, Mechanical demolition, Explosive Demolition, GDH, demolition work organization project.

Важной составляющей любого строительного процесса является его безопасность. В настоящее время много внимания уделяется строительному процессу в части возведения зданий и сооружений, но недостаточно в части демонтажа (сноса) зданий и сооружений. На это указывает недостаток нормативной литературы, в основном проектировщиками используются рекомендации по оформлению проекта организации работ по сносу (демонтажу) [1], а также руководство по проектированию и производству взрывных работ [2], в случае применения взрывного способа демонтажа и правила производства демонтажа и утилизации [3]. Хотелось бы отметить, что от уровня методического обеспечения зависит качество проекта, и как следствие безопасность выполнения демонтажных работ, что в свою очередь влияет на эффективность инвестиций, которые направляются на реконструкцию и строительство.

Демонтаж – комплекс работ по частичному или полному разбору зданий и сооружений с сохранением, при необходимости, некоторых конструкций, инженерных сетей для дальнейшего их функционирования в будущем. Демонтаж применим в целях реконструкции, либо сноса старого здания, при строительстве нового или перепланировке (для получения свободной площади).

Сложность демонтажных работ заключается в индивидуальном подходе для каждого конкретного случая.

Процедуру демонтажа можно разделить на два этапа: подготовительный и основной.

На подготовительном этапе выясняются следующие параметры:

- состояние сооружения;
- объемы работ;
- возможность и надежность отключения инженерных сетей;
- возможность и необходимость расположенных рядом зданий и сооружений;
- продолжительность выполнения работ.

Подготовительный этап подкрепляется инженерно-экономическими изысканиями и результатами обследования зданий и со-

оружений, после чего оформляется проект организации демонтажа с проектом производства работ.

Далее переходят к выполнению основного этапа демонтажа, подразумевая непосредственное выполнения демонтажа (сноса) здания, с применением конкретного метода осуществления работ.

Производство работ по сносу (демонтажу) необходимо осуществлять с применением прогрессивных методов организации и технологии работ для обеспечения наименьшего срока выполнения работ, необходимо применять технологические процессы, обеспечивающие заданный уровень работ [1]. Помимо вышеперечисленного не менее важным является максимальное использование фронта работ, т. е. совмещение рабочих процессов с обеспечением их непрерывности и поточности, а также механизации работ (использование машин в две-три смены), что не всегда возможно при производстве демонтажа.

Проект организации демонтажа (далее – ПОД) обычно состоит из графической и текстовой частей. Графическая часть представляется в виде чертежей, схем, планов, а именно: план земельного участка (с указанием места размещения сносимого объекта, опасных зон в период сноса, сетей инженерно-технического обеспечения, мест складирования материалов), чертежи защитных устройств, технологические карты-схемы последовательности сноса строительных конструкций и оборудования.

Текстовая часть – это пояснительная записка с отражением сведений о сносимом объекте, описания, пояснения, обоснования принятых решений.

Пояснительная записка включает: основание для разработки ПОД, перечень зданий и сооружений, подлежащих сносу, перечень мероприятий по выведению из эксплуатации зданий, перечень мероприятий по обеспечению защиты сносимых зданий от проникновения людей и животных, а также защиты зеленых насаждений. Но наиболее важным является описание и обоснование принятого метода демонтажа с расчетами и обоснованием размеров опасных зон, описание и обоснование защиты сетей инженерно-технического обеспечения. В завершительной части пояснительной записки отражаются мероприятия по рекультивации и благоустройству

земельного участка, сведения об остающихся после сноса в земле и в водных объектах коммуникациях, конструкциях и сооружениях. Технические решения по демонтажу должны быть согласованы с органами государственного надзора.

Описание и обоснование принятого метода демонтажа является самой трудозатратной частью, хотя сам выбор способа относится к обязанностям заказчика.

Демонтажные работы подразделяются на снос-разрушение и демонтаж-разборку. Снос объекта может выполняться механическим, взрывным, либо комбинированным методом.

Чаще всего используется ведение демонтажных работ механическим методом. При механическом методе прибегают к использованию экскаваторов, дополнительно используя захваты, гидравлические ножницы, клещи, шар-молот (навешивается на экскаватор). Но помимо применения экскаватора механический способ включает ударный метод, разрезку и разлом (обрушение). В табл. 1 представлена область применения способов демонтажа в зависимости от материала конструкций зданий и сооружений.

Таблица 1

Применение способа демонтажа в соответствии с материалом конструкций объекта

Материал конструкций зданий и сооружений	Способ демонтажа			
	Ударный	Разрезка	Разлом (обрушение)	Взрывной способ
Кирпичные	да	нет	да	да
Монолитные	нет	да	нет	да
Металлические	нет	да	нет	да
Сборные железобетон	нет	да	нет	да

В настоящее время наиболее современным и эффективным методом механического способа является резка и сверление с исполь-

зованием алмазного инструмента. Алмазная резка представляет собой абразивное резание специальным инструментом. Режущим инструментом являются абразивные накладки. В процессе поверхность алмазосодержащего композита режет движением вдоль обрабатываемой поверхности. Резка происходит при контакте разрушаемого материала с ограниченным количеством выступающих алмазных зерен. Оборудование для резки и сверления с помощью алмазного инструмента может быть достаточно разнообразным. Например, для резки монолитного железобетона или кирпича применяют стенорезные машины, которые могут быть дисковыми, цепными, и канатными.

Область применения оборудования с алмазным инструментом достаточно велика. Здесь и промышленно-гражданское строительство, дорожное строительство, подземное строительство, гидротехническое строительство, атомное, в России и за рубежом достаточно примеров применения алмазной технологии.

Взрывной способ демонтажа применяется для сноса здания или сооружения на свое основание либо в заданном направлении. Осуществление взрыва возможно выполнить с помощью контактных и шпуровых средств. Контактные средства – это наружные или кумулятивные заряды. Шпуровые средства включают шпуровые заряды и гидровзрывы.

Среди шпуровых средств наиболее применяемый – газогенератор давления шпуровой (ГДШ), представлен на рис. 1. Является быстрогорящим пиротехническим патроном, состоящим из пластмассового цилиндрического пенала, заполненного окислительным составом, и узла электрического воспламенения. В качестве источника тока узлов запуска ГДШ применяются взрывные машинки.

Превращение окислительного состава в пиротехнический происходит путем дозировки жидкого горючего в пенал непосредственно на месте применения. Такая методика изготовления обеспечивает полную безопасность при перевозке и хранении по сравнению с традиционными взрывчатыми материалами. Заправленные горючим патроны ГДШ размещают в шпурах, свободное пространство которых заполняется утрамбованной песчано-гравийной смесью. ГДШ обладает способностью создавать квазистатическое давление

газов только в замкнутом пространстве шпура, плотно заполненного забойкой. На открытом пространстве при штатном воспламенении ГДШ, горение не развивается. Это обеспечивает высокую безопасность при производстве, хранении и эксплуатации. Благодаря герметичному пластмассовому корпусу ГДШ надежно работают в обводненных шпурах.



Рис. 1. Газогенератор давления шпуровой (внешний вид)

На рис. 2 представлен разрез ГДШ, где 1 – полимерный корпус (пенал), 2 – полимерная заглушка корпуса, 3 – электровоспламенитель, 4 – выпуски проводников электронного воспламенителя, 5 – газогенерирующая смесь.

Радиус опасной зоны при использовании взрывного метода определяется по методикам осуществления взрывных работ и при расчете величины вектора отлета предметов сносимого здания. Опасные зоны определяются с применением грузоподъемных кранов. Воздействие ударной нагрузки от ГДШ на фундаменты

здания ниже, чем воздействие ударной нагрузки от гидромолота. Применение ГДШ исключает возникновение резонансных частот при разрушении конструкций.

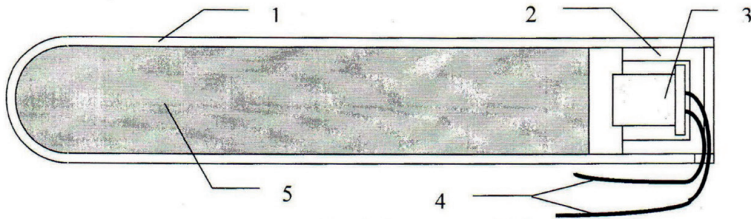


Рис. 2. Газогенератор давления шпуровой в разрезе

По сравнению с гидравлическими клиньями, расширяющимися составами, дополнительного навесного оборудования на экскаватор, применение ГДШ требует минимальную потребность в машинах и механизмах для выполнения работ и обеспечивает высокую мобильность, низкие затраты на транспортировку.

Используя тот или иной метод производства работ, дополнительно могут применяться ручные электрические, либо пневматические машины, например перфораторы, а также термические средства, например газорезчики.

Несмотря на все вышеперечисленные достоинства взрывного способа демонтажа, самым популярным способом производства работ является механизированная разборка с арендой мощной спецтехники. По большей части демонтаж механизированным способом довольно шумный, производящий сильные вибрации и длительный по продолжительности ведения работ, если сравнивать со взрывным способом.

Сейчас ГДШ находит применение в сфере сноса зданий и сооружений на особенных объектах, где традиционный подход невозможен, малоэффективен или экономически нецелесообразен.

Разрушение отдельных конструкций при техническом перевооружении, реконструкции и капитальном ремонте объектов требует отдельного внимания к производству работ и выбору способа ведения работ. Случай, где вместе с разрушением ненужных

конструкций требуется сохранить прочие элементы объекта, его инженерные сети и оборудование, представлен на рис. 3.



Рис. 3. Разрушение фундаментов под оборудование в литейном цехе завода «ЗИЛ» Смоленской области с сохранением несущего каркаса здания, выполненного из сборного железобетона [4]

Был произведен демонтаж внутрицеховых железобетонных фундаментов под оборудование. В такой ситуации ГДШ выступает высокопроизводительным конкурентом механизированной и ручной разборки, а также бюджетным аналогом дорогостоящих технологий алмазной резки. Отличительной чертой применения ГДШ является меньшее количество компенсирующих мероприятий по защите существующей инфраструктуры вблизи объекта сноса. Применяется при выполнении работ по дроблению бетона железобетонных конструкций с сохранением арматурного каркаса, используемого для дальнейшего возведения монолитных конструкций.

Данный способ широко применяют НПК «Контех» и ООО «Промстройвзрыв». Состав ГДШ и технология его применения защищены четырьмя патентами РФ, которые принадлежат ООО «НПК «Контех». Владелец патента снабжает газогенераторами давления шпуровыми строительные организации по всей России.

Литература

1. МДС 12.46.2008. Методические рекомендации по разработке и оформлению проекта организации строительства, проекту организации работ по сносу (демонтажу), проекта производства работ. МДС 12-46.2008/ЗАО «ЦНИИОМТП». М.: ОАО «ЦПП», 2009. 19 с.
2. РТМ 36.9-88 Руководство по проектированию и производству взрывных работ при реконструкции промышленных предприятий и гражданских сооружений, утв. Минмонтажспецстроем СССР от 19.08.1988. 34 с.
3. СП 325.1325800.2017 Здания и сооружения. Правила производства работ при демонтаже и утилизации, утв. Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 28.08.2017. 43 с. [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/556794137> (дата обращения 02.01.2021).
4. URL: <https://www.contec.su/video> (дата обращения 03.01.2021). Источников должно быть не менее 8. Использование только нормативных документов не допустимо
5. Волков С. В. Основы предпроектной подготовки строительства: учеб. пособие / С. В. Волков, Л. В. Волкова, В. Н. Шведов ; СПбГАСУ. СПб., 2018. 351 с.
6. Грабовой П.Г. Организация, планирование и управление строительным производством. Учебник для вузов. Липецк: ООО «Информ», 2006. 304 с.
7. Дикман Л. Г. Организация строительного производства. Учеб. для строит. Вузов. М.: Издательство АСВ, 2003. 521 с.
8. Березуев Ю. А. ГДШ – перспективный инструмент для проведения уникальных строительно-демонтажных работ / Березуев Ю. А., Кундышев М. В. // Вестник Кременчугского национального университета имени Михаила Остроградского. 2007. № 5 (46). С. 101–103.

УДК 692.1

Александр Николаевич Фетисов

студент

Ислам Мусаевич Чакхкиев,

канд. техн. наук, доцент

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: 1439388@gmail.com

Aleksandr Fetisov

student

Islam Musaevich Chakkkiev,

PhD of Tech. Sci., Associate Professor

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: 1439388@gmail.com

БЛОЧНО-МОДУЛЬНЫЙ МЕТОД СТРОИТЕЛЬСТВА НЕФТЕГАЗОВЫХ ОБЪЕКТОВ

BLOCK-MODULE METHOD OF CONSTRUCTION OF OIL AND GAS FACILITIES

Исследование применения блочно-модульного метода строительства при сооружении нефтегазовых объектов как одного из катализаторов ускорения сроков строительства и сокращения целевых затрат.

Применение блочно-модульного метода позволяет сократить сроки строительства инфраструктурных и капитальных объектов, а значит ускорить ввод месторождений в эксплуатацию и окупаемость инвестиционных вложений.

