



# ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Материалы II Всероссийской  
научной конференции

4–5 февраля 2020 г.

ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

2020

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ, 2020

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации

Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет

# **ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Материалы II Всероссийской  
научной конференции

4–5 февраля 2020 г.

Санкт-Петербург  
2020

УДК 69.338.97

*Рецензенты:*

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

**Организация строительного производства** : материалы II Всероссийской научной конференции [4–5 февраля 2020 г.] / Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Санкт-Петербург, 2020. – 344 с. – ISBN 978-5-9227-1007-7. – Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-9227-1007-7

В Санкт-Петербургском государственном архитектурно-строительном университете 4–5 февраля 2018 г прошла II Всероссийская научная конференция «Организации строительного производства». В конференции приняли участие более 20 ученых и практиков из России.

В данном сборнике представлены научные и практические работы преподавателей вузов, специалистов в области организации строительства, молодых ученых, аспирантов, студентов магистратуры. Рассмотрены организационно-технологические вопросы планирования, управления и организации строительства, технологии возведения промышленно-гражданских зданий и сооружений; вопросы формирования и оптимизации конкурентоспособных методов организации работ; вопросы использования для сравнительного анализа вариантов организации работ абсолютных критериев времени, стоимости и других относительных дифференциальных критериев, объединяемых в интегральные; вопросы составления исполнительных календарных графиков «по факту», их анализ и использование при строительстве аналогичных объектов; исследования по разработке организационных основ управления, многоуровневого календарного планирования строительства объектов и комплексов.

*Печатается по решению Научно-технического совета СПбГАСУ*

*Редакционная коллегия:*

А. Д. Дроздов (председатель редколлегии);  
Ч. О. Бахтинова (ответственный редактор);  
В. М. Челнокова;  
М. А. Котовская;  
Р. Н. Сандан

ISBN 978-5-9227-1007-7

© Авторы статей, 2020  
© Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет, 2020

**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,*

*post-graduate student*

*(Saint Petersburg State*

*University of Architecture*

*and Civil Engineering)*

*E-mail: kolle@lan.spbgasu.ru,*

*drosdov@list.ru, maria.grey@mail.ru*

## **ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ГРУНТОВОГО МАССИВА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ФУНДАМЕНТОВ С КРИВОЛИНЕЙНОЙ ФОРМОЙ КОНТАКТНОЙ ПОВЕРХНОСТИ С ПОМОЩЬЮ ФУНКЦИИ ЖЕЛАТЕЛЬНОСТИ ХАРРИНГТОНА**

### **EVALUATION OF THE QUALITY OF THE SOIL MASS IN THE CONSTRUCTION OF FOUNDATIONS WITH A CURVILINEAR SHAPE OF THE CONTACT SURFACE USING THE HARRINGTON DESIRABILITY FUNCTION**

В статье рассматривается вопрос оптимизации параметров грунтового основания фундаментов с криволинейной формой контактной поверхности. В качестве выходных параметров приняты физико-механические свойства грунтов, кривизна формирования грунтового массива под железобетонную оболочку, трудоемкость разработки грунта, крутизна естественного откоса. При помощи обобщенной функции желательности Харрингтона были рассмотрены шесть вариантов грунтовых массивов с различными выходными параметрами. В результате произведенных расчетов сделан вывод о необходимости создания искусственного основания подоболочечного пространства на основе блоков из грунтобетона.

*Ключевые слова:* ленточно-оболочечный фундамент, технология строительства фундаментов, оптимизация подоболочечного массива, оптимизация строительства фундаментов, функция желательности Харрингтона.

The article deals with the optimization of the parameters of the soil Foundation of foundations with a curvilinear shape of the contact surface. Physical and mechanical properties of soils, curvature of formation of a soil massif under a reinforced concrete cover, labor intensity of development of soil, steepness of a natural slope are accepted as output parameters. With the help of the generalized desirability function of Harrington was considered six variants of soil masses with different output parameters. As a result of the calculations, it was concluded that it is necessary to create an artificial base of the subshell space on the basis of blocks of soil concrete.

*Keywords:* strip-shell foundation, foundation construction technology, optimization of the subshell array, optimization of foundation construction, desirability function of Harrington.

В последние годы в г. Тюмени и по югу Тюменской области широкое распространение получили фундаменты с криволинейной формой контактной поверхности (ленточно-оболочечные фундаменты – ЛОФ) [1]. Данные конструкции фундаментов представляют собой выпуклые вверх цилиндрические (либо осесимметричные) железобетонные оболочки, выполненные по естественному грунтовому или искусственному основанию. Железобетонные оболочки соединяют железобетонные опорные контуры, расположенные вдоль основных осей здания (рис. 1) [2].

Прогрессивные конструкции фундаментов, в том числе с криволинейной формой контактной поверхности, для условий Урала и Тюменской области были описаны в начале 1970-х годов Тетиором А. Н. [3].

Конструктивные особенности описаны многими авторами научных работ, в том числе Пронозиным Я. А. [4], Порошиным О. С. [5], Мельниковым Р. В. [6], Рачковым Д. В. [7], Степановым М. А., Епифанцевой Л. Р. Доклад о классификации, применяемых в Тюменской области, ленточно-оболочечных фундаментов, был представлен на 74-й научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета (СПбГАСУ).

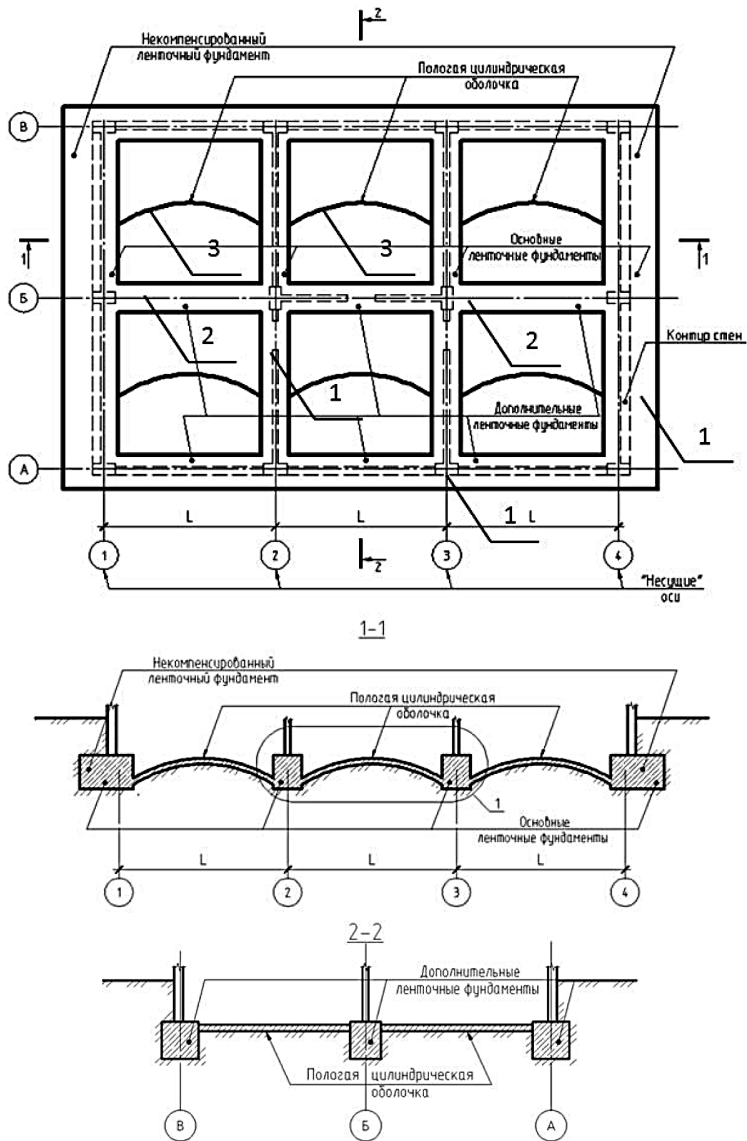


Рис. 1. Конструктивный план ленточно-оболочечного фундамента.  
Принципиальные разрезы



наиболее трудоемким и ответственным. Поэтому к контролю качества производства земляных работ предъявляются повышенные требования.

На качество формирования подбололочечного массива будут влиять: требуемая **кривизна подбололочечного пространства**, определяющая в дальнейшем кривизну и качество железобетонной оболочки; **физико-механические характеристики грунта** (*плотность грунтового целика; влажность грунта; сцепление грунта; угол внутреннего трения и т.д.*), влияющие на качество, прочность и устойчивость грунтового целика, а также **трудность разработки грунта**, определяющая продолжительность и трудоемкость работ.

Влияние кривизны оболочки (что равнозначно **кривизне подбололочечного пространства**) на работу конструкции фундамента и изменение (снижение) осадок фундамента подробно описано в [5]. Согласно произведенным исследованиям было доказано, что «оптимальной является такая стрела подъема оболочки  $f$ , при которой  $1/8 \leq f/l \leq 1/5$ , где  $l$  – пролет оболочки. Большая стрела подъема оболочки способствует вовлечению в работу большего объема грунта под оболочкой, и, тем самым, снижает осадку всего БФО» [5]. БФО - бинарный фундамент-оболочка. Например, зависимости стрелы подъема оболочки от различных значений величины пролета оболочки представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Стрела подъема оболочки в зависимости от величины пролета оболочки**

№ п/п	Отношение $f/l$	Стрела подъема оболочки $f$ , в зависимости от величины пролета оболочки, $l$		
		$l = 5$ м	$l = 6$ м	$l = 7,5$ м
1	$f/l = 1/8$	0,625 м	0,75 м	0,94 м
2	$f/l = 1/7$	0,71 м	0,86 м	1,07 м
3	$f/l = 1/6$	0,83 м	1,0 м	1,25 м
4	$f/l = 1/5$	1,0 м	1,2 м	1,5 м



**Физико-механические характеристики грунта** определяют эффективную технологию выполнения работ, выбор комплектов землеройных машин, экономическую эффективность производства работ, рационализацию методов производства работ. Так же физико-механические характеристики грунта влияют на качество формирования грунтового целика при создании криволинейной формы контактной поверхности.

В качестве примера рассмотрим создание подбололочных масивов в шести вариантах грунтов (1 – Суглинок тугопластичный; 2 – Суглинок тугопластичный; 3 – Песок мелкий, водонасыщенный; 4 – Суглинок мягкопластичный; 5 – Глина мягкопластичная; 6 – Песок мелкий влажный) с физико-механическими свойствами, представленными в табл. 2.

Таблица 2

**Физико-механические свойства грунтовых целиков**

№ п/п	Показатели физико-механических свойств	Номер варианта грунтового целика					
		1	2	3	4	5	6
1	Естественная влажность	0,21	0,24	0,22	0,3	0,27	0,05
2	Влажность на границе текучести	0,28	0,31	–	0,35	0,32	–
3	Влажность на границе раскатывания	0,17	0,19	–	0,19	0,14	–
4	Число пластичности $I_p$	0,11	0,12	–	0,16	0,18	–
5	Консистенция $I_l$	0,36	0,42	–	0,69	0,73	–
12	Плотность частиц грунта $P_s$ , г/см <sup>3</sup>	2,70	2,70	2,66	2,71	2,72	2,65
13	Плотность грунта $P$ , г/см <sup>3</sup>	1,86	1,87	1,96	1,91	1,88	1,82
14	Плотность в сухом состоянии $P_d$ , г/см <sup>3</sup>	1,54	1,51	1,61	1,47	1,48	1,62
15	Пористость $n$ , %	43.1	44.1	39.4	45.9	45.5	38.7
16	Коэффициент пористости $e$ , д. ед.	0,75	0,82	0,90	0,96	0,88	0,21
17	Степень влажности $Sr$ , д.ед	0,75	0,82	0,90	0,96	0,88	0,21
18	Удельное сцепление $C$ , кПа	21	18	1	14	33	2
19	Угол внутреннего трения, град	29	28	33	24	20	32
20	Модуль деформации $E$ , МПа	11	9	21	5	8	25

**Трудность разработки грунта** зависит от физико-механических свойств грунта и влияет на трудоемкость выполнения механизированных и ручных земляных работ. Так же помимо прочего необходимо учитывать крутизну естественного откоса грунта, так как при формировании грунтовых целиков может происходить осыпание грунта, что приведет к дефекту формирования подбололочного пространства. Например, для рассматриваемых вариантов грунтовых целиков группа грунта по трудности разработки и крутизна откосов указаны в табл. 3.

Таблица 3

**Технологические параметры грунтовых целиков**

№ п/п	Технологические параметры	Номер варианта грунтового целика*					
		1	2	3	4	5	6
1	Группа грунта по трудности разработки	II	II	I	II	II	I
2	Крутизна откосов при глубине разработки выемки от 3 до 5м	1:0,75	1:0,75	1:1	1:0,75	1:0,5	1:1

\*1 – суглинок тугопластичный; 2 – суглинок тугопластичный; 3 – песок мелкий, водонасыщенный; 4 – суглинок мягкопластичный; 5 – глина мягкопластичная; 6 – песок мелкий влажный.

В качестве эксперимента были исследованы шесть вариантов грунтовых целиков с определенными физико-механическими характеристиками и определенным отношением стрелы подъема оболочки к длине пролета оболочки, в результате была сформирована таблица основных выходных параметров, необходимых для оценки качества подбололочного массива (табл. 4).

В целях оценки качества подбололочного пространства шести вариантов рассмотрим критерии оптимальности для каждого из выделенных параметров с помощью обобщенной функции желательности Харрингтона, используя стандартные отметки на шкале желательности [9] (рис. 3). «В основе построения этой обобщенной

функции лежит идея преобразования натуральных значений частных откликов в безразмерную шкалу желательности или предпочтительности» [9].

Таблица 4

Экспериментальные данные по выходным параметрам

$y_i$	Показатели выходных параметров	Номер варианта грунтового целика					
		1	2	3	4	5	6
$y_1$	Отношение $f/l$ при $l = 6$ м	1/8	1/6	1/5	1/7	1/8	1/8
$y_2$	Степень влажности $Sr$ , д. ед	0,75	0,82	0,90	0,96	0,88	0,21
$y_3$	Модуль деформации $E$ , МПа	11	9	21	5	8	25
$y_4$	Удельное сцепление $C$ , кПа	21	18	1	14	33	2
$y_5$	Угол внутреннего трения, град	29	28	33	24	20	32
$y_6$	Группа грунта по трудности разработки	II	II	I	II	II	I
$y_7$	Крутизна откосов при глубине разработки выемки от 3 до 5 м	1:0,75	1:0,75	1:1	1:0,75	1:0,5	1:1



Рис. 3. Функция желательности Харрингтона

Согласно [9] натуральные значения откликов переводятся в безразмерную шкалу желательности и обозначаются через  $du$  ( $u = 1, 2 \dots 6$ ) и называются частными желательностями (см. табл. 5).

Таблица 5

## Натуральные и обобщенные по функции желательности отклики

№ вар.	Натуральные значения откликов							Частные желательности							D1	Оценка	D2	Оценка
	y1	y2	y3	y4	y5	y6	y7	d1	d2	d3	d4	d5	d6	d7				
1	0,75	0,75	11	21	29	2	0,75	1	0,35	0,3	0,42	0,548	0,37	0,35	0,439	Удовл.	0,506	Удовл.
2	1	0,82	9	18	28	2	0,75	1	0,28	0,26	0,372	0,532	0,37	0,35	0,407	Удовл.	0,506	Удовл.
3	0,83	0,9	21	1	33	1	1	1	0,21	0,5	0,1	0,612	1	0,2	0,386	Удовл.	0,585	Удовл.
4	1,17	0,96	5	14	24	2	0,75	1	0,18	0,2	0,308	0,468	0,37	0,35	0,352	Плохо	0,506	Удовл.
5	0,75	0,88	8	33	20	2	0,5	1	0,26	0,24	0,612	0,404	0,37	0,5	0,433	Удовл.	0,570	Удовл.
6	0,75	0,21	25	2	32	1	1	1	0,7	0,63	0,116	0,596	1	0,2	0,483	Удовл.	0,585	Удовл.
Искомый вар-т	0,75	0,21	25	33	33	1	0	1	0,7	0,63	0,612	0,612	1	1	0,773	Хорошо	1,000	Очень хорошо

Обобщенная функция желательности Харрингтона  $D$  рассчитывается по формуле и представляет собой среднее геометрическое частных желательностей:

$$D = \sqrt[n]{\prod_{u=1}^n d_u},$$

где  $D_1 = \sqrt[7]{d_1 \cdot d_2 \cdot d_3 \cdot d_4 \cdot d_5 \cdot d_6 \cdot d_7}$  – обобщенная функция желательности по всем откликам;  $D_2 = \sqrt[3]{d_1 \cdot d_6 \cdot d_7}$  – обобщенная функция желательности по технологическим откликам.

В результате произведенных расчетов, все грунтовые целики, за исключением варианта № 4 по  $D_1$  имеют оценку «удовлетворительно»; по  $D_2$  все варианты также имеют оценку «удовлетворительно».

В нижней строке табл. 5 представлен вариант с лучшими характеристиками, позволяющий по  $D_1$  получить оценку «хорошо»; а по  $D_2$  оценку «очень хорошо», определяя, таким образом, желаемые параметры грунтового целика под криволинейную оболочку фундамента. Проанализировав полученные значения можно прийти к выводу о том, что некоторые отклики противоречат друг другу и фактически не возможны. Это приводит к мнению о необходимости создания искусственного подоболочечного пространства, отвечающего всем необходимым требованиям.

В качестве альтернативы естественному грунтовому основанию при формировании криволинейной поверхности фундамента предлагается возводить массив из сборных грунтобетонных блоков [10]. Основная область применения грунтобетонных составов в настоящее время это устройство дорог и сооружений сельскохозяйственного назначения, представленные в научных работах по направлению 05.23.05 «Строительные материалы и изделия». В [11, 12] исследованиях предложены и утверждены ВТУ-2365-380-006-08 «Грунтобетонные материалы с комплексом минеральных и органических добавок для оснований дорог и сооружений сельскохозяйственного назначения», ТУ 5744-001-02066339-2006 «Комплексное грунтоизвестковое вяжущее» и пр. Данные технические условия предлагаются для даль-

нейшего изучения и применения с целью создания качественного, устойчивого, прочного подоболочечного массива при устройстве фундаментов с криволинейной формой контактной поверхности.

## Литература

1. *Прозозин Я. А., Степанов М. А., Волосюк Д. В., Шуваев А. Н., Рыбак Г. И.* Опыт устройства фундаментов зданий повышенной этажности в условиях юга Тюменской области // Вестник МГСУ. 2018. Т. 13. Вып. 3 (114). С. 282–292.
2. *Прозозин Я. А.* Технологические аспекты и экономические показатели устройства ленточных фундаментов мелкого заложения, объединенных пологими оболочками / Я. А. Прозозин, Д. В. Волосюк, М. А. Цыганкова // Вестник ПНИПУ Строительство и архитектура № 3, 2014. Сборник материалов Всероссийской конференции с международным участием «Фундаменты глубокого заложения и проблемы освоения подземного пространства». – Пермь: издательство ПНИПУ, 2014. С.179–193 (ISSN 2224-9826, РИНЦ).
3. *Тетиор А. Н.* Прогрессивные конструкции фундаментов для условий Урала и Тюменской области / А. Н. Тетиор. – Свердловск: Средне Уральское издательство, 1971. – 91 с.
4. *Прозозин Я. А.* Взаимодействие ленточно-оболочечных фундаментов с сильносжимаемым грунтовым основанием: дис. ... д-р. техн. наук: 05.23.02. – М., 2016. – 368 с. Прозозин, Я. А. Цилиндрические фундаменты-оболочки / Я. А. Прозозин – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2010. – 168 С.
5. *Порошин О. С.* Взаимодействие цилиндрических бинарных фундаментов-оболочек с глинистым основанием: автореф. дисс. ... канд. техн. наук: / Порошин Олег Сергеевич – Тюмень, 2011. – 21 с.
6. *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.
7. *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.
8. *Цыганкова М. А.* Технологические особенности производства земляных работ при устройстве мелкозаглубленных фундаментов-оболочек / Архитектура – строительство – транспорт: материалы 73-й научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета. 2017. – С. 84–89.
9. *Адлер Ю. П.* и др. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М: Наука, 1976, 279 с.

10. 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.

11. *Гришина В. А.* Грунтобетон с микроармирующими минеральными и органическими добавками для строительства сельских дорог и сооружений: автореф. дисс. ... канд. техн. наук / Гришина Виктория Александровна. – Новосибирск, 2010. – 18 с.

12. *Яковлев Е. А.* Грунтоизвестковые композиты для строительства насыпей автомобильных дорог на основе глинистых пород КМА: автореф. дисс. ... канд. техн. наук / Яковлев Евгений Александрович. – Белгород, 2006. – 26 с.