Ввиду того, что отечественные научные и производственные организации и предприятия имеют огромный опыт создания и эксплуатации блочно-модульных объектов, целью данного исследования будет рассмотрение использования данного метода строительства и монтажа для более широкого внедрения и применения данной технологии.

Ключевые слова: проектирование, блочно-модульный метод, строительство, организация строительства, нефтегазовые объекты, суперблок, поставки, месторождения, строительно-монтажные работы, график, сроки строительства, транспортировка.

Investigation of the application of the block-modular construction method in the construction of oil and gas facilities as one of the catalysts for accelerating construction times and reducing target costs. The use of the block-modular method makes it possible to shorten the construction time of infrastructure and capital facilities, and therefore to speed up the commissioning of fields and the return on investment.

Since domestic scientific and industrial organizations and enterprises have vast experience in the creation and operation of block-modular objects, the pur-

pose of this study will be to consider the use of this method of construction and installation for a wider introduction and application of this technology.

Keywords: engineering, block-module method, construction, construction management, oil and gas facilities, superblock, procurement, oil and gas fields, construction and installation works, schedule, construction deadlines, transportation.

Повышение энергетической безопасности является одним из приоритетных направлений развития нашего государства. Нефтегазовая отрасль России является локомотивом отечественной экономики, поэтому совершенствованию процессов и технологий добычи, транспортировки и переработки полезных ископаемых необходимо уделять особое внимание.

Согласно статистическим данным Министерства энергетики РФ [1] динамика добычи природного газа и сырой нефти в 2015–2019 годах остается положительной (рис. 1). Для поддержания работы отрасли в условиях увеличивающихся объемов добычи необходимо внедрять более совершенные технологии, в том числе, позволяющие повысить скорость и эффективность при сооружении и реконструкции систем и объектов промышленного и гражданского назначения.

Одним из важнейших параметров, который определяет экономическую эффективность освоения месторождения, является скорость (время) ввода объекта в эксплуатацию, которая зависит от скорости капитального и инфраструктурного строительства при обустройстве промыслов. Поэтому совершенствование технологии строительства нефтегазовых объектов является актуальной задачей.

Развитие нефтегазодобывающей отрасли в СССР началось в 30-е годы XX века с разработки месторождений Восточной Сибири и Республики Коми. Начиная с 50-х годов и по настоящее время осваиваются крупные северные нефтегазовые месторождения Восточной и Западной Сибири. Основным районом добычи природного газа является Ямало-Ненецкий автономный округ, относящийся к районам Крайнего Севера.



Рис. 1 Добыча сырой нефти и природного газа в РФ в 2015–2019 гг.

При освоении удаленных северных месторождений необходимо учитывать ряд особенностей, которые затрудняют их разработку:

- отсутствие инфраструктурной сети и удаленность от крупных промышленных центров, как следствие, отсутствие кадров требуемой квалификации в местах организации строительно-монтажных работ, что вызывает необходимость использования специалистов, работающих по вахтовому методу;
- необходимость транспортировки строительных материалов, оборудования, техники и персонала на большие расстояния;
- сложные климатические условия – низкая температура, осадки, ветер и т.д., как следствие, необходимость адаптации персонала для оптимизации функционального состояния с учетом специфики выполняемых задач и сохранения профессионального здоровья [2];
- сложные географические условия – заболоченность местности, большое количество озер, рек, которые затрудняют транспортировку к месту монтажа;
- сложные геологические условия – вечная мерзлота, пучение и проседание грунтов;
- жесткие экологические требования при транспортировке и монтаже оборудования, эксплуатации месторождения.

Традиционный способ сооружения объектов нефтегазового комплекса имеет ряд существенных недостатков:

- высокая стоимость строительно-монтажных работ и их протяженность во времени;
- высокая трудоемкость работ, что приводит к необходимости задействования большого количества работников, подвергающихся негативному воздействию сложных природно-климатических условий;
- отсутствие возможности перемещения готового объекта на новую площадку.

Анализ специфических условий строительства позволил сформулировать требования, которые необходимо учитывать при сооружении объектов нефтегазовой отрасли:

- сроки строительства должны быть минимальными;
- количество персонала, задействованного на строительно-монтажных работах, должно быть минимальным;
- объем сборочно-наладочных работ, выполняемых в условиях специализированных предприятий, должен быть максимальным.

Реализация приведенных выше требований при проектировании и сооружении объектов нефтегазовой отрасли может быть обеспечена за счет индустриализации строительно-монтажных работ путем внедрения блочно-модульного метода строительства, который позволит максимально унифицировать производство отдельных типовых объектов-блоков, и оптимизировать строительно-монтажные работы [3, 4].

Первые образцы оборудования в блочно-модульном исполнении были созданы в СССР в конце 60-х годов 20 века для освоения нефтегазовых месторождений Западной Сибири. На протяжении следующих двадцати лет была сформирована и введена в производство широкая номенклатура блочно-комплектного оборудования [5, 6]:

- электростанции и объекты электроснабжения;
- установки газоподготовки;
- насосные станции и установки пожаротушения;
- насосные станции для перекачки бытовых стоков;
- котельные и тепловые сети;

- системы приточной и вытяжной вентиляции;
- системы измерения количества нефти и количества газа (СИКН и СИКГ);
- ремонтно-эксплуатационные и складские блоки;
- помещения операторных;
- станции водоподготовки;
- типовые блоки.

Блочно-комплектные устройства по структурно-функциональным признакам можно разделить на три группы:

- 1) блок-контейнеры;
- 2) блок-боксы;
- 3) суперблоки.

Блок-контейнер предназначен для работы оборудования и не предусматривает длительного нахождения персонала [7]. Использование блок-контейнеров позволяет снизить конечную стоимость оборудования за счет серийного производства и снизить себестоимость транспортирования по сравнению с другими группами блоков за счет относительно небольших размеров и массы. Недостатком использования блоков-контейнеров является необходимость проведения ряда монтажно-наладочных работ непосредственно на строительной площадке.

Блок-бокс включает в себя оборудование, приборы, инженерные сети и коммуникации и предусматривает длительное и комфортное нахождение персонала. Основным преимуществом использования блок-боксов является максимальный перенос строительно-монтажных работ в условия предприятия-изготовителя, что позволяет обеспечить высокое качество изготовления и монтажа оборудования. Основным недостатком использования блок-боксов являются конструктивные ограничения к их массе и габаритам, накладываемые возможностями традиционных видов транспорта.

Суперблок структурно включает элементы блок-бокса, но является транспортабельным сооружением, размеры которого значительно превышают габариты погрузки основными видами транспорта [8]. К преимуществам суперблоков можно отнести сокращение сроков введения в эксплуатацию нефтегазовых объектов и полное размещение оборудования технологического процесса в одном мо-

дуле. Основной недостаток использования суперблоков – сложность доставки к месту установки и отсутствие возможности использования кранов при погрузочно-разгрузочных.

Оценить уровень укрупнения элементов при блочно-модульном исполнении оборудования можно с помощью коэффициента блочности, который устанавливает взаимосвязь между массой поставочных блоков-модулей и общей массой оборудования:

$$K_6 = \frac{Q_6}{Q_\Sigma},$$

где, Q_6 – суммарная масса поставочных блоков; Q_Σ – общая масса оборудования.

Перспективность использования технологии строительства с использованием блоков, обусловлена рядом существенных преимуществ этой технологии:

- сокращение сроков строительства (до 90 %), а, следовательно, и сроков возврата инвестиционных средств;
- сокращение времени на пуско-наладочные работы;
- сокращение количества персонала, задействованного на строительномонтажных работах за счет снижения трудоемкости работ и повышения производительности труда, соответствующее снижение затрат на заработную плату;
- сокращение стоимости строительномонтажных работ;
- сокращение затрат на проектирование и изготовление блоков за счет серийного производства;
- возможность установки объектов без использования фундаментов и перемещения на новую площадку;
- сокращение площади, отводимой под строительномонтажные работы;
- наличие всех необходимых технологических сетей и коммуникаций в блоке;
- сведение к минимуму работ с использованием строительных растворов, что особенно важно при отрицательных температурах;
- экономия материалов;
- высокое качество изготовления элементов блоков в заводских условиях;

- сведение к минимуму количества подрядных организаций и поставщиков;

- минимальное воздействие на окружающую среду в зоне ведения строительно-монтажных работ [9].

Несмотря на значительные достоинства, использование весьма перспективной технологии блочно-модульного строительства объектов нефтегазовой отрасли существенно сократилось в 90-е года 20-го века.

Дальнейшее совершенствование и внедрение этой технологии ограничивается следующими факторами:

- сложностью транспортировки блоков и необходимостью использования подъемно-транспортного оборудования повышенной грузоподъемности;

- необходимостью инвестирования на этапе, предшествующем строительно-монтажным работам;

- специальными требованиями к подъездным путям к месту проведения строительных работ.

Таким образом, основной проблемой для широкого внедрения блочно-модульного строительства объектов нефтегазовой отрасли является сложность доставки блоков на строительную площадку.

Для транспортировки блоков могут быть использованы как традиционные виды транспорта (автомобильный, железнодорожный, водный) так и специальные.

Массогабаритные особенности суперблоков привели к необходимости создания специальных видов транспорта.

1. Транспорт на воздушной подушке позволяет сохранить поверхностный слой почвы при транспортировании, однако является энергоемким и неэффективным при транспортировке блоков массой более 300 т. К достоинствам следует отнести возможность транспортировки как оборудования, так и людей [10,11] как по поверхности водоемов, так и по суше. Перспективы развития этого вида транспорта – снижение массы несущих элементов конструкции, повышение их надёжности и долговечности.

2. Для доставки суперблоков по суше могут быть использованы гусеничные транспортные средства специальной конструкции. Применение этого вида транспорта предъявляет особые требова-

ния к суперблокам, которые должны обеспечивать самопогрузку на транспортное средство.

3. Перспективным направлением транспортировки суперблоков в зимнее время является использование термосаней, которые, за счет нагрева полозьев, снижают коэффициент трения о снег и обеспечивают более эффективную транспортировку оборудования.

4. Блок-понтон имеет плавуче-передвижное исполнение и являются самым эффективным вариантом транспортировки суперблоков, поскольку не требуют сооружения специальных дорог. Транспортировка осуществляется без использования дорогостоящего погрузочно-разгрузочного оборудования и тяжеловозов [12]. После доставки на строительную площадку понтон может устанавливаться непосредственно на грунт или на сваи, выполняя функции ростверковой части фундамента [13]. С использованием блок-понтонных были сооружены крупные технологические объекты в Томской области и Среднем Приобье [14].

Таким образом, в связи с увеличивающимися темпами добычи углеводородов в нашей стране актуальной задачей является внедрение эффективных методов строительства объектов инфраструктуры.

Среди блочно-комплектных устройств наиболее перспективными являются суперблоки, позволяющие повысить уровень индустриализации строительства нефтегазовых объектов. Основной же проблемой использования суперблоков – сложность их транспортировки, которая может быть успешно решена за счет использования блок-понтонных.

Литература

1. Министерство энергетики РФ: [сайт]. URL: <https://minenergo.gov.ru/activity/statistic> (дата обращения: 4.11.2020). Текст: электронный.
2. Гридин Л. А. Особенности адаптационных реакций человека в условиях крайнего севера / Гридин Л. А., Шипов А. А., Дворников М. В. // Здоровье населения и среда обитания. 2014. № 4 (253). С. 4–6.
3. Кожушков И. П. Перспективные методы блочно-модульного строительства нефтегазовых объектов с применением суперблоков / Кожушков И. П., Смирнов А. П., Колонских К. В. // Пронефть. Профессионально о нефти. 2019. № 2 (12). С. 71–75.

4. Расторгуев Г. А. Основные направления унификации инженерных решений в технологической подготовке производства комплектно-блочных нефтегазовых объектов / Расторгуев Г. А., Кулаков П. В. // Изв. вузов. Нефть и газ. 1998. № 4. С. 102–109.
5. Захаров А. В. Исторический опыт создания крупноблочного оборудования для нефтегазовой отрасли // Научный журнал российского газового общества. 2017. № 4. С. 59–65.
6. Бусыгина А. Н. Комплектно-блочный метод организации строительства нефтепромысловых объектов / Бусыгина А. Н., Коркишко А. Н. // Вестник МГСУ. 2017. Вып. 4 (103). С. 429–436.
7. Аронов В. А. Блочно-комплектная технология и организация строительства объектов нефтегазового комплекса Западной Сибири: концепция и производственный опыт // Журнал нефтегазового строительства. 2014. № 3. С. 61–68.
8. Соколов С. М. Проблемы строительства нефтегазовых объектов крупными блоками / Соколов С. М., Стрекопытов С. К., Тукаев Ш. Г. // Нефтяное хозяйство. 2008. № 3. С. 94–95.
9. Изергин А. В. Организация строительства нефтепромысловых объектов из блок-модулей // Российская наука в современном мире. Сборник статей X международной научно-практической конференции. 2017. С. 31–32.
10. Антонов А. В. Производственная технологичность строительных конструкций для обустройства месторождений / Антонов А. В., Максимов Ю. В., Коркишко А. Н. // Нефтяное хозяйство. 2017. №3. С. 25–32.
11. Трифионов А. В. Применение суперблоков для повышения эффективности реализации проектов / Трифионов А. В., Володькин М. С., Полтавский Д. Н. // ПРОНЕФТЬ. Профессионально о нефти. 2020. № 3 (17). С. 40–43.
12. Борисова Е. В. Логистическое управление бизнес-процессами внедрения блочно-модульной малотоннажной установки переработки попутного нефтяного газа / Борисова Е. В., Ходченко С. М. // Успехи в химии и химической технологии. 2015. № 2 (161). С. 101–103.
13. Чижикова Ю. И. Блочно-модульные установки очистки природного и попутного нефтяного газа от сероводорода // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. 2008. № 2. С. 56–58.
14. Добышева Т. В. Специфика строительства нефтегазовых объектов промышленного назначения / Добышева Т. В., Гидаспова Т. В. // Молодежный вестник ИРГТУ. 2019. №2. С. 24–28.