**УДК 69.003:658.15(2):005.334**

*Валерий Яковлевич Мищенко,*

*д-р техн. наук, профессор*

*Елена Петровна Горбанева,*

*канд. техн. наук, доцент*

*Анатолий Александрович Абраменко,*

*ассистент*

*Файзи Ахмад Решад, аспирант*

*(Воронежский государственный*

*технический университет)*

*E-mail: mishenko@vgasu.vrn.ru,*

*elenagorbaneva@rambler.ru,*

*aabramenko@vgasu.vrn.ru,*

*reshad\_faizy@yahoo.com*

*Valeriy Yakovlevich Mishchenko,*

*Dr of Tech. Sci., Professor*

*Elena Petrovna Gorbaneva,*

*PhD of Tech. Sci., Associate Professor*

*Anatoly Alexandrovich Abramenko,*

*Teaching Assistant*

*Fayzi Ahmad Reshad, post-graduate student*

*(Voronezh State*

*Technical University)*

*E-mail: mishenko@vgasu.vrn.ru,*

*elenagorbaneva@rambler.ru,*

*aabramenko@vgasu.vrn.ru,*

*reshad\_faizy@yahoo.com*

## **НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ**

### **NEW TECHNOLOGIES IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY**

Основными целями данной статьи являются определение важности структуры и компонентов строительных систем и использование новых технологий строительства, а также оценка местоположения и стоимости, методов и преимуществ адаптации для улучшения качества и модернизации строительной отрасли с целью снижения энергопотребления с учетом изменяющихся потребностей и новых возможностей, улучшая устойчивость и рентабельность будущих процессов и перспектив. Повышение энергоэффективности и снижение потребления энергетических ресурсов можно достичь за счет применения материалов нового поколения и использования современных строительных технологий, комплексной конструкции и повышенной целостности сборки. Таким образом, удовлетворяя потребности населения страны.

*Ключевые слова:* строительство, строительные технологии, качество, структура потребления, устойчивость, энергопотребление.

The main objectives of this article are to determine the importance of the structure and components of building systems and the use of new construction technologies, as well as assess the location and cost, methods and advantages of adaptation to improve the quality and modernization of the construction



industry in order to reduce energy consumption, taking into account changing needs and new opportunities, improving the structure - accuracy and profitability of future processes and prospects. Improving energy efficiency and reducing the consumption of energy resources can be achieved through the use of new generation materials and the use of modern building technologies, an integrated design and increased integrity of the assembly. Thus, satisfying the needs of the country's population.

*Keywords:* construction, construction technologies, quality, consumption structure, sustainability, power usage.

Население всегда стремилось улучшить свои жилищные условия, создавая комфортные, культурные и социальные условия и достигая этой цели за счет более оптимального производства. С наступлением XXI-го века процесс глобализации поднял экономические границы, усилил конкуренцию и повысил важность инноваций. В последние несколько десятилетий были проведены обширные исследования строительной отрасли, которые являются направлением к технологическим инновациям.

Строительная отрасль является основным генератором рабочих мест и важной составляющей ВВП. Строительная индустрия превратила свою индустрию искусства и развлечений, коммунальное хозяйство, сельское хозяйство и горнодобывающую промышленность в одну из крупнейших инвестиций, посвятив больше, чем большинство других отраслей, улучшению оборудования и энергии, необходимых для этого. Строительство помогло увеличить ВВП в строительном секторе. Но растущие потребности в строительном секторе и строительной системе требуют структурных преобразований. В таких условиях ощущается необходимость использования новых технологий в строительной отрасли. Изменения в строительной отрасли по ряду причин, таких как увеличение производства, снижение затрат на строительство, достижение существующего спроса, повышение стандартов, сокращение использования земли и внедрение подходящих структурных систем, еще больше уменьшает слабость некоторых традиционных материалов и дефицит квалифицированной рабочей силы [1, 2].

Методы улучшения производства и выбора правильной методологии должны основываться на региональных возможностях

и позволят сократить потери материалов и времени на проектирование. Среди параметров, которые следует учитывать в зданиях для дальнейшего усиления сильных и слабых сторон, связь может быть связана с контекстом и качеством архитектуры. Стоимость и инфраструктура производительности строительства напрямую влияют на стоимость домов и товаров народного потребления и устойчивость национальной экономики.

Для строительства новой инфраструктуры из возобновляемых источников и для создания высокоэффективных «зеленых» зданий, которые экономят электроэнергию, потребуется конкуренция на мировом рынке и изменения в дизайне зданий, обновлении строительных материалов, вторсырья, минимизации воздействия на окружающую среду, сокращения потребления энергии и сокращения выбросов парниковых газов.

### **Строительная индустрия**

Строительная индустрия огромна и в ней занято более миллиона человек различных профессий, инженерно-технический персонал и квалифицированные мастера. Строительство является отраслью с высокой степенью риска, которая включает ряд мероприятий, связанных со строительством, модернизацией или ремонтом.

Строительная индустрия, как и все отрасли, имеет свой технический язык. Общий язык всей отрасли включает хорошее понимание структур, компонентов и элементов, знакомство со специализированным и техническим «языком» и стратегию интерпретации.

Современные методы строительства имеют широкий спектр технологий. Принимая во внимание, что различие между строительством и производством тесно связано, современные методы строительства определяют широкий спектр процессов и технологий, включая сборные конструкции, сборку за пределами площадки и различные формы спецификаций цепочки поставок, которые в контролируемых условиях контролируют время и точность прогнозов даты. Грамотное распределение ресурсов определяет такие функции, как конкретное назначение, конкретные задачи, определенное начало и конец, ресурсы, затрачиваемые на строительство проекта.

Целью строительства является внесение изменений в выполнение больших уникальных проектов, требующих времени, денег, труда, оборудования и материалов, а также примеров разнообразных ресурсов. Построение цикла – это разработка строительных материалов, компонентов, информационных систем и методов управления для создания безопасной и надежной среды, которая облегчает и прогнозирует будущие изменения и возможную адаптацию для устранения восстановления всех систем, частей и материалов.

### **Требования строительной индустрии**

Строительная отрасль долгое время находилась под влиянием конкуренции. Ввиду конкурентных условий, а также таких переменных, как демографические изменения, погодные условия и конкуренция на международной арене, отрасль долгосрочного строительства требует многочисленных инноваций и постоянной адаптации к потребностям клиентов. Одной из основных проблем в строительной отрасли является реконструкция существующих коммерческих и жилых зданий с точки зрения энергоэффективности, времени и затрат. Например, приблизительно 88 % существующих зданий потребляют более чем в 2 раза больше тепла, чем новые здания. Таким образом, потребность в использовании новых материалов и технологий в системах управления энергопотреблением и изоляции, а также в оптимальных и возобновляемых источниках энергии находится на высоком уровне. Другие задачи, стоящие перед строительной отраслью в будущем, – это объединение функций и сохранение стоимости различных частей здания, таких как удовлетворение растущих потребностей проектирования, строительство ориентированных на безопасность конструкций с повышенными экологическими и туристическими опасностями. Экономия энергии и сырья за счет производства специальных строительных материалов – это глобализация правил, несмотря на то, что они различны в разных регионах. Инновации в строительстве в соответствии с условиями и правилами, а также с преобладающими социальными тенденциями и изменениями в секторах спроса и предложения должны быть скоординированы между всеми.

## **Новое строительство**

Доминирующим направлением для обеспечения эффективности новых зданий является разработка, продвижение и реализация планов и целей строительства, которые широко варьируются в зависимости от типа климата, экономического процветания и общей зрелости рынка для новых и эффективных строительных материалов. Учитывая быстрый экономический рост и рост населения во многих развивающихся странах, создание новых материалов и строительство энергоэффективных зданий будет огромной в ближайшие десятилетия. Многие из зданий построены с устаревшими проектами и неэффективными продуктами, и без оптимальных взглядов дизайнеров, которым хватало навыков и доступа к обучению для развития рабочей силы [3, 4, 5]. Здания с нулевым потреблением энергии являются конечной целью для всех стран. Но для многих стран доступ к этому нереален, так как энергоэффективные строительные материалы очень высокие по ценам на сырье.

Процесс модульного строительства состоит из конечного пользователя и одобрения регулирующих органов, сборки компонентов модуля в контролируемой среде, транспортировки модулей до конечного пункта назначения, установки модульных блоков. Новое строительство сокращает время строительства, уменьшает финансирование и затраты на мониторинг, экономит время и инвестиции. С другой стороны, современные методы модульного строительства по своей сути благоприятствуют нескольким важным направлениям в области меньшего образования отходов, меньшего воздействия неблагоприятных климатических условий, меньшего ущерба для площадки, более безопасного строительства, гибкости и адаптивности.

## **Интеллектуальное здание**

Умное здание – это здание, в котором все его подсистемы управления спроектированы и реализованы в заранее определенной логической структуре, соответствующей статусу пользователя здания [6, 7]. Принципы умного здания говорят о том, что реальная стоимость здания – это не только стоимость строительства, но и стоимость его эксплуатации и ремонта. Интеллектуальное здание

снижает все эти затраты за счет автоматизированных и интегрированных систем управления, телекоммуникаций и управления. Если посмотреть на стоимость здания в течение срока службы, то становится ясно, что на обслуживание приходится самая высокая доля текущих затрат на строительство. В связи с этим, стоимость содержания умного здания будет снижена на 58 %, что в свою очередь, создаст множество удобств. Одним из наиболее важных преимуществ умного здания является использование умных систем с целью обеспечения жильцам комфорт.

Основными целями политики повышения энергоэффективности в строительстве являются снижение воздействия строительных материалов и строительных технологий на окружающую среду или использование глобального дизайна, обеспечивающего практический способ создания стандартов и руководящих принципов для обеспечения безопасности, удобства и воздействия на окружающую среду, создание основы для строительства или обновления зданий, разработка стандартов и руководящих принципов с участием специалистов строительной отрасли, включая архитекторов, инженеров, строителей и экспертов-геодезистов.

### **Комплексная конструкция и повышенная целостность сборки**

Растущий прирост населения, необходимость крупномасштабного строительства за наименьшее количество времени и с наименьшими затратами и наилучшим качеством привели к тому, что строительная промышленность строила легкие промышленные здания с возможностью быстрого перемещения и монтажа [8, 9, 10]. Фактически, система здания – это создание системы здания или набора компонентов здания, которые собираются различными способами для создания различных строительных конструкций, включая все действия, требуемые для определенного типа строительства, наряду с методами и приемами.

Существуют так называемые исполнительные процедуры. Такая система включает в себя различные технические и управленческие методы для производства и сборки элементов для определенной цели и в виде набора связанных элементов, которые рабо-

тают в совокупности, чтобы обеспечить определенную функцию здания. Строительная система обычно основана на нетрадиционных и промышленных методах, удовлетворяя растущую потребность сообщества в строительстве и жилье, необходимость использования новых методов и материалов для ускорения строительства, облегчения, продления срока полезного использования и повышения прочности зданий.

Комплексное строительство эффективно для жилищного строительства для более слабой экономики. Используя современные технологии в строительстве, можно возводить большее количество зданий, более долговечных и с более длительным сроком службы, а также с высокой скоростью, легкостью и простотой работы с соответствующими техническими средствами и финансовыми ресурсами. Изменения в методах строительства и использовании новых материалов и технологий являются существенными и неизбежными для увеличения скорости строительства и увеличения срока полезного использования, а также снижения стоимости строительства.