УДК 69.057.47

Олеся Евгеньевна Филюкова,
студент
Ислам Мусаевич Чахкиев,
канд. техн. наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: filyukova24_89@bk.ru

Olesya Evgenievna Filyukova,
student
Islam Musaevich Chakhkiev,
PhD of Tech. Sci., Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: filyukova24_89@bk.ru

РОЛЬ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ПОДБОРЕ ТЕХНОЛОГИИ ЕГО МОНТАЖА НА СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКЕ

ROLE OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT PARAMETERS WHEN CHOOSING ITS INSTALLATION TECHNIQUE ON CONSTRUCTION SITE

В статье проведена классификация технологического оборудования по различным параметрам, имеющим значение при его монтаже (габариты, положение в пространстве, расположение) и исследовано влияние данных параметров на организационно-технологическое решение по монтажу агрегатов и выбору грузоподъемного и такелажного оборудования. Автор дает описание основных современных методов монтажа технологического оборудования с определением необходимой оснастки и техники и выявляет потенциальные сложности при выполнении данных работ с учетом конструктивных особенностей монтируемого оборудования, обращая внимание на частные и часто встречающиеся в современном промышленном строительстве случаи.

Ключевые слова: технологическое оборудование; схема строповки; грузоподъемное оборудование; такелажное оборудование; порталная система; самоходный кран.

The article gives classification for technological equipment according to various parameters that are important during its installation (dimensions, position in space, location) and studies the influence of these parameters on the organizational and technological solution for the installation of the items and the selection

of lifting and rigging appliance. The author gives a description of the main modern installation methods of technological equipment with the definition of the necessary arrangements and identifies potential difficulties in performing these works, taking into account the design features of the equipment being installed, paying attention to particular and frequent cases in modern industrial construction.

Keywords: technological equipment; rigging diagram; lifting appliance; rigging arrangements; portal frame; mobile crane.

Монтажные работы при строительстве большинства промышленных предприятий составляют около половины всех работ, поэтому их правильная организация оказывает существенное влияние на сроки завершения строительства в целом. В промышленном строительстве монтаж технологического оборудования является одним из важнейших и самых сложных этапов реализации строительных проектов. Монтаж оборудования относится к специальным работам [1] и всегда подразумевает существенные материальные затраты, планирование использования различной спецтехники и подъемных механизмов, а нередко и разработку отдельного и даже уникального технологического решения.

На данный момент наиболее передовым является промышленный способ монтажа оборудования. Его сущность заключается в том, что оборудование устанавливается в проектное положение в максимально готовом к эксплуатации виде (полная сборка оборудования, его испытание, нанесение тепловой изоляции, футеровка, установка запорной арматуры и монтаж обвязочного трубопровода) [2]. В данной статье речь пойдет о монтаже готового технологического оборудования, не требующего дополнительной сборки на строительной площадке. Также в данной статье ключевое внимание обращается на современные методы и оснастку для монтажа оборудования. Намеренно не акцентируется внимание на таких методах монтажа, как с использованием матч, методом скольжения и поворота в виду проблематичности их реализации и активном использовании специализированными организациями самоходных кранов и других такелажных приспособлений и методов монтажа.

В абсолютном большинстве случаев при монтаже технологического оборудования используется специальная грузоподъемная техника, которая требует заблаговременного проведения специаль-

ных подготовительных мероприятий на строительной площадке: заранее проверяется качество дорог и подъездных путей, несущая способность грунтов, при необходимости проводятся мероприятия по их усилению [3].

Выбор технологии монтажа технологического оборудования зависит от ряда факторов, среди которых тип оборудования и его назначение, вес и габариты. Также немаловажную роль играют и условия монтажа: они будут существенно различаться не только в новом строительстве и на территории действующего предприятия, но также и по типу последнего. Например, при монтаже оборудования на территории действующего химического предприятия нужно принимать во внимание большое количество трубопроводов и другого оборудования вокруг площадки строительства, что может затруднить доставку до площадки строительства как самого оборудования, так и специальной техники для его монтажа.

Стоит отметить, что технологическое назначение оборудования не полностью характеризует его особенности с точки зрения монтажа: нередко основные монтажные приемы, применяемые к аппаратам различного технологического назначения, идентичны, в то время как для других аппаратов одинакового технологического назначения они могут быть совершенно различными. Поэтому при выборе технологии монтажа целесообразно руководствоваться классификацией оборудования по монтажным признакам, а именно: пространственным положением оборудования, массовыми и габаритными характеристикам оборудования, его расположения на территории технологической установки и его конструктивными и технологическими особенностями [4].

Одним из ключевых параметров при выборе метода монтажа аппарата является его **масса**: с ее увеличением при прочих равных условиях возрастает трудоёмкость монтажа [4]. При весе оборудования в несколько десятков тонн можно обойтись одним самоходных стреловым краном. Для более тяжелого оборудования используются связка из двух кранов или крана и порталной системы. В частности, для одного из наиболее тяжелых видов оборудования, абсорбционных колонн, для установки аппаратов в проектное положение может использоваться мощный гусеничный

кран с большой грузоподъемностью, например, Liebherr LR 1750, в паре с краном с более низкими характеристиками, например, Liebherr LTM 1360-6.1. Также возможно использование порталных систем или одновременного использования порталной системы и крана (в данном случае порталная система заменяет кран с более высокой грузоподъемностью). Кроме того, производя расчеты именно по массе груза (в рассматриваемом случае оборудования) подбираются стальные канаты для строповки [5].

Габаритные характеристики оборудования (длина, ширина, высота и диаметр) в совокупности с массой оборудования оказывают влияние на подбор метода монтажа и выбор специализированной техники: в данном случае нужно принимать во внимание габариты и положение рассматриваемого подъемного оборудования с учетом уменьшения грузоподъемности крана при увеличении необходимой высоты подъема и вылета стрелы. Кроме того, оборудование может быть как габаритным, так и негабаритным с точки зрения его логистики. В случае негабаритного оборудования может потребоваться его немедленная установка в проектное положение сразу же после доставки на строительную площадку из-за сложностей с его хранением и дополнительными издержками, связанными с повторным вызовом грузоподъемной техники и строповкой оборудования. Кроме того, в случае негабаритного вертикального оборудования при разработке схемы монтажа нужно принимать во внимание траекторию поворота и движения грузоподъемной техники с исходного положения оборудования до проектного с учетом всех требований безопасности и охраны труда.

В зависимости от **положения в пространстве** оборудование делится на горизонтальное, вертикальное, наклонное и пространственное. Именно положение в пространстве преимущественно определяет общий принцип строповки оборудования. Также объемно-планировочные и конструктивные решения здания, расположение в плане и по высоте здания монтируемых элементов принимаются во внимание при подборе крана [5]. К горизонтальному оборудованию чаще всего относятся различные емкости, отстойники, насосы, компрессоры и т. д. в отношении данного оборудования большое значение имеет его диаметр. Чем больше

диаметр, тем более тщательной подготовки требует процесс монтажа. Напряжения, возникающие в подъемном устройстве и оборудовании, должно быть оценено на предмет воздействия на весь процесс подъема. Строповка оборудования производится за подъемные устройства, которые чаще всего предусмотрены на оборудовании производителем, информация о схеме строповки содержится в транспортных чертежах на каждую единицу отдельно. Подъемные устройства, такие как стропы, скобы и т. д., можно разделить на 2 основные категории: сварные и болтовые. К сварным относятся боковые проушины, монтажные штуперы юбки (для аппаратов колонного типа) и цапфы. Болтовые устройства присматриваются на оборудовании, на котором сварка по корпусу нежелательна. В этом случае на оборудовании располагаются проушины на верхних и нижних фланцах, или предусмотрена нижняя подъемная рама (на юбке). Последний тип подъемных устройств может вызвать дополнительные сложности при проведении операции подъема, особенно для оборудования с толстыми стенками, так как может появиться необходимость в дополнительном усилении данных элементов таким образом, чтобы они могли вынести комбинированные нагрузки, которую возникнут в процессе монтажа [6].

Установка данного оборудования производится преимущественно при помощи стреловых или тракторных кранов (в зависимости от веса оборудования). Строповка в данном случае производится за монтажные петли на 4-х ветвевые или кольцевые стропы под углом не более 90° . При подъеме груза располагать ветви стропа под углом менее 30° к горизонту не рекомендуется, т. к. в этом случае в стропе возникают значительные усилия. При несимметричном расположении центра тяжести груза используют самоустанавливающийся строп. Варианты строповки горизонтального оборудования представлены на рис. 1.

Строповка производится в местах, указанных в рабочих чертежах. У некоторых видов горизонтального оборудования, например, компрессоры, имеют плиту основания, на которой имеются необходимые монтажные петли. Подъем и подача оборудования производится к месту установки в положении, близком к проектному. Запрещается подъем оборудования, не имеющего монтажных петель,

отверстий или маркировки и меток, обеспечивающих их правильную строповку и монтаж. Для уменьшения усилия в ветвях, а также горизонтальных усилий, сжимающих конструкцию, при подъеме аппаратов большой длины применяют траверсы. Вертикальное оборудование (колонны, реакторы) устанавливаются при помощи связки 2-х кранов, порталных систем или гидравлических подъемников. Стropовка производится за нижнюю и верхнюю часть аппарата для вывода оборудования в вертикальное положение, дальнейший монтаж и перемещение производится при помощи строповки за верхнюю часть аппарата. Варианты строповки оборудования колонного типа представлены на рис. 2.

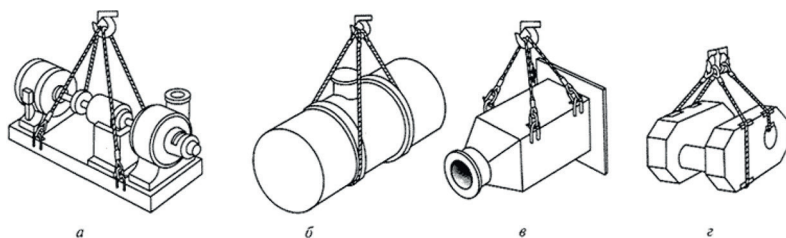


Рис. 1. Варианты строповки горизонтального оборудования

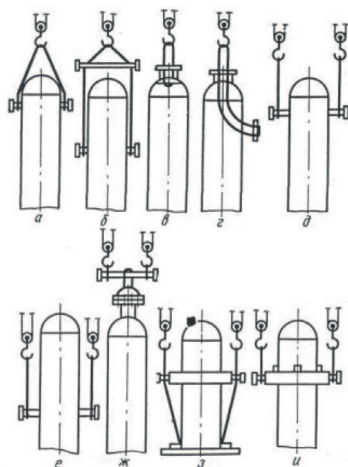


Рис. 2. Варианты строповки оборудования колонного типа

Вертикальное оборудование целесообразно стропить за штуцеры, приваренные сверху. Если высота подъема крюков крана недостаточна, применяют нормальные или удлиненные штуцера, приваренные к средней части аппарата. Если монтажные штуцера не выдерживают нагрузки от собственного веса аппарата, применяют схему строповки с выступающими концами трубы или балки для крепления за нее крюков. В этом случае толстостенную трубу или балку пропускают сквозь корпус аппарата, используя технологические штуцера. Если высота подъема крюков крана достаточна для строповки за центральный штуцер с применением балансирной траверсы, то траверсу навешивают канатом за строповочный узел, надеваемый на центральный штуцер [2]. Для окончательного монтажа вертикального оборудования затем высота подъема крюка крана уменьшается, и груз опускается в монтажное положение с предварительной выверкой в вертикальной и горизонтальной плоскостях. После выверки оборудование фиксируется фундаментными болтами. Ранее также активно практиковалась заливка бетонной смесью зазоров между фундаментом и опорной поверхностью аппарата, однако в последнее время чаще производят безвыверочный монтаж аппаратов колонного типа, при котором в фундаменте под оборудование изначально размещают опорные пластины, на которые в дальнейшем устанавливают аппарат с обработанной опорной плоскостью [2]. Наклонное оборудование (цилиндрические печи и т. д.) устанавливается с применением самоходных стреловых и башенных кранов и порталных систем. Также для монтажа наклонного оборудования в качестве вспомогательных механизмов для оттяжки грузов при подъеме и для натяжения расчалок (вант) могут быть использованы ручные лебедки [4].

По расположению оборудования на территории технологической установки его можно разделить на три группы: устанавливаемое на уровне земли или на невысоких фундаментах вне помещений, монтируемое на высоких фундаментах, постаментах или металлоконструкциях вне помещений; устанавливаемое под перекрытиями зданий или под постаментами [4]. В силу хорошей доступности места проектного положения оборудования первой группы его монтаж наиболее простой, исполнитель более свободен

в выборе грузоподъемных средств. Оборудование второй группы более сложно для монтажа, в данном случае используются преимущественно самоходные краны, мачты и порталные системы.

При монтаже технологического оборудования на фундаменте отдельно стоит помнить о таком аспекте, как выставлении оборудования на крепления в фундаменте, чаще всего это анкерные болты. Для фиксации оборудования используются конструктивные болты, которые служат для предотвращения его случайных смещений, и расчетные болты, которые воспринимают нагрузки, которые возникают при работе технологического оборудования. Также обязательно проводится выверка положения оборудования регулировочными винтами [2]. Использование правильных методов обеспечивает жесткое и долговечное соединение деталей.

При креплении оборудования к бетонному фундаменту *J*-образные болты фиксируются в бетоне по мере его заливки. Подбирать болты в данном случае нужно особенно тщательно. Для оборудования, устанавливаемого на верхних этажах внутри здания выбор и конфигурация анкерных болтов имеет особое значение, так в данном случае анкерные болты должны выполнять две важные функции: они должны фиксировать оборудование на месте и предотвращать его изгибы и наклоны, а также они должны изолировать само оборудование от фундамента, чтобы предотвратить передачу генерируемой энергии (вибраций) в фундамент [7]. Нередко такое сложное оборудование, как компрессорные агрегаты, требует дополнительного оборудования для монтажа, среди которого подъемники, гидравлические насосы для опрессовки муфт, и сверла по бетону и так далее. В комплектности поставки такого оборудования нужно убедиться заранее, а также свериться с итоговыми ревизиями конструкторской документации на оборудование в части соответствия фундамента плите основания в части предусмотренных креплений.

Монтаж оборудования третьей группы самый сложный, так как работы выполняются в стесненных условиях, нередко имеется необходимость использования нескольких грузовых устройств и перемещения монтируемого оборудования на высоту или горизонтально под перекрытия и иные строительные конструкции.

При монтаже оборудования внутри здания при закрытом контуре и смонтированных перекрытиях использование самоходных кранов фактически невозможно. В данном случае активно используются порталные системы, которые могут работать в достаточно стесненных условиях. Однако в данном случае нужно учитывать, что данные системы способны переносить оборудование по ходу движения оси собственно движения, и в случае необходимости изменения траектории движения оборудования для установки в проектное положение потребуются дополнительные грузоподъемные средства.

Отдельно стоит отметить оборудование, которое подлежит установке на технологических этажерках. В данном случае монтаж будет наиболее сложным, так как предполагает проведение монтажных операций, переходящих одна в другую, а именно подъем оборудования и приведение его в нужное пространственное положение с последующим размещением на одном из этажей строения между перекрытиями. В данном случае для подъема и подачи оборудования на необходимую высоту используется самоходный кран, стропы и пеньковые канаты. При подаче оборудования непосредственно в проемы перекрытий и покрытий необходимо опускать груз и поднимать крюк со стропами на минимальной скорости, не допуская их раскачивания. Расстояние между краем проема и грузом должно обеспечивать свободное перемещение груза через проем и должно быть не менее 0,5 м. При подъеме стропа через проем крюки стропов должны быть навешены на разъемное звено, а строп должен направляться снизу с помощью пенькового каната; пеньковый канат отцепляется от стропа после того, как строп будет выведен из проема. В случае такого сложного и многоэтапного монтажа особое внимание уделяется технике безопасности, а скорость ведения монтажных работ минимальна.

Кроме того, существуют климатические ограничения на выполнение данных работ, например, по скорости ветра (в случае выполнения работ снаружи). Перемещение оборудования по горизонтали может проводиться и за счет использования метода скольжения. При использовании данного метода допустимо отклонение полиспаста от вертикали не более 3° , поэтому обязательным является

подтаскивание опоры лебедкой. Для крупных аппаратов используются специальные сани или тележки, которые перемещаются по рельсовым путям. Для предотвращения скатывания аппарата с тележки с двух сторон на нее укладывают шпалы. Монтажные сани применяются при весе аппаратов до 100 кН. Сани и тележки перемещаются лебедками с полиспастами или тракторами [2].

В случае использования для монтажа технологического оборудования в здании кранов, нужно принимать во внимание условия эксплуатации кранов и синхронизировать монтаж с другими строительными-монтажными работами. В частности, автомобильные краны работают в здании после настила полов, в то время как гусеничные – до. Оба вида кранов имеют в комплектации специальные укороченные стрелы для работы в стесненных условиях [8]. Если в здании предусмотрен мостовой кран, то он в дальнейшем будет являться неотъемлемым оборудованием цеха и монтируется в первую очередь.

Кроме того, в ходе разработки технологии монтажа каждой отдельной единицы технологического оборудования нужно принимать во внимание имеющиеся конструктивные и технологические особенности: например, наличие днища сферической формы, плоских стенок, отдельных сильно выступающих элементов со сложной или отличной геометрией, которые существенно влияют на изменение центра тяжести и в определенных условиях могут мешать монтажу оборудования в проектное положение и потребовать выполнения дополнительных работ, например, демонтажа отдельных металлоконструкций.

Как мы видим, при подборе метода монтажа необходимо учитывать множество параметров, которые относятся как к самому оборудованию (его габариты), так и его физическому положению в пространстве и установке. Эти параметры определяют не только набор грузоподъемных механизмов, которые могут быть использованы для монтажа, но и принципы строповки. Поиск грамотного технологического решения с применением современной оснастки, техники и новейших принципов такелажа и последующего монтажа технологического оборудования нередко носит творческий характер, но в любом случае должен опираться на имеющи-

еся параметры и исходить из принципа безопасности, оптимальности и экономичности.

Литература

1. Соколов Г. К. Технология строительного производства: учеб. пособие для студ. высш. учеб. Заведений. 2008 г. URL: <http://www.amac.md/Biblioteca/data/29/02/02/12/11.2.pdf> (дата обращения 06.01.2021);
2. Семакина О. К. Монтаж, эксплуатация и ремонт оборудования отрасли. Пособие. 2007 г. URL: https://portal.tpu.ru/SHARED/z/ZGR/study/Tab7/Posob_semakina.pdf (дата обращения 03.01.2021).
3. Florez de la Colina F., Cervera M. Handling heavier loads in construction // Procedia Engineering 2016. 161 (1127 – 1134). URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705816327321> (дата обращения 30.12.2020).
4. Рябчук Г. В. Технология монтажа оборудования химических предприятий и заводов строительных материалов / Рябчук Г. В. и др. // Учебное пособие. Волгоград, Волгоград. гос. техн. ун-т, 1995, 116 с.
5. Юнусов Г. С. и др. «Монтаж, эксплуатация и ремонт технологического оборудования. Курсовое проектирование; Учебное пособие. Йошкар-Ола, Мар. Гос. Ун-т, 2008, 211с.
6. Antalfy L. P. Consideration for the Erection of Heavy Wall and Large Diameter Pressure Vessels / Antalfy L. P., Miller III G. A., Kirkpatrick K. D., Rajguru A., Zhu Y. Design // Procedia Engineering. 2015. 130 (17–31) (дата обращения 29.12.2020).
7. Golla M. Compressor foundation assessment and repairs key to reducing vibrations // CompressorTECH². December 2019. URL: <https://structuraltechnologies.com/wp-content/uploads/2019/12/CT2-Foundations-Tech-Corner-December-2019.pdf> (дата обращения: 02.01.2021).
8. Белецкий Б. Ф., Булгакова И. Г. Строительные машины и оборудование / Белецкий Б. Ф., Булгакова И. Г. // Ростов н/Д, Феникс, 2005, 608 с.

УДК 69.059.7

Наталья Викторовна Черненко,
студент
Василя Касимовна Нефедова,
канд. техн. наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: besik78@mail.ru,
vkn7@mail.ru

Chernenko Natalia Viktorovna,
student,
Vasilya Kasimovna Nefedova
PhD of Tech. Sci., Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of architecture and civil engineering)
E-mail: besik78@mail.ru,
vkn7@mail.ru

ОБЗОР МЕТОДИКИ РАСЧЕТА КОМПЛЕКСНЫХ ПОТОКОВ

OVERVIEW OF THE METHODOLOGY FOR CALCULATING COMPLEX FLOWS

Статья посвящена рассмотрению вопроса методов оптимизации календарного планирования. На общую продолжительность строительно-монтажного производства в значительной мере влияют ряд потоков, а именно: движение задействуемого строительно-монтажного персонала; поставка строительных изделий, материалов и полуфабрикатов; движение задействуемых специально-строительных машин, механизмов, приспособлений и полуфабрикатов; финансирование строительно-монтажного производства. В статье проводится анализ этих потоков, а так же для оптимизации календарного планирования используются современные технические возможности по анализу и матричному расчету организационно-технологических строительных потоков.

Ключевые слова: календарное планирование, комплексные потоки, метод критического пути, метод непрерывного использования ресурсов, метод непрерывного освоения фронтов работ.

The article is devoted to the consideration of the issue of methods for optimizing calendar planning. The total length of the construction and Assembly production was greatly influenced by a number of streams, namely: sagastume movement of construction personnel; supply of construction products, materials and semi-finished products; specifically involved the movement of construction vehicles, machinery, fixtures and semi-finished products; financing of construction and Assembly production. The article analyzes these flows, as well as modern technical capabilities for the analysis and matrix calculation of organizational and technological construction flows are used to optimize calendar planning.

Keywords: calendar planning, complex flows, critical path method, method of continuous use of resources, method of continuous development of work fronts.

На основании анализа исследования авторов [1–6] установлено, что на общую продолжительность строительного производства в значительной мере влияют следующие операционно-технологические потоки:

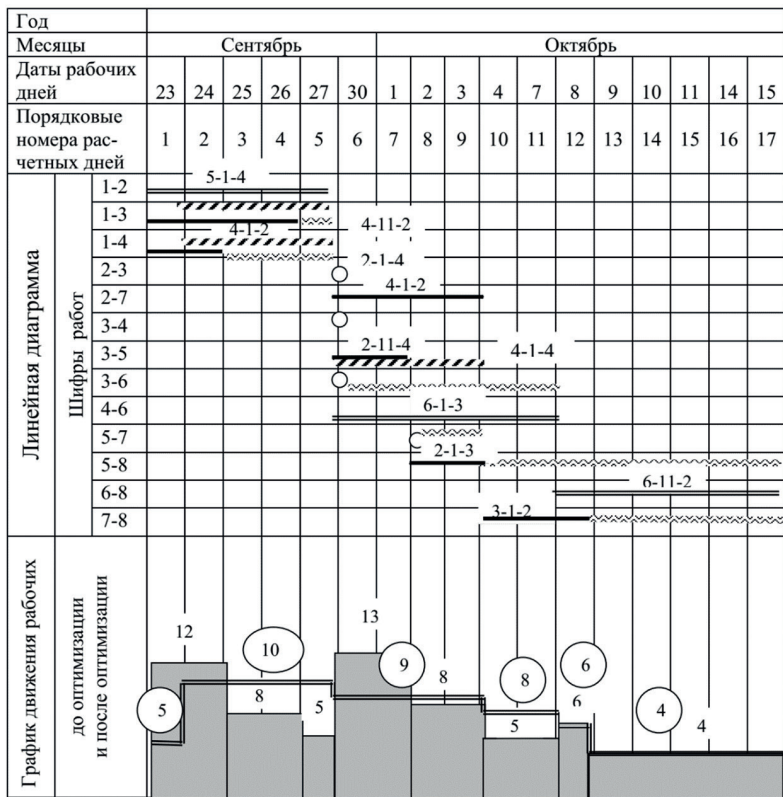
- движение задействованного строительного персонала;
- поставка строительных изделий, материалов и полуфабрикатов;
- движение задействованных специально-строительных машин, механизмов, приспособлений и инструмента.

Существует также 4-й поток – финансирование строительного производства, который в большей степени влияет на темп и фактическую продолжительность выполнения работ, однако даже при бесперебойном финансовом потоке обеспечить оптимальные характеристики описанных выше операционно-технологических потоков не представляется возможным, вследствие чего существует ряд методов по их оптимизации и повышению эффективности календарного планирования и контроля процесса строительства.