Промышленное строительство с интенсивной информацией. Большое количество документов производится из разных источников в ходе реализации строительного проекта. Зачастую некоторые документы имеют ошибки в проекте, которые в свою очередь влияют на время, стоимость и качество управления. Повышение внимания к производительности в отрасли, направленной на более быструю и качественную доставку, требует работу совместных групп для интеграции структуры проектов, открытого обмена информацией и виртуального моделирования в проектах. Одним из бизнес-подходов в строительстве является использование новых технологий для интеграции данных и поддержки проектирования и конструирования проектов, направленных на преодоление усилий по фрагментации и присущей неэффективности строительной отрасли в области проектирования.

### **Материалы нового поколения и использование современных строительных технологий**

Новые строительные материалы и новые технологии могут сыграть важную роль в повышении энергоэффективности и эко-

номии средств. Если мы посмотрим на строительные технологии более полувека, то обнаружим, что новые материалы сыграли важную роль в экономии энергии, затрат и даже времени на строительство. Полная разработка новых технологий и новых продуктов и выход на насыщенный рынок требует правильной политики на пути к зрелости и росту рынка. С самого начала политика имеет важное значение для стимулирования развития новых технологий посредством создания тематических исследований и рыночных стимулов с видимыми системными преимуществами. Многие из поставщиков строительных материалов обслуживают мировой рынок и поэтому нуждаются в инновационных продуктах в глобальном масштабе. Более широкие мировые рынки могут предложить больше потенциальных производителей и инвесторов.

Использование новых строительных технологий для производства всегда создает проблемы. Технология означает не только технологию, но и использование определенных технологий в отношении экономики, которая ею управляет, культуры потребительского сообщества, ее простоты и непрерывности строительства, технических и практических возможностей и особенностей.

Изменение технологии на эффект устойчивого строительства требует навыков в этой отрасли. Использование инновационных методов в строительстве и освоение новых технологий и материалов требуют навыков высокого уровня. Современные методы строительства могут принести большую отдачу в процессе строительства за счет инноваций в проектировании и управлении зданиями, а также дают прекрасную возможность осуществлять процесс строительства быстрее, качественнее, устойчивее и стимулировать инновации на мировом рынке.

Среди заметных эффектов различных навыков на повышение производительности строительной отрасли:

- 1) широкое развертывание и использование совместимых приложений и технологий, а также применение информационного моделирования;
- 2) повышение производительности труда с помощью людей, процессов, материалов, оборудования и информации;
- 3) широкое использование инновационных средств;

4) измерение эффективности работы для повышения производительности и поддержки инноваций.

Развивая эту деятельность, она станет стандартным практическим подходом в области капитального строительства объектов и совместным стратегическим подходом, который напрямую влияет на стоимость устойчивых, более качественных проектов и инвестиций в инфраструктуру для осуществления новых операций.

### **Сократить строительные расходы**

Давление на график поставок и большой объем строительства приводят к инновациям в строительном секторе, материалах, оборудовании, более быстрых и качественных методах строительства и более широком использовании технологий, независимо от размеров здания, вызывают изменения стоимости. Для эффективной реализации требуется больше работы, чтобы стать стандартным способом снижения затрат и повышения производительности, достижимых для разработчиков и дизайнеров.

На зрелых и продвинутых рынках альтернативные здания с высокой рентабельностью будут рассматриваться в течение долгосрочного инвестиционного периода, который требует большего начального капитального финансирования. Создание конкретных методических подходов для стоимости и производительности всего мира практически невозможно из-за таких факторов, как климат, поведение арендаторов, практика строительства и доступность ресурсов, которые сильно различаются.

Основное внимание уделяется переводу существующих зданий на новое строительство и более высокий уровень производительности. Движение в этом направлении требует быстрого развертывания ряда передовых технологий строительства, которые будут значительно дороже и потребуют более высоких инвестиционных затрат. Существуют различные способы решения проблем времени и затрат, нехватки рабочей силы и качественных зданий в различных конструкциях, интегрированных технологиях.

Оптимальное использование всех производственных и сервисных мощностей, внедрение рационального управления, обучение и развитие культуры роста и производительности, а также



планирование рабочей силы, управление затратами, управление затратами на энергию и расходы ресурсов, управление сокращением отходов, повышение уровня качества, улучшение процессов и повышение уровня обслуживания, выявление и устранение видов деятельности, не связанных с добавленной стоимостью, параллельных действий, сокращение внедрения сектора персонала, инновации в предоставлении услуг и повышения конкурентоспособности имеют весомые расходы при строительстве.

### **Управление энергопотреблением в зданиях**

Рост потребления энергии в современных промышленно развитых обществах, в дополнение к опасности быстрого прекращения использования ископаемого топлива, принес миру необратимые и угрожающие изменения в окружающей среде. Поэтому в международных программах и политике в области устойчивого глобального развития особая роль отводится возобновляемым источникам энергии. Система управления энергопотреблением – это набор продуктов, которые легко определяют количество потребляемой энергии в любой момент, позволяя пользователям системы управлять потреблением различных частей здания, чтобы потреблять меньше энергии в активные часы и существенно экономить на потребительских расходах.

«Покрытие здания» определяется как оболочка здания, ткань или область между зданием и снаружи. Энергетические характеристики компонентов здания, включая внешние стены, полы, потолки, окна и двери, имеют решающее значение при определении количества энергии, необходимой для отопления и охлаждения. Потери энергии в зданиях широко варьируются в зависимости от многих факторов, таких как возраст и тип здания, климат, метод строительства, ориентация, географическое положение, поведение жильцов и т. д. Влияние здания на потребление энергии не следует недооценивать. Во всем мире отопление и охлаждение помещений составляют более трети всей энергии, потребляемой в здании. В целом, на здание приходится более трети мирового энергопотребления [11, 12, 13].

В строящихся или реконструируемых зданиях существует перспектива обобщения, которая включает рассмотрение всех частей

здания и строительного процесса для повышения предпочтительной энергоэффективности. Проблемы энергопотребления в настоящее время часто вызывает озабоченность, но мы все еще можем найти много способов интеграции энергосберегающих систем. Поэтому важно учитывать все потенциальные возобновляемые источники энергии и применять их в разных местах и ситуациях.

### **Заключение**

Строительство как отрасль основано на внедрении инноваций и технологий. Количественные и качественные потребности здания за последние десятилетия показывают, что наилучшим способом достижения жилищных целей является использование новых методов строительства. Традиционные производственные системы имеют такие преимущества, как улучшение контроля качества, сокращение времени строительства, уменьшение количества строительного мусора, уменьшение пыли на месте и сокращение потребности в рабочей силе. Использование нового способа изготовления и его индустриализация влечет за собой более высокие первоначальные затраты, но долгосрочные затраты на эксплуатацию значительно снижаются. Использование научных методов, новых технологий и новых материалов является одним из основных требований для повышения качества строительной индустрии. Однако применение новых решений и практики требует тщательного рассмотрения технических, административных и экономических условий этого сообщества.

Для того чтобы оптимально использовать новые технологии в строительстве, необходимо рассмотреть решения, позволяющие сопоставить эти методы с культурными и социальными характеристиками сообществ. Усовершенствованный подход к созданию устойчивых бизнес-моделей, снижение барьеров для создания рынка энергоэффективных строительных материалов, исследование и поиск новых инновационных материалов с участием международных исследователей для содействия разработке продуктов и развитию инфраструктуры, привлечение инновационных продуктов и инноваций – с долгосрочной точки зрения, дает возможность увеличить мощности к созданию зданий с нулевым потреблением энергии.

## Литература

1. Мищенко В. Я., Горбанева Е. П., Овчинникова Е. В., Севрюкова К. С. Повышение энергоэффективности жилых зданий при проведении капитального ремонта / ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. – 2019. Т. 16. № 1. С. 66–72.
2. Горбанева Е. П., Севрюкова К. С. Вклад информационно-коммуникационных технологий в повышение энергоэффективности строительного сектора / Информационные технологии в моделировании и управлении: подходы, методы, решения. Сб. научн. статей I Всероссийской научной конференции: 12–14 декабря 2017. – В двух частях, Ч.2. – Тольятти, 2017. – С. 67–74.
3. *Fallah, M. H.*, The Potential Use Of Lightweight Steel Framing For Residential Building Construction In Iran, D.Phil, University Of Sheffield, 2001.
4. OECD / IEA (International Energy Agency), Energy efficient building envelopes, 2013. [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: [www.iea.org](http://www.iea.org).
5. ORNL, Building Technologies Research and Integration Center, ORNL, Oak Ridge, Tennessee, 2013, [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: [www.ornl.gov/sci/ees/etsd/btrc/](http://www.ornl.gov/sci/ees/etsd/btrc/).
6. Sobek, Werner “Nachhaltiges Bauen mit Stahl – Aufgabe für Architekten und Ingenieure”. Lecture held at the Internationaler Architektur-Kongress. Essen, Germany. Jan 13, 2010.
7. ABB AG, Smart Home and Intelligent Building Control, Energy Efficiency in Buildings with ABB i-bus® KNX, Germany, 2009. [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: [www.abb.com/knx](http://www.abb.com/knx).
8. Technology and skills in the Construction Industry, UK Commission for Employment and Skills, Evidence Report 74 , September, 2013.
9. IEA, Energy Technology Perspectives 2012 – Pathways to a Clean Energy System, OECD / IEA, Paris, 2012.
10. IEA (International Energy Agency, Transition to Sustainable Buildings: Strategies and Opportunities to 2050, OECD / IEA, Paris, 2013.

УДК 69.055

*Людмила Анатольевна Опарина,*  
д-р техн. наук, доцент  
(Ивановский государственный  
политехнический университет)  
E-mail: *L.A.Oparina@gmail.com*

*Ljudmila Anatolevna Oparina,*  
Dr of Tech. Sci., Associate Professor  
(Ivanovo State  
Politechnical University)  
E-mail: *L.A.Oparina@gmail.com*

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННОГО МЕХАНИЗМА МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СНАБЖЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА**

### **IMPROVING THE ORGANIZATIONAL MECHANISM CONSTRUCTION LOGISTICS**

Статья направлена на выявление современных проблем материально-технического снабжения строительства. Обозначена актуальность темы, выявлен ряд проблем, возникающие на стадии проекта производства работ, которые приводят к задержке сроков и превышению стоимости строительства. Особое внимание уделено несогласованности в заказах, оплате и поставках материалов на стройплощадку. В качестве примера, иллюстрирующего обозначенные проблемы, рассмотрен объект по капитальному ремонту Вокзальной площади в городе Иваново. Предложены варианты решения проблем: внедрение организационных документов в организационно-технологическую документацию – ведомость «Сроки поставки материалов» и разрабатывать на её основе «Календарный план закупок».