Оптимизация движения задействованного строительного персонала, эффективность привлечения которого оценивается по коэффициенту неравномерности движения:

$$K_{ННР} = \frac{K_{\max}}{K_{cp}} \rightarrow |1,5 \div 2,0|$$

Получение оптимальных значений $K_{ННР}$ достигается путём увеличения/сокращения продолжительности отдельных строительных процессов за счёт резервов времени с одновременным уменьшением/увеличением привлекаемого строительного персонала. Пример оптимизации операционно-технологического потока движения задействованного строительного персонала представлен на рис. 1 [1–6].



Условные обозначения:

- продолжительность работ критического пути
- продолжительность некритических работ
- свободный резерв времени
- новое положение работ (после оптимизации)

Условные обозначения:

- граница графика трудовых ресурсов после оптимизации
- граница графика трудовых ресурсов до оптимизации
- количество рабочих после оптимизации

Рис. 1 Пример оптимизации операционно-технологического потока движения задействуемого строительно-монтажного персонала

Оптимизация операционно-технологического потока поставки строительных изделий, материалов и полуфабрикатов формируется при балансировании основных технологических параметров: ёмкости и наполняемости приобъектных складов и времени расхода запаса (рис. 2).

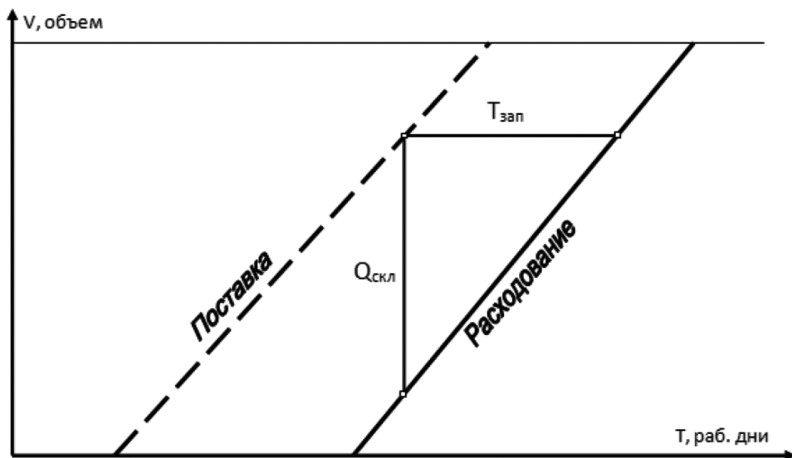


Рис. 2. Технологический процесс балансирования основных технологических параметров: ёмкости и наполняемости приобъектных складов и времени расхода запаса

При равномерном расходе строительных материалов и изделий оптимизация операционно-технологического потока не требуется (рис. 3) [1–6].

На деле имеет место неравномерное потребление строительных материалов и изделий, что может привести к технологическим паузам в строительном-монтажном производстве, вследствие чего суть оптимизации обозначенного операционно-технологического потока определяется определением сбалансированного потока поставок строительных материалов и изделий, объем которых коррелируется с показателем объема и наполняемости приобъектных складов и складских площадок (рис. 4) [1–6].

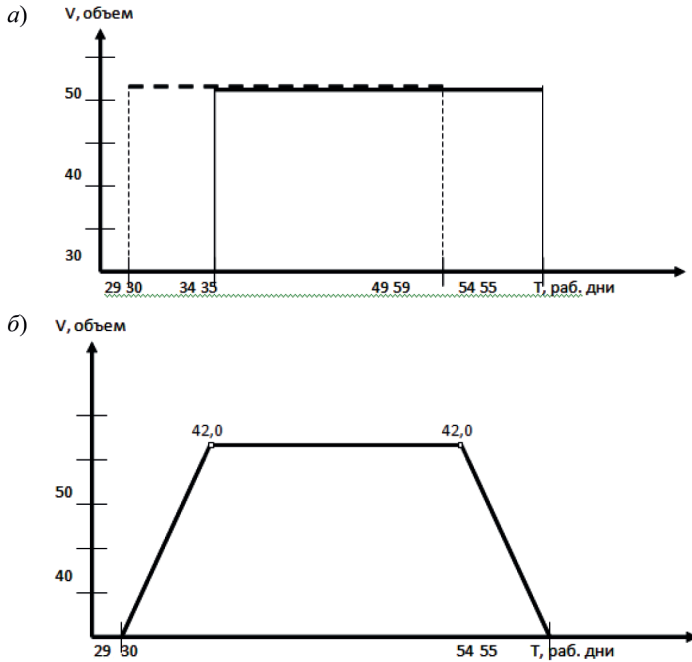


Рис. 3. Равномерный график расхода строительных материалов и изделий (дифференциальный): *a* – расход; *б* – поставка

Оптимизация операционно-технологического потока движения задействуемых специально-строительных машин, механизмов, приспособлений и инструмента является задачей с многокомпонентной системой переменных, в которой нужно учитывать такие производственные параметры как производительность, ресурс, сменность, количество оборудования, машин и механизмов. Вследствие чего применяются организационно-технологические решения по оптимизации календарного проектирования:

- исходя из требуемого объема строительного-монтажного производства, назначается оптимальное количество строительных машин и механизмов с оптимальными параметрами производительности и ресурса;

- логические группируются строительные процессы по признаку привлекаемой строительной техники и инструмента с целью избежания работы в неэкономических (недогруженных) режимах, технологических простоев, прочего (нулевой цикл, основной цикл, отделочный цикл, цикл устройства инженерных коммуникаций и сооружения на них);

- определяются оперативно-технологические связи строительно-монтажных процессов, при которых существует возможность параллельно-поточного применения одних и тех же строительных машин и механизмов.

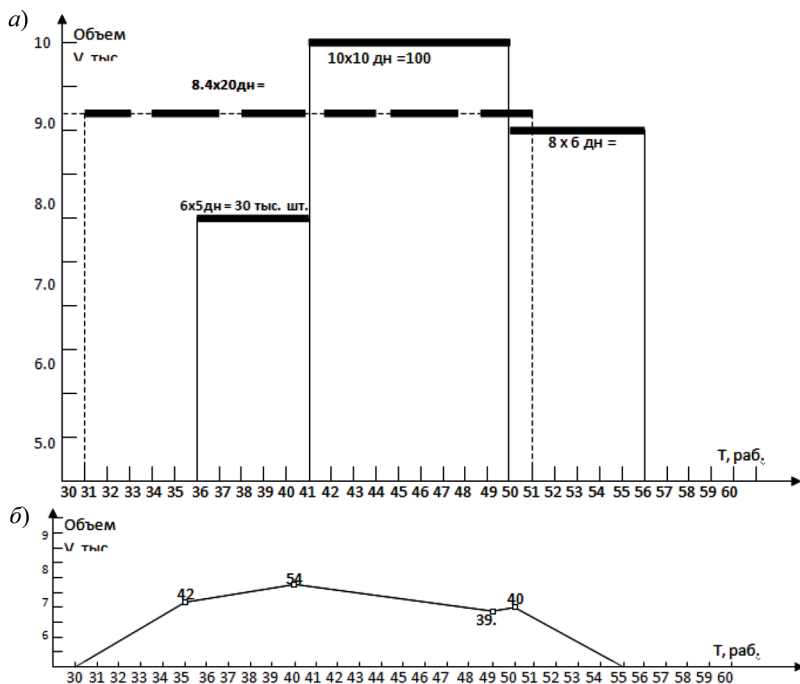


Рис. 4. Оптимизация операционно-технологического потока поставки строительных материалов, изделий и полуфабрикатов за счёт сбалансированной поставки при неравномерном потреблении (интегральный): а – расход; б – поставка

Аналогичные способы оптимизация применяются и при выполнении календарного планирования методом сетевого моделирования (рис. 5) и методом циклограмм (рис. 6.1 и рис. 6.2) [1–6].

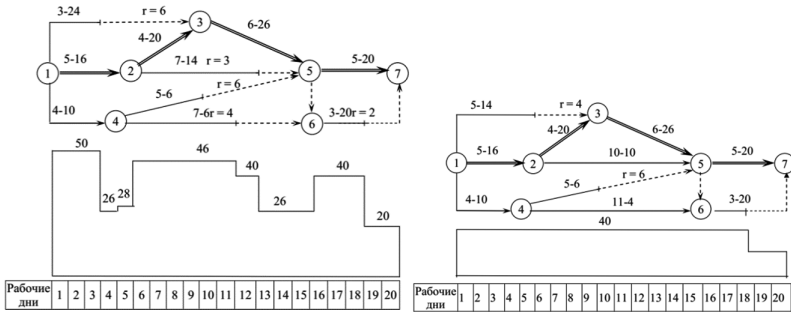


Рис. 5. Оптимизация операционно-технологического потока движения строительно-монтажного персонала при сетевом моделировании календарного проектирования (справа – оптимизированный вариант)



Рис. 6.1. Оптимизация операционно-технологического потока движения строительно-монтажного персонала при циклограммном календарном проектировании

Также для оптимизации календарного планирования используются современные технические возможности по анализу и матричному расчёту операционно-технологических строительных потоков, которые выражаются в следующих метода [1–6]:

- метод критического пути (МКП);
- метод непрерывного использования ресурсов (МНИР);
- метод непрерывного освоения фронтов работ (МНОФ).



Рис. 6.2. Оптимизация операционно-технологического потока движения строительного персонала при циклограммном календарном проектировании – оптимизированный вариант

МКП предусматривает выявление наиболее важных технологических процессов, выполнение которых оказывает наибольшее влияние на продолжительность строительного производства (рис. 7).

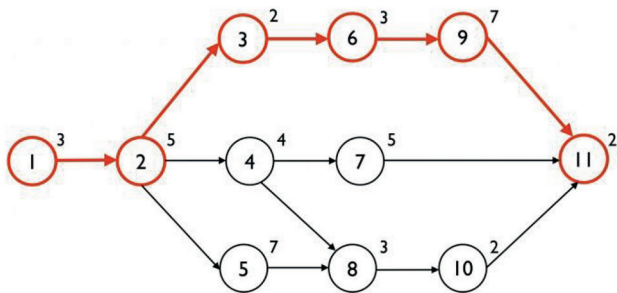
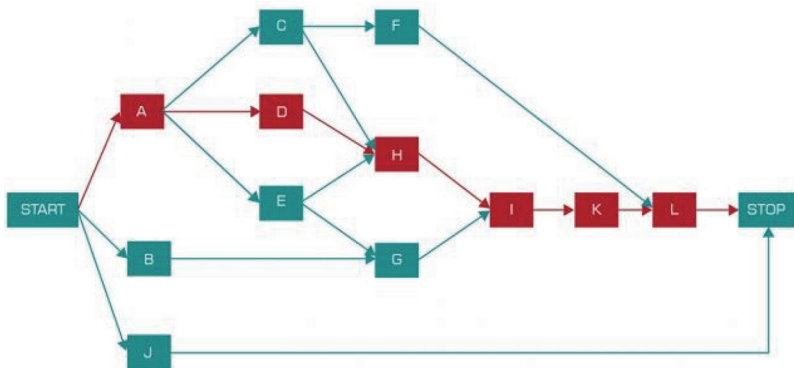


Рис. 7. Принципиальная схема определения критического пути при календарном планировании технологических процессов

Поток с критическими работами формируется и рассчитывается с учетом ресурсных и фронтальных связей. Продолжительность этого потока определяется суммой продолжительностей критических работ, составляющих критический путь (рис. 8) [1–6]:

$$T = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m t_{ij}^{kp}.$$

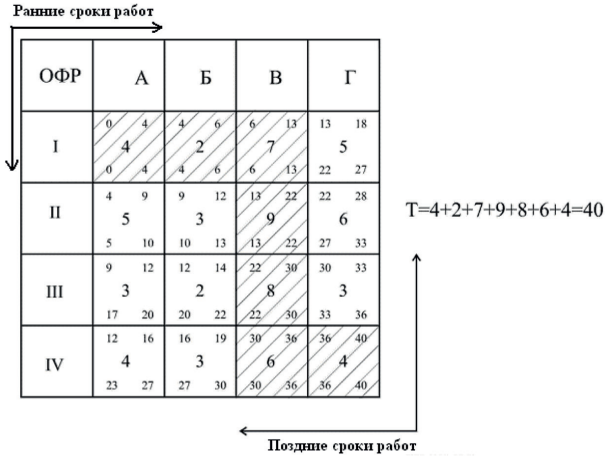


Рис. 8. Пример матричного календарного планирования по технологии МКП

Метод непрерывного использования ресурсов (МНИР) обеспечивает беспрерывное производство близких строительно-технологических процессов.

Определение периода развертывания последующего вида работ относительно предыдущего (величину сдвига) для каждого фронта работ производится с целью исключения набегания последующего вида работ на предыдущий. В качестве расчетного значения периода развертывания j -го вида работ (T_j^p) принимается максимальное значение периода развертывания данного вида работ применительно к i -му фронту (T_{ij}^p):

$$T_j^p = \max T_{ij}^p,$$

$$T_{ij}^p = \sum_{q=1}^i t_{q(j-1)} - \sum_{q=1}^{i-1} t_{qj},$$

где $t_{q(j-1)}$ – продолжительность работ предшествующего вида ($j-1$) на q -ом частном фронте; t_{qj} – продолжительность выполнения рассматриваемого вида работ (j) на q -ом частном фронте.

Продолжительность потока (T) определяется как сумма периодов развертывания видов работ (T_j^p) и продолжительности работ последнего вида (t_{im}) (рис. 9) [1–6]:

$$T = \sum_{j=2}^m T_j^p + \sum_{i=1}^n t_{im}.$$

ОФР	А	Б	В	Г	T_i	Календарное время												
						5	10	15	20	25	30	35	40					
I	0 4 4	9 11 2	11 18 7	27 32 5	32	0	4	9	11	18	27	32						
II	4 9 5	11 14 3	18 27 9	32 38 6	34			9	11	14	18	27	32	38				
III	9 12 3	14 16 2	27 35 8	38 41 3	32				12	16	27	32	35	41				
IV	12 16 4	16 19 3	35 41 6	41 45 4	33					16	19	35	41	45				
T_j^p	0	9	2	16	Потребности в трудовых и материально-технических ресурсах													
T_j	16	10	30	18														
$T=(9+2+16)+(5+6+3+4)=45$																		

Рис. 9. Пример матричного календарного планирования по технологии МНИР

Метод непрерывного освоения фронтов работ (МНОФ) отличается от предыдущего метода (МНИР) обеспечением нулевого растяжения не ресурсных, а фронтальных связей.

Продолжительность потока с непрерывным освоением фронтов равна сумме периодов, развертывания второго и последующих фронтальных комплексов работ и продолжительности работ последнего фронтального комплекса [1–6] (рис. 10):

$$T = \sum_{i=2}^n T_i^p + \sum_{j=1}^m t_{nj}.$$

Таким образом, существуют математические модели оптимизации календарного планирования, использование которых повышает эффективность технологических параметров строительно-монтажного производства.

Обозначенные выше методы оптимизации календарного планирования строительно-монтажного производства на практике применимы при возведении одного строительного объекта, при необходимости массового строительства типовых объектов используется технология комплексных потоков [1–6].

Комплексный поток – сложноустроенная организационно-технологическая связанность объектных потоков, которые разрабатывают для строительно-монтажного производства комплекса объектов: промышленных зданий одного предприятия, типовых домов массовой застройки жилых массивов (микрорайонов), прочее.



Рис. 10. Пример матричного календарного планирования по технологии МНОФ

Расчёт комплексных потоков аналогичен расчёту объектного потока (рис. 11) [1–6].



Условные обозначения:

- — кирпичная кладка
- — заполнение оконных проёмов
- — монтаж покрытия

Рис. 11. Циклограмма комплексного потока

где $T_{разв.} = T_1$ – период развёртывания объектного потока; $T_{уст.}$ – установившийся объектный поток; $T_{св.}$ – период свёртывания объектного потока; T_0 – продолжительность комплексного потока; N – количество типовых объектов, которые возводятся в комплексном потоке; b – количество звеньев; a – число строительных процессов в потоке; t – шаг потока; K – ритм работы звена на фронте работ; T_2 – период выпуска готовой продукции.

Общая продолжительность комплексного потока определяет зависимость:

$$T_0 = T_1 + (N - 1) \cdot t,$$

где $T_1 = \sum_{i=1}^b K_i b_i$ – период развёртывания потока.

Также возможно сетевое календарное проектирование строительно-монтажного производства комплекса типовых объектов, которое аналогично обозначенному проектированию для объектного потока (рис. 12) [1–6].

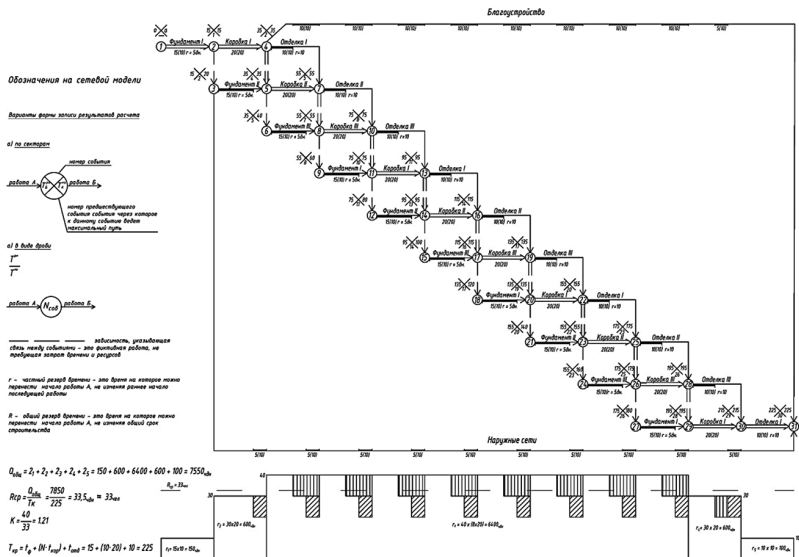


Рис. 12. Пример комплексного потока строительно-монтажного производства комплекса типовых строительного потока

Литература

1. Кунц А. Л. Основы организации, управления и планирования в строительстве [Текст] : Курс лекций. Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2015. 286 с.
2. Шлапакова, Н. А. Организация производства на предприятиях отрасли (строительство) [Текст] : Учеб. пособие. / Шлапакова Н. А., Чудайкина Т. Н. Под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Ю.П. Скачкова. Пенза: ПГУАС, 2014. 164 с.
3. Чаккиев И. М. Оптимизация трудовых ресурсов при обосновании директивных сроков строительства уникальных объектов [Текст] : Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. 05.23.08 – Технология и организация производства / И. М. Чаккиев. Санкт-Петербург: СПбГАСУ, 2015. 170 с.
4. Зекин В. Н. Основы организации, управления и планирования в строительстве [Текст]: Методические указания по выполнению практических работ / Зекин В. Н., Печенцов И. М., Пак А. Г. Пермь: ПрокростЪ, 2019. 32 с.
5. Боброва Т. В. Организационно-технологические решения при управлении проектами в строительстве [Текст]: Учебно-методическое пособие. Примеры / Т. В. Боброва. Омск: СибАДИ, 2018. 84 с.
6. Организация и управление в строительстве [Текст]: Учебное пособие для вузов / Хавин Д. В. [и др.]. Н.Новгород: ННГАСУ, 2017. 141 с.

УДК 69.059.3

Мария Васильевна Шевченко,
студент
Василя Касимовна Нефедова,
канд. техн. наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: masha2154@mail.ru

Maria Vasilevna Shevchenko,
student
Vasiyla Kasimovna Nefedova
PhD of Tech. Sci., Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: masha2154@mail.ru

АНАЛИЗ РЕКОНСТРУКЦИИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ 1960–1970-Х ГГ. В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

ANALYSIS OF RECONSTRUCTION OF 1960–1970S' RESIDENTIAL BUILDINGS IN SAINT PETERSBURG

В данной статье поднимается вопрос основных проблем, возникающих при реконструкции и модернизации жилищного фонда. Какие методы чаще всего используют при реконструкции жилых зданий. Какие будут более эффективны. Рассматриваются основные задачи реконструкции зданий. А также важность экономической эффективности и целесообразности проводимых работ.

Ключевые слова: проблемы реконструкции, методы реконструкции, реконструкция жилого фонда, жилые здания, городской жилищный фонд, восстановление, реконструкция, модернизация, эксплуатация, потребность в модернизации, комплексный подход, особенности конструкции и технологий, архитектурные и планировочные особенности.

This article raises the question of the main problems that arise during the reconstruction and modernization of the housing stock. What methods are most often used in the reconstruction of residential buildings. Which will be more effective. The main tasks of building reconstruction are considered. As well as the importance of economic efficiency and expediency of the work carried out.

Keywords: reconstruction problems, reconstruction methods, reconstruction of housing stock, residential buildings, urban housing stock, restoration, reconstruction, modernization, operation, need for modernization, integrated approach, design and technology features, architectural and planning features.

По мере роста жилищного фонда и увеличения срока его полезного использования возрастает потребность в модернизации

и реконструкции. В Российской Федерации жилые дома общей площадью более 700 миллионов квадратных метров нуждаются как минимум в реконструкции. Среди них дореволюционные жилые дома составляли около 6 %, довоенные и послевоенные жилые дома – 27 %, более 2,5 млн кв. м. жилье строилось в ходе строительства первого поколения промышленного жилья. Рис. 1 показывает процентное соотношение жилого фонда по периодам постройки.

Основная задача реконструкции жилых зданий заключается в основном в устранении морального и физического износа здания. Это в основном жилые дома, построенные в 1960-х и 1970-х годах, на долю которых приходится более 15 % городского жилищного фонда в типичном промышленном жилом комплексе первого поколения. Высокий моральный износ, низкие эксплуатационные характеристики, низкие стандарты строительства и планировки, вследствие чего жилищный фонд требует масштабной модернизации, путем комплексной структурной перестройки и реконструкции под современное жилье [2]. Затягивание этих мер недопустимо, так как ежегодный физический износ углубляет процесс старения здания и быстро приближает его к аварийной ситуации и полному выходу из строя.

Важно будет разработать и использовать промышленные методы и технологии, улучшить внешний вид здания, усовершенствовать методы и новые технологии, повысить надежность эксплуатации здания, снизить теплопотери и энергопотребление, повысить комфортность жилья.

В соответствии с выбором методов реконструкции, она базируется на комплексном подходе, который отражает: архитектурные, архитектурно-планировочные, социальные и экологические требования [4; 8], каждый объект требует особого подхода, его архитектурно-историческая ценность не так важна из-за его технических условий.

Способ реконструкции здания будет выбираться в зависимости от года постройки, конструктивных особенностей и техники, строительных материалов, используемых для несущих конструкций, а также особенностей здания и планировки.

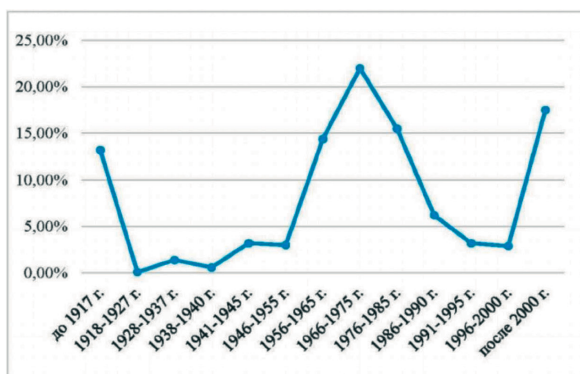


Рис. 1 Распределение жилого фонда Санкт-Петербурга

Городское жилье в Российской Федерации можно разделить на три категории: строительство по индивидуальным проектам до войны; строительство типового жилья в послевоенный период строительства; строительство типового жилья в первой и последующих крупномасштабных сериях. Каждая категория зданий состоит из определенных конструктивных и технических решений, для которых характерно решающее развитие методов и приемов реконструкции и модернизации.

На данный момент восстановлению жилищного фонда в нашей стране уделяется не должное внимание. Эта проблема несет за собой не только разрушающиеся здания, но глобальное переселение людей из таких домов, если реконструкция не будет производиться. А это требует огромных финансовых ресурсов. Получается, что перед правительством встает вопрос – вовремя реконструировать и сохранить не только жилье в достойном виде для большого количества людей, но и сохранить историческую ценность здания, а также более грамотно распределить финансовые резервы. Ведь при реконструкции важно проанализировать экономическую целесообразность проводимых работ, стоит ли в целом модернизировать здание или проще снести и построить новое.

Также стоит при реконструкции учитывать тот факт, что зачастую необходимо производить ремонт не одного здания, а микро-

района в целом. При этом не стоит нарушать целостность условий градостроительства, инженерно-технической инфраструктуры.

Во время реконструкции основной задачей является необходимость учета связующей общей стилистики районов и микрорайонов, в которых необходимо учитывать историческую значимость. Решения могут быть в виде архитектурных контуров, повышать выразительность, создавать разумные функциональные связи, восстанавливать архитектурно-художественную целостность здания.

Реконструкция жилых зданий не должна сопровождаться ухудшением солнечных и аэрационных условий, а потому должна быть направлена на улучшение микроклимата жилой застройки, повышение комфортности жизни и улучшение условий жизни населения [7].

Сложность подхода к реконструкции зданий определяется тем, что модернизация, реконструкция и снос зданий преследуют одну и ту же цель-преобразование старого жилого фонда с учетом состояния градостроительной застройки.

Жилой фонд в нашей стране сильно отличается по времени постройки чем, например, во многих Европейских странах. Так как в Великую Отечественную войну большая часть зданий и сооружений была разрушена, огромное количество зданий было перестроено или реставрировано после разрушений. Количество перечисленных зданий, построенных до революции и до войны, относительно невелико.

Опыт строительства жилья в XIX и начале XX веков показывает, что стоимость земли и расстояние до центра города оказали влияние на строительные и планировочные решения. В то время распространены многоквартирные дома, в которых проживает более 70 % населения города. Этот период характеризовался строительством зданий с высокой плотностью.