*Ключевые слова:* стройматериалы, строительство, организация, снабжение, проект, ресурсы.

Current issues of construction logistics are described in this article. The relevance of the topic is indicated, some problems are shown at the stage of the project for the production of works, which lead to a delay in terms and excess of the cost of construction. Particular attention is paid to inconsistencies in orders, payments and supplies of materials to the construction site. As an example, illustrating the identified problems, an object for the overhaul of Vokzalnaya Square in the city of Ivanovo is considered. Suggested solutions to problems: the introduction of organizational documents in the organizational and technological documentation - the development of the «procurement calendar».

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

Обеспечение грамотного и своевременного материально-технического снабжения строительной площадки – одна из важнейших задач в современном строительстве, решение которой требует совместных усилий всех отделов строительной организации, а также ответственного отношения со стороны заказчика. Поэтому одним из наиболее важных условий завершения строительства и сдачи объекта в эксплуатацию в установленный срок является своевременное обеспечение объекта всеми необходимыми ресурсами.

Организация материально-технического обеспечения строительного производства материалами, изделиями и конструкциями в значительной мере определяет его результативность. Развитие современной строительной отрасли невозможно без применения инновационных строительных материалов, изделий и конструкций, обладающих различными особенностями при транспортировании, доставке, хранении и складировании на стройплощадке [1, 2]. Высокий уровень организации работ во всех службах материально-технического обеспечения является важной предпосылкой повышения эффективности и качества осуществления всего строительного процесса.

Несмотря на то, что планирование обеспечения строительного производства материальными ресурсами формализовано в организационно-технологической документации, в реальности осуществить календарные планы в срок не удается в связи с высокой стохастичностью процесса, что приводит к необходимости поддержания материальных запасов и, как следствие, увеличению издержек. В связи с этим решение проблем строительной логистики является актуальным.

Одной из проблем материально-технического снабжения современного строительства является отсутствие на уровне нормативно-технической документации чётких требований к графикам снабжения строительства материально-техническими ресурсами. Так, в действовавшем СНиП 3.01.01-85\* от 1 января 1986 года говорится: «Подрядные организации, выполняющие работы по ге-

неральным и субподрядным договорам и организации-заказчики должны обеспечивать объекты строительства всеми видами материально-технических ресурсов в строгом соответствии с технологической последовательностью производства строительно-монтажных работ в сроки, установленные календарными планами и графиками строительства». Соответствующий СНиПу свод правил содержит чёткие требования к разработке графика снабжения строительства ресурсами с привязкой к календарному плану на стадиях ПОС и ППР. В современном СП 48.13330.2011 этому вопросу практически не уделяется внимания [3].

Ещё одной проблемой материально-технического снабжения строительства является проблема разбалансировки сроков заказов материалов и факта их оплаты заказчиком. Может возникнуть ситуация отсутствия денежных средств на предоплату материалов, особенно при финансировании из бюджетных средств и при использовании эскроу-счетов. Как правило, сжатые сроки выполнения работ, обоснованные в ПОС, не учитывают сроков поставки материалов, что в итоге приводит к невозможности выполнения работ в установленные договором сроки.

В качестве примера, иллюстрирующего обозначенные проблемы, можно привести проект капитального ремонта вокзальной площади в г. Иваново. Раздел «Проект организации строительства» выполнен ООО «МагистральПроект» в 2016 году в составе проектной документации по объекту: «Капитальный ремонт Вокзальной площади в городе Иваново» (рис. 1).

Согласно Генерального плана г. Иваново, Вокзальная площадь относится к общественно-деловой зоне с расчетным сроком застройки. На площади расположены следующие здания и сооружения:

- железнодорожный вокзал – крупный железнодорожный узел Ярославского отделения Северной железной дороги. Существующее здание железнодорожного вокзала, построенное в 1932 г. по проекту московского архитектора В. М. Каверинского;
- памятник-обелиск революционерке О. М. Генкиной (год сооружения – 1933, региональная категория охраны решением Ивановского облисполкома от 08.12.1949 г. №1179).



Рис. 1. Эскиз капитального ремонта Вокзальной площади в г. Иваново

В существующих условиях на Вокзальной площади происходит строительство Храма Вознесения Господня.

Капитальный ремонт производился на большой площади в сложных условиях с большим объёмом работы. Существующее асфальтобетонное покрытие проездов, площадок и тротуаров Вокзальной площади находилось в неудовлетворительном состоянии, местами твердое покрытие отсутствовало. Бортовой камень частично разрушен или отсутствовал. Существующие трамвайные пути были демонтированы. Территория существующего сквера на Вокзальной площади засажена деревьями и кустарником, обустроена газонами, имеет дорожно-тропиночную сеть с асфальтобетонным покрытием, подлежащим переустройству на покрытие из тротуарной плитки.

Малые архитектурные формы находились в неудовлетворительном состоянии или отсутствовали. В зону производства работ по капитальному ремонту Вокзальной площади попадали подзем-

ные и надземные инженерные коммуникации, подлежащие переустройству (рис. 2). Наружное освещение территории Вокзальной площади и контактная сеть троллейбуса также подлежали переустройству.

Производство работ велось комплексно-поточным методом специализированными бригадами.

Обеспечение участков производства работ по капитальному ремонту Вокзальной площади строительными материалами, полуфабрикатами и изделиями производилось согласно данным, представленным заказчиком, с использованием существующей сети автомобильных дорог общего пользования. Все поставляемые материалы и изделия были сертифицированы и проходили входной контроль качества и соответствия сертификатам.



Рис. 2. Вокзальная площадь в Иваново в процессе реконструкции

При производстве работ на данном объекте были значительно превышены сроки. Согласно условиям контракта, работы необходимо было завершить 1 декабря 2017 года. Однако реально это произошло только к 1 сентября 2018 года.

Реконструкция Вокзальной площади производилась с отставанием от календарного плана, что было вызвано не только крайне неблагоприятными погодными условиями (затяжные дожди), но и разбалансированностью сроков закупок строительных мате-



риалов, конструкций и изделий и их поставками на стройплощадку. Также возникли проблемы с оплатой заказанных материалов.

С целью решения указанных проблем можно предложить внедрение организационных документов организационно-технологическую документацию, а именно: ведение ведомости «Сроки поставки материалов» и разрабатывать на её основе «Календарный план закупок». В ведомости «Сроки поставки материалов» необходимо на все материалы указывать ориентировочные сроки с момента его оплаты до поступления на объект. Основываясь на этих данных и на текущем темпе строительства, вести «Календарный план закупок». Это поможет избежать как задержек поставок материалов, что может привести к «простоям», так и наоборот, слишком раннего его поступления, что может вызвать трудности со складированием.

В табл. 1 приведен образец ведомости «Сроки поставки материалов» на примере части раздела «Электрооборудование и материалы», использовавшихся при капитальном ремонте Вокзальной площади. Подробная маркировка изделий есть в спецификации проекта, а цены заложены в смете. Задача данной ведомости – дать прорабам и отделу снабжения представление того, когда нужно подавать заявку, а также каким организациям и когда производить оплату. В зависимости от особенностей объекта она может видоизменяться и дополняться.

*Таблица 1*

**Ведомость сроков поставки материалов**

№	Наименование материала	Ед. измерения	Количество	Поставщик	Примерный срок поставки, дн.
1	Трогуарная плитка	тн	700	ООО «Сиян», г. Ярославль	1–5
2	Бордюрный камень	пог. м	814	АО «Железобетон»	1–5
3	Щебень 20-40	м <sup>3</sup>	1,7	Неруд Ресурс	1–2
4	Полоса стальная 40×5 мм	пог. м	40	Ивгент сервис	1–2
5	Колпачок изолирующий КП 18	шт.	12	Крепторг	1–2
.... и т. д.					

На основе составленной ведомости целесообразно разрабатывать календарный план закупки материалов, изделий и конструкций, в котором ко времени монтажа привязывать время на закупку согласно ведомости (табл. 2).

Таблица 2

**Календарный план закупки**

№	Наименование материала	Календарный план закупки									
		1 год									
		2 квартал			3 квартал			4 квартал			
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	Тротуарная плитка										
2	Круглоконическая оцинкованная несилевая опора GALAD										
3	Круглая сталь диаметром 8 мм										
4	Круглая сталь диаметром 18 мм										
5	Бордюрный камень										
6	Асфальтобетонная смесь										
7	Светильник торшерный <i>Al-fresco</i> 70 Вт										

Условные обозначения:

Время монтажа : —————

Время для закупки: —————

Красными линиями указывается время, отведенное на использование в работе материалов, готовых конструкций и полуфабрикатов. Основываясь на данных ведомости «Сроки поставки материалов», синими линиями показаны временные интервалы, отведенные на заказ и оплату соответствующих материально-технических ценностей. Если материал имеет большое распространение и срок его поставки не занимает больше 1–2 дней, то красная и синяя линии совпадают. Данный эффект будет иметь положительное влияние на загруженность приобъектных складов. Если же позиция является «заказной», то оптимальным моментом для заказа и оплаты будет являться крайняя левая точка синей линии, а критическим правая крайняя точка.

С помощью предлагаемых дополнений становится более эффективной систематизация и распределение строительных материалов,

технических решений и технологий, снизится нагрузка на при-  
объектные склады и места складирования материалов, возрастут  
темпы работы. Все эти факторы положительно отразятся в эконо-  
мической среде организации и значительно сократят сроки сдачи  
объекта в эксплуатацию.

## Литература

1. Шрейбер А. К., Опарина Л. А. Современные проблемы управления крупными проектами капитального строительства // Экономика строительства. 2016. № 6 (42). С. 5–9.
2. Федосов С. В., Федосеев В. Н., Котлов В. Г., Петрухин А. Б., Опарина Л. А., Мартынов И. А. Теоретические основы и методы повышения энергоэффективных жилых и общественных зданий и зданий текстильной и лёгкой промышленности. Иваново: ПресСто, 2018. 320 с.
3. Опарина Л. А., Опарин Р. Ю. Экономика и организация архитектурного проектирования и строительства. Иван. гос. архит.-строит. ун-т. Иваново, 2011. 282 с.