Старый фонд имеет сложную схему. И при планировке работ необходимо тщательно продумывать этапность работы, анализировать техническое состояние здания.

При планировании необходимо учитывать характеристики зданий, которые должны выполнять задачи по модернизации и реконструкции объектов государственного жилого фонда [3].

Необходимо вести строительство планировочных сооружений в соответствии с требованиями и качеством потребителей современного жилья; при изменении основных параметров конструкции здания, количества этажей, перedelке на двухэтажную квартиру, постройке чердака, увеличении объема и открытости; учитывать решения, повышающие архитектурно-исторические особенности, но с учетом общего состава здания и современных эстетических требований [1].

Радикальный характер архитектуры и планирования реконструкции жилья зависит от социально-экономической ситуации в конкретном городе или регионе и выбранного способа реконструкции.

Может быть проведена модернизация или реконструкция жилых домов, при полном выселении людей или частичном выселении [5], при этом после ремонта постепенно люди будут возвращаться в свои дома. Также существует вариант без выселения, что экономически более выгодно поскольку не придется на это тратить существенное количество финансовых ресурсов.

Отечественный и особенно зарубежный опыт показывает, что методы реставрации, строительные решения и сложные организационные мероприятия позволяют выполнять необходимые преобразования космических планировочных решений без эвакуации жителей. А это опять же желательно. Так как, чтобы снизить затраты на реконструкцию жилья и обеспечить возмещение средств там, где это возможно, нужно избегать или минимизировать выселение людей.

Правильная экономическая оценка конечного результата капитальных вложений в реконструкцию зданий и сооружений зависит от решения выбрать предпочтительный вариант.

Хотелось бы отметить, что выбор реконструкции квартиры или частичной реконструкции, а именно перепланировки, может помочь повысить эффективность пространственного планирования. Это изменение (реконструкция, интеграция шкафов, кладовых) позволяет увеличить объем и изолировать общие помещения [10]. При замене или сносе отдельных частей можно объединить соседние квартиры, что позволит сделать многокомнатные квар-

тиры из обычных квартир, тем самым модернизируя старый фонд с учетом современных требований и возможностей.

Благодаря расширению мансарды и оборудованию можно получить дополнительное пространство. Поскольку эти решения по переоснащению и модернизации [6] требуют тщательного анализа экономических, технических и эстетических проблем, необходимо разработать план и оценить экономическую выгоду этих работ до их начала.

Масштабы реконструкции возрастут в результате нехватки земли, повышения спроса на жилье и других аспектов.

Следующий шаг в процессе реконструкции:

- создать новый способ анализа состояния структуры;
- использовать персональный компьютер в структуре счета, использовать САПР для проектирования;
- использование новых материалов;
- внедрение существующих проектных решений;
- создание наилучшего метода укрепления и регенерации конструкций;
- создание и внедрение технологий будущего;
- установить эффективные формы экономического стимулирования [9].

Положительным конечным результатом можно считать правильное распределение финансов, направленных в капиталовложение реконструкций зданий и сооружений, в дальнейшем учитывая и анализируя архитектурные особенности; имеет ли такое вложение эффективность; какова вероятность повышения эффективности зданий и эффективности работы; экономический эффект увеличения прибыли; финансовые сборы и сроки окупаемости данного вида работы.

Порой без реконструкции не возможно обойтись и она является вынужденной мерой.

Исходя из вышесказанного хотелось бы отметить что прежде чем приступить к работам по реконструкции и модернизации необходимо тщательно взвесить положительные и отрицательные стороны процесса. Поскольку капиталовложения требуются достаточно большие. Необходимо рассчитать экономическую

целесообразность проводимых работ, их эффективность, стоит ли в принципе модернизировать здание.

Необходимо проанализировать техническое состояние здания, а порой и целого микрорайона, каков масштаб работы. Также при работе с исторически и архитектурно значимыми зданиями необходимо учитывать целостность всего убранства такого микрорайона.

Литература

1. Абрамян С. Г. Технология и организация реконструкции и капитального ремонта жилых и общественных зданий: учеб. пособие / С. Г. Абрамян, Т. Ф. Чердниченко, Ю. Н. Николаев, ВолгГАСУ, Волгоград, 2009. 105 с.
2. Байрамуков С. Х. Комплексный подход к проблеме модернизации жилищного фонда / С. Х. Байрамуков, З. Н. Долаева // Инженерный вестник Дона. 2013. № 4.
3. Иванов Ю. В. Реконструкция зданий и сооружений: усиление, восстановление, ремонт / Учебное пособие. М.: Издательство АСВ, 2013. 312 с.
4. Матвеев Е. П. Реконструкция жилых зданий с надстройкой этажей из объемных блоков // [текст] Жилищное строительство. 2019. № 8.
5. Мищенко В. Я. Организация содержания и обновления объектов жилищного комплекса: теория и практика. Монография / Мищенко В. Я. Воронеж: ВГАСУ, 2013. 310 с.
6. Долаева, З. Н. О некоторых проблемах реконструкции жилых зданий / Долаева З. Н., Казиева А. Р. Текст: непосредственный // Молодой ученый. 2016. № 27 (131). С. 70. URL: <https://moluch.ru/archive/131/36411/> (дата обращения: 02.01.2021).
7. Заренков В. А. Современные конструктивные решения, технологии и методы управления в строительстве / Заренков В. А., Панибратов А. Ю. СПбГАСУ. М.; СПб.: Стройиздат СПб., 2000. 335 с.
8. Реконструкция жилых зданий, Часть I. Технологии восстановления эксплуатационной надежности жилых зданий, Москва, 2008.
9. Шагин А. Л. Реконструкция зданий и сооружений. 1991.
10. Шрейбер А. К. Организация и планирование строительного производства: учебник для вузов / Шрейбер А. К. М.: Высшая школа, 1985. 368 с.

УДК 69.003

Алексей Юрьевич Юргайтис,
старший преподаватель
(Московский государственный
строительный университет)
Научный сотрудник
(ООО «Научно-исследовательский
институт проектирования, технологии
и экспертизы строительства»)
E-mail: aljurgaitis@gmail.com

Alexey Yurievich Yurgaitis,
senior lecturer
(Moscow State University
of Civil Engineering)
Researcher
(LLC «Research Institute
of Design, Technology
and Construction Expertise»)
E-mail: aljurgaitis@gmail.com

АУДИТ ПРОЕКТНО-СМЕТНОЙ И ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В ХОДЕ РЕАЛИЗАЦИИ СУДЕБНОЙ СТРОИТЕЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

AUDIT OF DESIGN AND ESTIMATE AND ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL DOCUMENTATION DURING THE IMPLEMENTATION OF THE FORENSIC CONSTRUCTION AND TECHNICAL EXPERTISE

В данной статье рассматривается проблема рационального технического и стоимостного нормирования экспертных исследований, организуемых в ходе назначения судебной строительно-технической экспертизы на объектах различного назначения. Проанализированы место и роль экспертизы в строительстве, предпосылки и основания для её проведения. Рассмотрена законодательное обеспечение процесса назначения и проведения судебной экспертизы с учетом возможного потенциала для совершенствования системотехники института судебно-технической экспертизы. На основе проведенного исследования, а также с использованием эмпирических данных по практической организации специальных видов изысканий в ходе обследования объектов экспертизы приводятся сведения о подходах к формированию команды такого проекта, включающего необходимый численный и квалификационный состав исполнителей.

Ключевые слова: строительство, экспертиза, строительно-техническая экспертиза, судебная экспертиза, экспертное техническое заключение, исследование.

This article examines the problem of rational technical and cost rationing of expert studies organized in the course of appointing a forensic construction and technical expertise at various facilities. The place and role of expertise in construction, prerequisites and grounds for its implementation are analyzed. The legislative support of the process of appointing and conducting a forensic examination is considered, taking into account the possible potential for improving the system engineering of the institute of forensic technical examination. On the basis of the study, as well as using empirical data on the practical organization of special types of research during the examination of objects of expertise, information is provided on the approaches to forming a team for such a project, including the required numerical and qualification composition of performers.

Keywords: construction. expertise. construction and technical expertise. forensic expertise. expert technical opinion. investigation.

Рассматривая строительную отрасль в целом, следует отметить такую ее специфику как комплексность осуществляемых процессов и наличие в ряде случаев большого количества участников строительного проекта, осуществляющих в том или ином объеме исполнительные и контрольные функции. Так, в связи с разнообразием задач и масштабов выполнения работ, появление гражданских и арбитражных споров (см. табл. 1) в судах различной инстанции между данными участниками строительного проекта и органами исполнительной власти, осуществляющих надзор образует необходимость вовлечения в процесс, по сути своей юридически-правовой, специалистов и экспертов, обладающих специальными техническими знаниями. В этой связи появляется особое процессуальное действие – назначение и проведение в рамках текущего процесса судебной строительно-технической экспертизы, основное назначение которой состоит в ответе на вопросы судьи на основании применения специфических методов и специальных инженерных знаний. Процессуальная деятельность государственных и негосударственных судебно-технических экспертов регулируется Федеральным законом от 31 мая 2001 г. № 73-ФЗ «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской

Федерации», тогда как само по себе экспертное исследование по поставленным вопросам может базироваться на многочисленных узкопрофильных строительных стандартах, определяющих методику исследования и окончательные выводы эксперта или группы экспертов.

Таблица 1

Основания для возникновения споров, влекущие за собой назначение строительно-технической экспертизы и комплекс соответствующих проводимых исследований (обследование, испытания конструкций и прочее)

№ п/п	Основания для возникновения споров	Фундаментальная методологическая основа исследования в ходе строительно-технической экспертизы
1	Споры в отношении объемов готовой строительной продукции	Обмерные работы, обследовательские работы (специальный вид изысканий)
2	Споры в отношении качества готовой строительной продукции	Обследовательские работы (специальный вид изысканий)
3	Споры в отношении стоимости готовой строительной продукции	Обмерные работы, обследовательские работы (специальный вид изысканий), Стоимостные расчеты, формирование сметных документов
4	Споры в отношении статуса готовой строительной продукции	В основном – оценка соответствия требований градостроительных регламентов и административных процедур в строительстве
5	Споры в отношении готовой строительной продукции	Обмерные работы, обследовательские работы (специальный вид изысканий), Поверочные конструктивные расчеты (элементы проектных работ)

№ п/п	Основания для возникновения споров	Фундаментальная методологическая основа исследования в ходе строительно-технической экспертизы
6	Установление особенностей и легитимности хода строительного производства (зачастую в ретроспективе уже готового объекта)	В основном – оценка соответствия требований градостроительных регламентов и административных процедур в строительстве
7	Обстоятельства, возникшие на строительных площадках и готовых объектах и повлекшие за собой несчастные случаи, аварии, разрушения	Различные, в зависимости от характера возникающего деструктивного фактора

Однако на практике терминология зачастую путается, и под «экспертизой» может подразумеваться как экспертиза судебная с целью применения специальных инженерных знаний в помощь судье и процессу, так и обычное техническое обследование зданий и сооружений, проводимое на основании положений иных стандартов, что абсолютно некорректно. Строго говоря, существует всего два случая, когда термин «экспертиза» в строительстве правомочен (см. рис. 1):

1. Строительно-техническая экспертиза в рамках гражданского, арбитражного или уголовного процесса (которая может включать в себя элементы методик комплексного технического обследования).

2. Экспертиза проектной документации и результатов инженерных изысканий, а также подтверждение достоверности сметной стоимости (проводится уполномоченными на соответствующую проверку и подтверждение соответствия государственными или негосударственными образованиями).

Рассматривая первый случай осуществления экспертизы (судебной строительно-технической экспертизы), профильные орга-

низации сталкиваются с существенной проблематикой. Дело в том, что в настоящее время недостаточно отлажен механизм формирования стоимости и требуемой продолжительности выполнения сопутствующих работ и исследований в ходе планирования и организации таких работ.



Рис. 1. Виды экспертиз (комплексное техническое обследование к экспертизам не относится)

По своей сути организация работ в специализированных инженеринговых и изыскательских организациях (отнесем деятельность по техническому обследованию и экспертизу к специальным видам изысканий) аналогична и при плановом техническом обследовании по коммерческому договору, и при проведении экспертизы по определению суда. Объясняется это зачастую аналогичными задачами, к основным таким задачам относятся:

- определение объемов готовой строительной продукции;
- определение качества готовой строительной продукции;
- определение стоимости готовой строительной продукции;
- установление механической безопасности и эксплуатационной надежности готовой строительной продукции.

Несмотря на схожесть решаемых задач и смыслового содержания итогового заключения (см. рис. 2) с необходимыми выводами,

при назначении судебной экспертизы в отличие от комплексного технического обследования по договору исполнитель не получает развернутого технического задания с объемами объекта исследования, что существенно затрудняет планирование и организацию самого исследования.

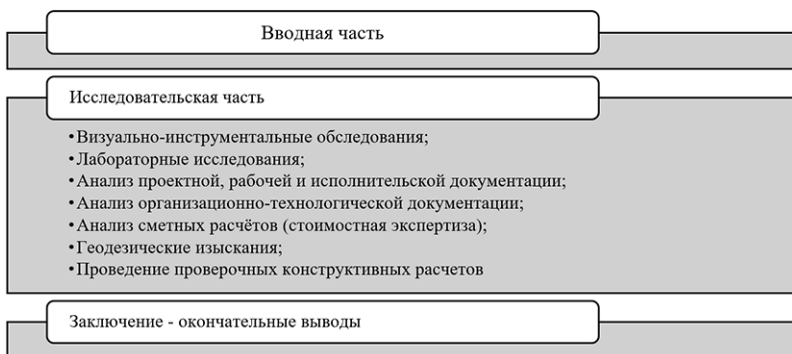


Рис. 2. Структура экспертного заключения в соответствии с действующими нормативными требованиями федерального уровня

В большинстве случаев, назначение стоимости и сроков выполнения судебной экспертизы производится «вслепую» без четкого понимания всех обстоятельств будущего исследования. Конечно, процесс позволяет впоследствии ходатайствовать об изменении фактической стоимости и продолжительности в связи с новыми обстоятельствами, однако на практике удовлетворяют такое прошения экспертов не всегда (в отличие от коммерчески договоров, когда любые нештатные ситуации при производстве могут быть урегулированы за столом переговоров). На данном этапе для руководителя профильной организации возникает потребность в превентивном формировании минимального звена исполнителя на такие задачи в формате судебной экспертизы по аналогии с известным алгоритмом формирования строительно-монтажных бригад:

1. Установление квалификационных требования для исполнителей (квалификационный состав экспертной бригады, то есть группы экспертов).

2. Разработка методики расчёта численности в зависимости от поставленных судом задач в условиях неявных исходных данных (численный состав экспертной бригады, то есть группы экспертов).

Согласно Федеральному закону «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации» в государственных судебно-экспертных учреждениях должность эксперта может занимать гражданин РФ, который имеет высшее образование и дополнительное профессиональное образование по специальной экспертной специальности. Определение уровня квалификации экспертов, имеющих право на самостоятельное производство в области судебной экспертизы, устанавливается экспертно-квалификационными комиссиями в установленном нормативными актами федеральных органов порядке. Данные комиссии осуществляют контроль уровня квалификации экспертов каждые 5 лет. Однако для негосударственного эксперта такие жестко детерминированные требования отсутствуют, а эмпирические сведения [1-8] указывают на нижеследующую ситуацию (см. табл. 2) при исследовании однотипных объектов экспертизы.

Таблица 2

Требования к квалификации экспертов и допускам для исследования при назначении экспертизы в профильную строительную организацию

№ п/п	Согласно Федеральному законодательству по аналогии с государственными судебными техническими экспертами	Практическая ситуация (эмпирические данные)
1	Высшее образование	Высшее образование
2	Дополнительное профессиональное образование по экспертной специальности (желательно)	Дополнительное профессиональное образование по экспертной специальности
3	–	Допуск СРО
4	–	Членство в национальном реестре специалистов
5	–	Аттестаты аккредитации

Как показывает практика для исследования объектов недостаточно назначения ведущего эксперта – инженера со специальными знаниями. Поставленные задачи требуют формирования звена исполнителей, наличия лабораторной базы, геодезического центра и поверенного оборудования (см. табл. 3).

Таблица 3

Состав звена исполнителей для проведения экспертного исследования объекта строительства по принципу минимальной достаточности

№	Вид исследований в составе экспертизы объекта строительства	Состав звена, чел
1	Визуальное обследование	4
2	Лабораторное исследование	2
3	Документальное исследование	3
4	Сметный расчёт	1
5	Координация исследования, ведущий эксперт	1

Регламентированные требования к допускам и квалификации специалистов и экспертов, задействованных в исследовании, в части экспертизы и аудита объектов строительства, реконструкции и перепрофилирования, – являются недостаточно детерминированными. Эмпирические данные, исходя из трудоемкости, позволили сформировать оптимальное минимально достаточное звено исполнителей на единицу объёма объекта экспертизы. Конечно, указанный подход трудно назвать догматичным, так как в зависимости от объекта экспертизы и поставленных вопросов на разрешение меняются задачи и, соответственно, объемы. Кроме того, нечеткие исходные данные в большинстве случаев не позволяют вовсе установить действительную необходимость привлечения, например, развернутого лабораторного комплекса, поэтому автору видится актуальным разработка адаптивных методов расчета численного и квалификационного состава звена исполнителей на судебно-техническую экспертизу в условиях нечетких исходных

данных и на основании фундаментального анализа опыта проведения подобных экспертиз (с предварительной кластеризацией и систематизацией объектов по характерным группам для корректного применения расчетной методики). Подобранный состав исполнителей позволит лучше прогнозировать сроки, планировать и организовывать работу по поведению экспертного исследования, формулировать корректные и наиболее достаточные выводы с учётом всего спектра исследований, включая лабораторные испытания, визуально-инструментальное, геодезическое обследование, анализа проектной, рабочей и исполнительской документации, организационно-технологической документации, анализа сметных расчетов, геодезических изысканий и проведение проверочных конструктивных расчетов. А совокупная морфологическая матрица или номограмма, помогающая руководителю подобного исследования, в зависимости от задач и ограниченных данных, формировать оптимальные исполнительские звенья снизят риски упущения принципиально важных обстоятельств в ходе обследования объектов и предотвратит экспертную ошибку при формировании выводов в заключении.

Литература

1. Грабовый П. Г. Экспертиза и инспектирование инвестиционного процесса и эксплуатации недвижимости / Грабовый П. Г., Егорычев О. И., Лукманова И. Г. // Учебник под общ. научн. ред. П. Г. Грабового. 2-е изд., перераб. и доп. Часть I. Москва: Проспект, 2012.
2. Грабовый П. Г. Экспертиза и инспектирование инвестиционного процесса и эксплуатации недвижимости / Грабовый П. Г., Егорычев О. И., Лукманова И. Г. // Учебник под общ. научн. ред. П. Г. Грабового. 2-е изд., перераб. и доп. Часть II. Москва: Проспект, 2012.
3. Истомин Б. С. Технология проектирования в строительстве. / Истомин Б. С., Гаряев Н. А., Олохова А. Г. // Учебн. пос. Моск. Гос. Строит. Ун-т. М.: МГСУ, 2009.
4. Dmitry Topchiy and Ekaterina Kochurina *Environmental situation in construction, reconstruction and re-profiling of facilities in high-density urban development*. MATEC Web of Conferences 193, 05012 (2018), ESCI 2018, <https://doi.org/10.1051/mateconf/201819305012>.
5. Dmitriy Topchiy and Andrey Tokarskiy *Formation of the organizational-managerial model of renovation of urban territories*. MATEC Web of Conferences

196(1):04029 · January 2018, XXVII R-S-P Seminar 2018, Theoretical Foundation of Civil Engineering, <https://doi.org/10.1051/mateconf/201819604029>

6. Topchiy, D.V., Shatrova, A.I. *Formation of a basic management strategy for a construction organization in the implementation of projects of redevelopment of major urban areas*. International Journal of Mechanical Engineering and Technology, 2018.

7. Topchiy, D., Tokarskiy, A. *Designing of structural and functional organizational systems, formed during the re-profiling of industrial facilities*, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2018.

8. Топчий Д. В. Особенности проведения исследований в составе комплексной судебно-технической экспертизы строительных объектов / Топчий Д. В., Катасонова М. А. // Технология и организация строительного производства. № 3. 2018. С 40–42.

ОГЛАВЛЕНИЕ

<i>Болотин С. А., Биче-оол Х. В., Бохан Х. А., Дадар Алдын-кыс Хунаевна</i> Интерактивное формирование графика поточной застройки градостроительного комплекса	3
<i>Колчеданцев Л. М., Дроздов А. Д., Цыганкова М. А.</i> Экспертная оценка нового способа устройства подоболочечного массива фундаментов с криволинейной формой контактной поверхности	18
<i>Шаленный В. Т., Балакчина О. Л., Леоненко К. А.</i> Оценка сравнительной эффективности совершенствования и внедрения сборно-монолитных перекрытий с вкладышами, частично заменяющими железобетон	31
<i>Л. А. Опарина, Карасев И. С.</i> Сбалансированность интересов участников проектно-строительных процессов	44
<i>Басовский Д. А.</i> Различные технологии сооружения подрельсового основания железнодорожных стрелочных переводов	50
<i>Бовтеев С. В., Ханова Л. Р.</i> Опыт применения технологий информационного моделирования в проектировании и организации строительства	55
<i>Васин А. П., Бодягина Е. С.</i> Организационно-технологические решения выполнения фасадных работ на объектах культурного наследия	68
<i>Волкова Л. В., Глушченко Л. А.</i> Организационно-технологические решения по реконструкции крановой эстакады машиностроительного завода	84

<i>Кабанов А. В.</i> Предпроектная разработка организационно-технологических схем по созданию высокоскоростных магистралей по контрактам жизненного цикла	96
<i>Мотылев Р. В., Абракова Ю. Л.</i> Технологии информационного моделирования в вопросах организации строительного производства	104
<i>Мотылев Р. В., Островкин Д. С.</i> Особенности строительства домов из деревянных панельно-каркасных конструкций на строительной площадке	127
<i>Нефедова В. К., Челнокова В. М., Н. Ю. Попов, В. А. Чеба</i> Анализ организационно-технологических мероприятий по реставрации памятников архитектуры и объектов культурного наследия	135
<i>Нефедова В. К., Пудышева А. А.</i> Организация работ по усилению фундаментов методом устройства выштампованных микросвай в г. Санкт-петербург	143
<i>Тилинин Ю. И., Хорошенькая Е. В., Салах Губран Нассер Даабан Хуссейн</i> Капитальность и технологические особенности монтажа производственных зданий	150
<i>Чахкиев И. М., Михеев А. П.</i> Организация мониторинга в строительстве	156
<i>Челнокова В. М., Александров Н. Д.</i> Организация увязки сроков выполнения отделочных технологических процессов специализированными бригадами	164
<i>Челнокова В. М., Джанвелян В. А.</i> Организация реконструкции завода по утилизации биологических отходов	172

<i>Мишуренко Н. А.</i>	
Метод аналитического расчета конструкции композитного перекрытия	182
<i>Тилинин В. Ю., Бакарадзе Г. А.</i>	
Выбор технологии строительства стен в зданиях с легким стальным каркасом	190
<i>Хуссейн Х. Ю. Б.</i>	
Оценка использования нейронных сетей при управлении строительными проектами.	196
<i>Белошедов В. А., Волкова Л. В.</i>	
Анализ современной законодательной базы для организации противодействия коррупции в сфере строительства	208
<i>Быченко А. В.</i>	
Особенности строительства современных аттракционных комплексов на территории Санкт-Петербурга	217
<i>Вадатурский Д. В.</i>	
Програмное обеспечение для управления строительством при реконструкции и реставрации объектов культурного наследия в России	227
<i>Зверинцева К. М., Чахкиев И. М.</i>	
Анализ определения индекса качества на строительных объектах	236
<i>Изгородина О. В.</i>	
Управление рисками в календарно-сетевом планировании	244
<i>Искандарова Т. А., Волкова Л. В.</i>	
Особенности календарного планирования при реконструкции отдаленных объектов нефтегазового комплекса	253
<i>Кузнецова Е. М., Нефедова В. К.</i>	
Особенности организации фасадных работ при капитальном ремонте зданий	261

<i>Мишуренко Н. А.</i> Усиление каркасной плиты перекрытия при введении в работу конструкции цементно-песчаной стяжки275
<i>Раздобарина В. А., Чахкиев И. М.</i> Риски в строительной деятельности281
<i>Удальцова О. П., Нефедова В. К.</i> Современные методы демонтажных работ293
<i>Фетисов А. Н., Чахкиев И. М.</i> Блочно-модульный метод строительства нефтегазовых объектов302
<i>Филюкова О. Е., Чахкиев И. М.</i> Роль параметров технологического оборудования при подборе технологии его монтажа на строительной площадке311
<i>Черненко Н. В., Нефедова В. К.</i> Обзор методики расчета комплексных потоков322
<i>Шевченко М. В., Нефедова В. К.</i> Анализ реконструкции жилых зданий 1960–1970-х гг. в Санкт-Петербурге.336
<i>Юргайтис А. Ю.</i> Аудит проектно-сметной и организационно- технологической документации в ходе реализации судебной строительно-технической экспертизы343

Научное издание

**ОРГАНИЗАЦИЯ
СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Материалы III Всероссийской
научно-практической конференции

10–11 февраля 2021 года

Компьютерная верстка *О. Н. Комиссаровой*

Подписано к печати 25.02.2021. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бум. офсетная.

Усл. печ. л. 20,81. Тираж 300 экз. Заказ 3. «С» 1.

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет.
190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4.

Отпечатано на МФУ. 198095, Санкт-Петербург, ул. Розенштейна, д. 32, лит. А.

ДЛЯ ЗАПИСЕЙ