УДК 624.016 УДК693.955

*Любовь Григорьевна*

*Ворона-Сливинская,*

д-р экон. наук, профессор

*Юрий Иванович Тилинин,*

канд. техн. наук, доцент

(Санкт-Петербургский государственный

архитектурно-строительный университет)

*E-mail: Ly161@yandex.ru, tilsp@inbox.ru*

*Lyubov Grigoryevna*

*Vorona-Slivinskaya, Dr. of Sci. Ec.,*

Professor

*Yuri Ivanovich Tilin,*

PhD of Tech. Sci., Associate Professor

(Saint Petersburg State University

of Architecture and Civil Engineering)

*E-mail: Ly161@yandex.ru, tilsp@inbox.ru*

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОТОЧНОГО МЕТОДА В АВТОДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

### EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF THE IN-LINE METHOD IN ROAD CONSTRUCTION

Оценка эффективности поточного метода в дорожном строительстве, заключается в сопоставлении времени работы всех механизированных звеньев развернутого специализированного потока с общей продолжительностью работ, включающей время развертывания и свертывания потока. На малых участках дороги применяют последовательный метод работ, на больших- параллельно-поточный.

*Ключевые слова:* оценка, эффективность, дорожная насыпь, автодорога, метод поточного строительства, простой процесс, частный поток, коэффициент эффективности.

Evaluation of the efficiency of the in-line method in road construction consists in comparing the operating time of all mechanized links of a deployed specialized stream with the total duration of work, including the time of deployment and curtailing of the flow. In small sections of the road, a consistent method of work is used; in large sections, parallel-flow.

*Keywords:* evaluation, efficiency, road embankment, highway, in-line construction method, simple process, private flow, efficiency ratio.

Основание насыпи при строительстве автомобильных дорог в Ленинградской области представляет собой ровный рельеф местности с повышенной влажностью грунта. Строительство насыпи в основном осуществлялось из привозимого самосвалами

песчаного грунта. Анализируя опыт строительства участка линейной насыпи в Шушарах, авторы произвели оценку эффективности примененного поточного метода строительства.

При строительстве линейных земляных сооружений в виде дорожных насыпей, как правило, считается априори эффективным применение поточного метода строительства, однако уровень эффективности поточного строительства зависит во многом от характеристик возводимого сооружения [1].

Поточный метод строительства, характеризующегося делением годового фронта работ по возведению сооружения на захватки (участки), на которых располагаются средства производства и исполнители простого технологического процесса, так называемые механизированные звенья. Движение по захваткам механизированных звеньев, специализирующихся на выполнении простых технологических процессов организуется в технологической последовательности. Строительная продукция простого процесса производится частным потоком [2].

Технологически связанные простые процессы образуют комплексный процесс, строительная продукция которого производится специализированным потоком. В качестве строительной продукции специализированного потока выступает участок земляной насыпи, изготовленной путем выполнения следующих простых процессов механизированными звеньями частных потоков: механизированной разработки, транспортирования, укладки и распределения грунта, а также его уплотнения и отделки откосов насыпи [3].

Линейная насыпь возводится, как правило, отсыпкой слоев из привозимого самосвалами карьерного грунта. При возведении насыпи на основаниях нормальной влажности и прочности отсыпка привезенного грунта ведется полосами (призмами) от краев к середине насыпи (рис. 1, а), а на переувлажненных и слабых основаниях полосами, укладываемыми от середины насыпи к краям до высоты 3 м, а затем, наоборот, – от краев к середине (рис. 1, б).

При *послойной укладке в насыпь карьерного грунта автосамосвалами* отсыпка грунта ведется с движением потока в направлении «на себя». На первой захватке выполняется подготовка основания насыпи путем срезки растительного слоя бульдозером до

проектной высотной отметки, на второй захватке автосамосвалы въезжают на отведенный участок и разгружают грунт в отвалы для очередного слоя грунта. На третьей захватке очередной слой грунта разравнивается бульдозером, на четвертой – разравненный слой грунта предварительно уплотняется катками на пневматических шинах, на пятой – выполняется грейдером окончательная планировка предварительно уплотненного слоя грунта, на шестой – после окончательной планировки производится окончательное уплотнение очередного слоя грунта при помощи катков с гладкими вальцами (рис. 2).

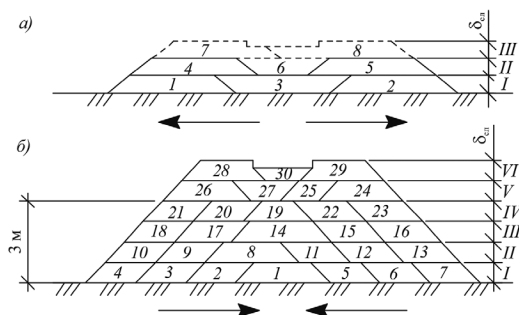


Рис. 1. Схемы возведения линейных насыпей из карьерного грунта:  
*a* – в нормальных условиях; *б* – на переувлажненных основаниях;  
 1...30 – порядок отсыпки грунтовых призм;  
 I...VI – очередность отсыпки слоев толщиной  $\delta_{сч}$  в насыпь [4]

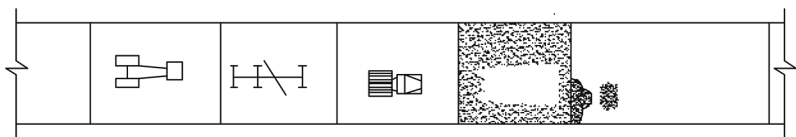


Рис. 2. Схема поточной организации работы при отсыпке линейной насыпи карьерным грунтом при помощи комплекта машин комплексной механизированной бригады, состоящей из механизированных звеньев:  
 I – каток с гладкими вальцами; 2 – автогрейдер; 3 – каток на пневматических шинах; 4 – бульдозер; 5 – автосамосвал; 6 – направление работ;  
 I – подготовка основания; II – отсыпка грунта; III – разравнивание;  
 IV – уплотнение; V – окончательная планировка;  
 VI – окончательное уплотнение [4]

Рассмотренный авторами поточный метод организации возведения линейной земляной насыпи на ровном участке местности из привозимого песчаного грунта имеет главное преимущество, заключающееся в непрерывности и согласованности работы строительных машин.

Однако, применение на практике поточного метода требует массовости производства, заключающейся в больших объемах работ, позволяющих развернуть поток, то есть ввести в работу все механизированные звенья и достаточно долго вести таким методом выпуск строительной продукции в виде ежедневно завершенных строительством очередных участков насыпи в объеме захватки.

Кроме поточного метода при необходимости применяется последовательный метод организации работ на коротких дистанциях (участка пути), ограниченных естественными преградами в виде рек или оврагов.

Применение последовательного метода на протяженных дистанциях ведет к значительному простоем строительных машин.

Параллельный (одновременный) метод на двух или более дистанциях применяется, как правило, в сочетании с поточным методом организации работ. Параллельный метод применяется при наличии большого фронта работ в виде отдельных достаточно протяженных дистанций и нескольких однотипных комплектов строительных машин, когда имеется возможность одновременно выполнять поточным методом работу на двух или более дистанциях [5].

Параллельно-поточный метод, рассмотренный выше, применяется на важных объектах государственной инфраструктуры с директивными сроками выполнения работ. Такой метод строительства позволяет исключить простой фронта работ и максимально сосредоточить на строительстве ресурсы с целью быстрее выполнения производственной задачи [6].

Такой способ позволяет значительно ускорить строительство благодаря сосредоточению большого количества трудовых и материально-технических ресурсов многих специализированных подразделений [7].

Количественно оценить предполагаемую целесообразность применения поточного метода строительства земляной линейной

насыпи авторы предлагают по коэффициенту эффективности, вычисляемому по формуле

$$\mathcal{E}_n = \frac{A - (A_0 + A_c)}{A}, \quad (1)$$

где  $A$  – календарная продолжительность работы потока в течение года (квартала) от начала работы первого механизированного звена до конца работы последнего;  $A_0$  – период разворачивания потока, равный времени в сменах от начала работы первого специализированного подразделения (звена) до начала работы последнего;  $A_c$  – период свертывания потока, равный времени в сменах от полного окончания работы первого специализированного подразделения (звена) до полного окончания работы последнего

Авторы провели экспертный опрос специалистов в области организации строительства земляных сооружений на предмет целесообразности применения поточного метода строительства при отсыпке земляной линейной насыпи. В качестве критерия экспертной оценки применили коэффициенту эффективности, вычисляемый как соотношение периода установившегося потока  $A_{уст}$  (время одновременного действия всех механизированных звеньев) к периоду продолжительности работ ( $A$ ).

При чем, время одновременного действия всех механизированных звеньев выпуска строительной продукции при возведении земляной насыпи ( $A_{уст}$ ) определяется как разность календарной продолжительности работы потока от начала работы первого механизированного звена до конца работы последнего ( $A$ ) и суммы периодов разворачивания ( $A_0$ ) и свертывания потока ( $A_c$ ).

В результате проведенной экспертной оценки авторы пришли к выводу, что целесообразно применять поточный метод в случае значения коэффициента эффективности потока не менее 0,53. И не целесообразно применять поточный метод, когда разворачивание и свертывание потока происходит существенно дольше, чем период установившегося потока (времени одновременного действия всех механизированных звеньев), то есть при значении коэффициента эффективности потока  $\mathcal{E}_n < 0,33$ .



При расчетном значении коэффициента эффективности потока  $0,33 \leq \mathcal{E}_n \leq 0,53$  применяется комбинация поточного метода с параллельным и последовательным методами.

## Литература

1. *Абдулаев Г. И., Величкин В. З.* Особенности оценки надежности строительных потоков // Инженерно-строительный журнал. 2009. № 4 (6). С. 53–54.
2. *Тилинин Ю. И., Авдеева А. О.* Выбор рационального количества частных строительных потоков производственной программы отделочного предприятия // Коллоквиум-журнал №11 (22), 2018. Часть 6 (Варшава, Польша). С. 4–6.
3. Повышение организационно-технологической надежности строительства линейно-протяженных сооружений методом прогнозирования отказов // Абдуллаев Г. И., Величкин В. З., Солдатенко Т. Н. // Инженерно-строительный журнал. 2013. № 3 (38). С. 43–50.
4. *Тилинин Ю. И., Ильев М. П., Лебедкин А. П.* Технология реконструкции грунтовых и асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог специального назначения способом холодной регенерации // Сборник научных трудов участников межвузовской научно-практической конференции: Современные направления развития технологии, организации и экономики строительства / под общ. ред. д. т. н. профессора. А. Н. Бирюкова. – СПб.: ВИ (ИТ), 2018. С.101–107.
5. Технология строительного производства // Петраков Б. И., Денисов В. Н., Романенко М. В. СПб.: ВИТИ, 2010. 401 с.
6. Параллельно-поточный метод организации строительства // Сиверикова А. И., Величкин В. З. // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. № 4 (31). С. 135–162.
7. Технологические процессы в строительстве / А. Ф. Юдина, В. В. Верстов, Г. М. Бадьин. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2014. – 304 с.
8. *Тилинин Ю. И., Ворона-Сливинская Л. Г.* Архитектурно-строительные системы и технологии для крупномасштабного жилищного строительства. Colloquium-journal. 2019. № 22-1 (46). С. 23–25.

УДК 624.154

*Владимир Васильевич Кочерженко,*  
канд. техн. наук, профессор  
*Людмила Александровна Сулейманова,*  
д-р техн. наук, профессор  
(Белгородский государственный  
технологический университет  
им. В. Г. Шухова)  
*E-mail: ludmilasuleimanova@yandex.ru*

*Vladimir Vasilyevich Kocherzhenko,*  
PhD of Tech. Sci., Professor  
*Lyudmila Aleksandrovna Suleymanova,*  
Dr of Tech. Sci., Professor  
(Belgorod State Technological  
University named after  
V.G. Shukhov)  
*E-mail: ludmilasuleimanova@yandex.ru*

## **ОБОСНОВАНИЕ И ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОГО ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА КРУТЫХ СКЛОНАХ**

### **SUBSTANTIATION AND CHOICE OF RATIONAL ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTION OF CONSTRUCTION OF BUILDINGS AND STRUCTURES ON STEEP SLOPES**

В статье рассмотрены три варианта организационно-технологических и конструктивных решений при строительстве зданий и сооружений на крутых склонах пересеченной местности с использованием метода террасирования. При этом крутой склон разбит на несколько террас (захваток), на которых организованы специализированные объектный потоки, в результате реализации которых созданы террасы. Учитывая, что комплексная безопасность на стадии строительства и эксплуатации зданий на склонах в значительной степени зависит от надежности подпорных стенок, рассмотрены три варианта их конструктивно-технологических решений: каждый вариант подпорных стенок рассчитан по несущей способности, для каждого варианта определены расход материалов, продолжительность, трудоемкость и стоимость строительно-монтажных работ.

*Ключевые слова:* организационно-технологические решения, подпорные стены, метод террасирования, несущая способность, буронабивные сваи, крутые склоны.

The article discusses three options for organizational, technological and constructive solutions in the construction of buildings and structures on the steep slopes of rough terrain using the method of terracing. At the same time,

the steep slope is divided into several terraces (divisions), on which specialized and object flows are organized, as a result of the implementation of which terraces were created. Taking into account that the integrated safety at the stage of construction and exploitation of buildings on slopes largely depends on the reliability of retaining walls, three options for their structural and technological solutions are considered: each option of retaining walls is calculated according to the bearing capacity, for each option the consumption of materials, duration, complexity and cost of construction and installation works are determined.

*Keywords:* organizational and technological solutions, retaining walls, method of terracing, bearing capacity, filling piles, steep slope.

В Европейской части России значительные площади занимают пересеченная местность, характеризующаяся возвышенностями, оврагами и крутыми склонами в поймах рек. При увеличении площади застройки здания располагают на крутых склонах пересеченной местности. Освоение таких участков требует их террасирования – создания горизонтальных террас, усиленных подпорными стенками [1, 2]. Внешний вид горизонтальной террасы представлен на рис. 1.



Рис. 1. Внешний вид горизонтальной террасы

Главная цель подпорных стенок заключается в удержании от сползания грунта, расположенного в верхней части террасы, на нижележащую часть. Учитывая, что подпорные стенки из буронабивных свай чрезвычайно устойчивы и технологичны в изготовлении на крутых склонах [3...6], в работе рассмотрен этот вид подпорных стенок. Внешний вид подпорной стены из буронабивных свай представлен на рис. 2.



Рис. 2. Внешний вид подпорной стены из буронабивных свай

Исходя из инженерно-технологических и инженерных условий (наличия механизмов, специализированных организаций и т. д.), технология возведения многоярусного террасирования крутых склонов возможна «сверху-вниз» или «снизу-вверх». На рис. 3 разработаны и представлены схемы организации поточного производства работ при многоярусном террасировании крутых склонов. При этом весь склон на схемах разбит на пять террас-захваток и рассмотрено два направления движения потока: «сверху-вниз» (рис. 3, *а*) и «снизу-вверх» (рис. 3, *б*).

Первый специализированный поток (срезка слоя грунта на склоне бульдозером) имеет цель – образование стартовой площадки для организации фронта последующим работам на V захватке с последующим переходом на IV захватку (ярус).

Второй специализированный поток – бурение скважин (при необходимости под защитой обсадных труб), монтаж арматурных каркасов и бетонирование буронабивных свай в подземной части склона для возведения подпорной стенки, которая показана на IV террасе (рис. 3).

Третий специализированный поток – наращивание буронабивных свай и стенки в надземной части. Данный поток состоит из следующих операций:

- наращивание свай;
- бетонирование ростверка;
- заделка промежутков между сваями (III захватка-терраса).

Четвертый специализированный поток – экскаваторная разработка грунта в верхней части II террасы (рис. 3, поз. 5) и выравнивание площади II яруса.

Перечисленные специализированные потоки организуют объемный поток, в результате реализации которого крутой склон пересеченной местности подготовлен к строительству на нем зданий и сооружений.

При террасировании крутых склонов для строительства на них зданий и сооружений одной из основных задач является обеспечение комплексной безопасности на стадии строительства и эксплуатации зданий, которая в значительной степени зависит от надежности подпорных стенок [1, 7, 8]. Поэтому в соответствии с расчетом по несущей способности на горизонтальное давление грунта, их конструированием и расчетом расхода материалов в работе рассмотрены три варианта конструктивно-технологических решений подпорных стенок. Варианты конструктивно-технологических решений подпорных стенок при террасировании крутых склонов приведены на рис. 4.

Все виды подпорных стенок выполнены из бетона класса  $B20$ , арматуры класса  $A400$ . Расчет и конструирование трех видов подпорных стенок выполнены в суглинках тугопластичных, имеющих следующие характеристики: показатель текучести ( $I_L$ ) – 0,4; угол внутреннего трения ( $\varphi$ ) –  $21^\circ$ ; удельное сцепление ( $c$ ) –  $85\text{ кН/м}$ ; удельный вес ( $\gamma$ ) –  $18\text{ кН/м}^3$  [1, 7].

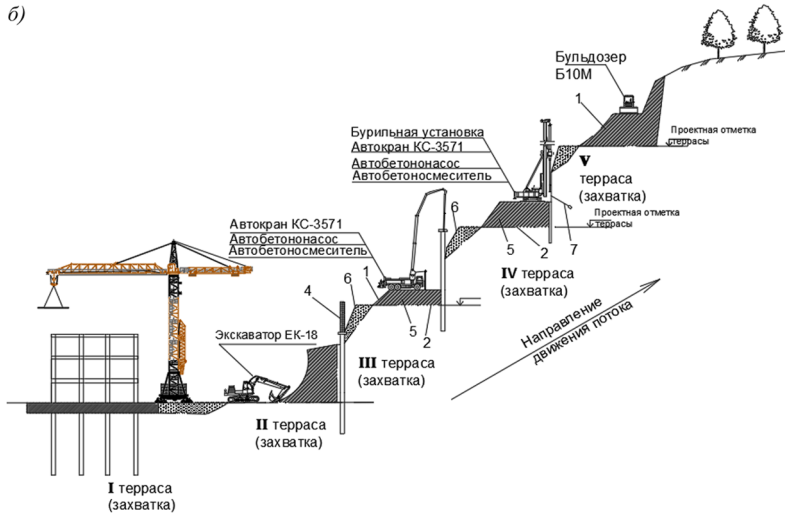
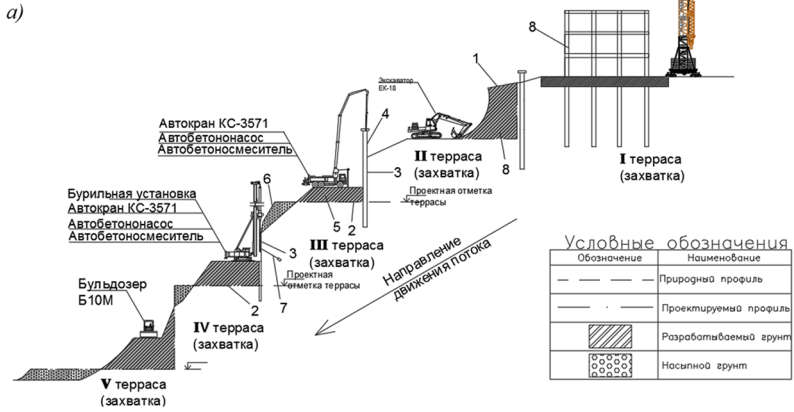


Рис. 3. Схема организации поточного производства работ при многоярусном террасировании крутых склонов:

- а – направление движения потока «сверху–вниз»; б – то же «снизу–вверх»;
- 1 – природный профиль крутого склона; 2 – проектный профиль террасы;
- 3 – подземная часть буронабивных свай; 4 – надземная часть буронабивных свай и подпорной стенки; 5 – срезаемый грунт;
- 6 – насыпаемый грунт; 7 – грунтовые анкера;
- 8 – возводимое здание

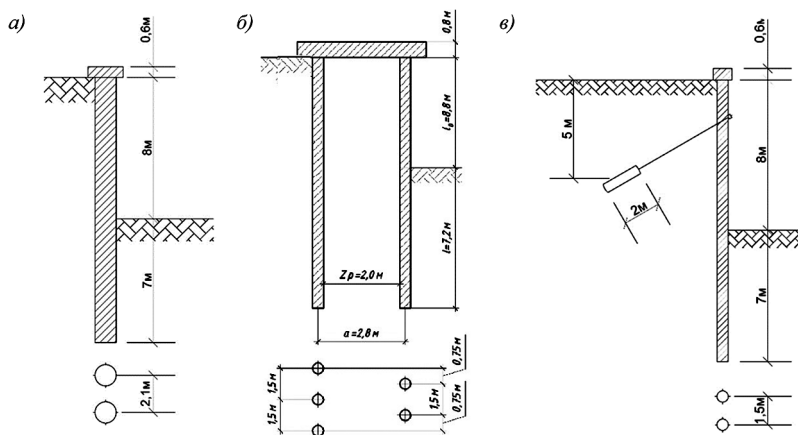


Рис. 4. Варианты конструктивно-технологических решений подпорных стенок при террасировании крутых склонов:  
*а* – однорядное расположение буронабивных железобетонных свай  $d = 1,2$  м,  $l = 15,0$  м, с шагом  $2,1$  м; *б* – двухрядное расположение буронабивных свай  $d = 0,8$  м,  $l = 16,0$  м; *в* – однорядное расположение буронабивных свай  $d = 0,6$  м,  $l = 15,0$  м с одним рядом грунтовых анкеров, с шагом  $3,0$  м

Расход материала на возведение рассматриваемых вариантов подпорных стенок рассчитан на 10 пог. м длины поверхности стен. Полученные результаты приведены в табл. 1.

На основании калькуляции нормативных затрат, календарного плана производства работ и стоимости строительно-монтажных работ (СМР) на возведение 10 пог. м для трех вариантов подпорных стенок определены нормативные затраты труда; продолжительность и стоимость СМР [9, 10].

Полученные технико-экономические показатели возведения 10 пог. м трех вариантов подпорных стенок при террасировании крутых склонов приведены в табл. 2.

Полученные результаты, приведенные в табл. 1 и 2 позволили установить, что по расходу материалов третий вариант имеет преимущество по сравнению с первым и вторым в 2...3 раза, однако по трудоемкости и стоимости СМР он уступает первому варианту.

На основе анализа полученных технико-экономических показателей: расхода материалов, продолжительности, трудоемкости, машиноемкости и стоимости СМР на 10 пог. м трех вариантов подпорной стенки при террасировании крутых склонов, а также с учетом комплексной безопасности рациональным вариантом организационно-технологического решения при строительстве зданий и сооружений на крутых склонах следует признать первый: однорядное расположение буронабивных железобетонных свай диаметром 1,2 м, длиной 15,0 м, с шагом 2,1 м и с ростверком.

Таблица 1

**Расход материалов на возведение трех вариантов подпорных стенок длиной 10 пог. м при террасировании крутых склонов**

№ вариантов	Конструкции подпорных стенок	Бетон, м <sup>3</sup>		Арматура, т	
		на 1 сваю	на стенку длиной 10 пог. м	на одну сваю	на сваи стенки длиной 10 пог. м
1	Однорядное расположение свай $d = 1,2 \text{ м}, l = 15,0 \text{ м}$	16,9	101,74	1,27	7,63
2	Двухрядное расположение свай $d = 0,8 \text{ м}, l = 16,0 \text{ м}$	8,0	120,6	0,60	9,04
3	Однорядное расположение свай $d = 0,8 \text{ м}, l = 16,0 \text{ м}$ (с учетом анкеров)	4,3	33,9	0,32	2,54

Таблица 2

**Основные технико-экономические показатели возведения 10 пог. м подпорных стенок трех вариантов при террасировании крутых склонов**

№ варианта	Технико-экономические показатели			
	продолжительность, дней	трудоемкость, человеко-дней	машиноемкость, машино-смен	стоимость СМР (без НДС), руб.
1	3,44	15,2	4,2	6405379,13
2	7,13	37,6	18,4	9567348,82
3	3,74	58,7	4,8	9294073,38



## Литература

1. *Клейн Г. К.* Расчет подпорных стен. – М.: Высшая школа, 1964. 196 с.
2. *Нартов П. С.* Механизация работ при террасировании склонов. – Воронеж, 1972.
3. *Кочерженко В. В., Рудчук В. М.* Методы возведения свайных фундаментов // В сборнике: Наука и инновации в строительстве Сборник докладов III Международной научно-практической конференции к 65-летию БГТУ им. В. Г. Шухова. 2019. С. 203–207.
4. *Дорохина А. А., Рудчук В. М.* Разработка конструктивно-технологического решения по повышению несущей способности буронабивных свай // В сборнике: Международный студенческий строительный форум – 2018 (к 165-летию со дня рождения В. Г. Шухова) Сборник докладов. В 2-х томах. 2018. С. 54–58.
5. *Кочерженко В. В., Лукьянов А. И.* Повышение несущей способности буронабивной сваи в просадочном грунте // В сборнике: Наука и инновации в строительстве Сборник докладов Международной научно-практической конференции (к 165-летию со дня рождения В. Г. Шухова). 2018. С. 70–75.
6. *Лукьянов Н. И., Кочерженко В. В.* Повышение несущей способности буронабивной сваи в просадочном грунте // В сборнике: Научные технологии и инновации Сборник докладов Международной научно-практической конференции. 2016. С. 127–132.
7. *Раяк В.* Расчет давления грунта на подпорные стенки – «Речной транспорт», № 5. 1965. С. 46–50.
8. *Смородинов М. И., Сорочан Е. А., Галицкий В. Г., Федоров Б. С., Александровский Ю. В., Березницкий Ю. А., Бахолдин Б. В., Светинский Е. В., Федоров Б. С., Четыркин Н. С., Арсеньев А. А., Кацов К. П., Мещанский А. Б., Курденков Л. И., Мотузов Я. Я., Бобровский Я. М., Джантимиров Х. А., Остюков Б. С., Наумкина И. Д., Цейтлин М. Г.* Пособие по производству работ при устройстве оснований и фундаментов. (к СНиП 3.02.01-83) / научно-исследовательский институт оснований и подземных сооружений им. Н. М. Герсеванова (НИИОСП им. Н. М. Герсеванова) Госстроя СССР. Москва, 1986.
9. *Кочерженко В. В.* Технология возведения подземных сооружений: Учебное пособие – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2009. 128 с.
10. *Кочерженко В. В., Глаголев Е. С., Кочерженко А. В.* Технология, организация и механизация строительного производства: учебное пособие. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2018. 293 с.

**УДК 625.84**

*Дмитрий Аркадьевич Басовский,*  
канд. техн. наук, доцент  
*Ирина Георгиевна Дегтярева,*  
специалист  
(Санкт-Петербургское государственное  
бюджетное профессиональное  
образовательное учреждение  
«Академия управления городской  
средой, градостроительства и печати»)  
*E-mail: dpo@agp.edu.ru*

*Dmitry Arkadyevich Basovskiy,*  
PhD of Tech. Sci., Associate Professor  
*Degtyareva Irina Georgievna,*  
Specialist  
(Saint-Petersburg  
state-budget professional  
educational institution  
«Academy of Urban Management,  
Planning and Printing»)  
*E-mail: dpo@agp.edu.ru*

**ПЕРСПЕКТИВЫ И СЛОЖНОСТИ  
РАСШИРЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА СЕТИ  
ЛИНЕЙНЫХ ОБЪЕКТОВ  
С ЦЕМЕНТОБЕТОННЫМ ПОКРЫТИЕМ  
НА ПРИМЕРЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

**PROSPECTS AND CHALLENGES  
OF EXTENDING CONSTRUCTION OF A NETWORK  
OF LINEAR OBJECTS WITH A CEMENT CONCRETE  
COVERING ON THE EXAMPLE OF ROADS**

В статье рассматриваются вопросы использования цементобетонных покрытий в строительстве магистральных дорог Российской Федерации, в том числе в неблагоприятных климатических условиях. Приведены примеры применения цементобетонных покрытий. Обозначены причины технологического отставания России в области применения высокоэффективных бетонов в дорожном строительстве. Дан сравнительный анализ технико-экономических преимуществ и сложностей при строительстве и эксплуатации дорог с цементобетонными и асфальтобетонными покрытиями. Особое внимание уделено перспективам использования цементобетонных покрытий при строительстве российского участка транспортного коридора Европа – Западный Китай.

*Ключевые слова:* дорожное строительство, автомобильная дорога, модифицированные бетоны, цементобетонное покрытие, асфальтобетонное покрытие.

The article discusses the use of cement concrete coatings in the construction of trunk roads of the Russian Federation, including in adverse climatic conditions. Examples of the use of cement concrete coatings are given. The reasons for the technological lag of Russia in the field of high-performance concrete in road construction are identified. A comparative analysis of the technical and economic advantages and difficulties in the construction and operation of roads with cement concrete and asphalt concrete coatings is given. Particular attention is paid to the prospects of using cement concrete coatings in the construction of the Russian section of the Europe-Western China transport corridor.

*Keywords:* road construction, road, modified concrete, cement concrete pavement, asphalt concrete pavement

В мировой практике строительства магистральных автомобильных дорог предпочтение отдается преимущественно цементобетонному дорожному покрытию. Впервые эту технологию применили в 1893 году в США, а с 1930-х годов такие дороги стали появляться в Европе.

По статистике в странах Евросоюза доля цементобетонных дорог магистрального типа приближается к 50 %. Цементобетон предпочитают использовать в Австрии, Германии и Бельгии. В Соединенных Штатах цементобетонные автобаны составляют не менее 60 %. Технологии строительства цементобетонных дорог активно применяются в Китае (не менее 50 %), Японии, Австралии. Опыт строительства таких дорог накоплен государствами – союзниками России: Казахстаном и Белоруссией. В Российской Федерации до сегодняшнего дня не менее 97 % дорог имеют асфальтобетонное покрытие (рис. 1).

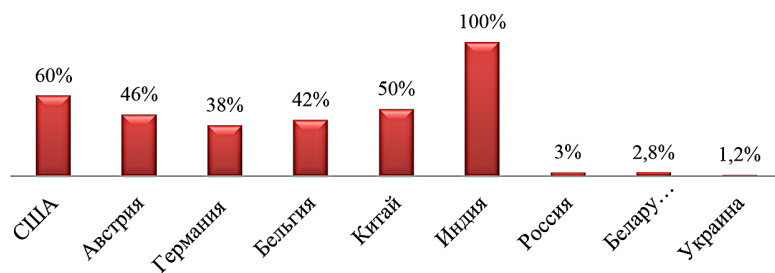


Рис. 1. Доля цементобетонных дорог в странах Европы и мира

Примерами применения цементобетонных покрытий являются:

- автомагистрали;
- аэропорты;
- контейнерные терминалы, перевалочные станции (высокие точечные нагрузки);
- места парковки для грузовиков, объекты придорожного сервиса на автомагистралях (высокие статические нагрузки);
- перекрестки с круговым движением (повышенная сила сдвига);
- внутригородские проблемные зоны: полосы для автобусного движения, автобусные остановки, участки дорог перед светофорами;
- другие транспортные площадки с высокими нагрузками, например пункты взимания дорожных сборов.

В нашей стране, так называемые, бетонки строили с пятидесятих годов прошлого века. Появилось более 10 тысяч километров таких дорог. Но с 1980-х годов из-за почти вдвое большей стоимости по сравнению с асфальтовыми дорогами в стране:

- прекратилось строительство цементобетонных покрытий;
- остановился выпуск машин и механизмов для укладки цементобетона;
- были заморожены научные исследования в данной сфере;
- не обновлялась нормативная документация.

В то время пока в России фактически на 30 лет было закрыто целое направление, за рубежом, напротив, продолжали разработку соответствующих машин и механизмов и научные исследования в области применения высокоэффективных бетонов в дорожном строительстве.

В результате:

- разработаны инновационные технологии строительства цементобетонных покрытий с применением армирования цементобетонных покрытий, автоматизированной укладки и специальных методов ухода в автоматизированном режиме и пр.
- выпущены эффективные укладчики со скользящей фермой: комплекс автодорожных строительных машин, который за один проход выдает полностью готовое цементобетонное покрытие;
- созданы принципиально новые модифицированные бетоны, обладающие уникальными физико-механическими и техническими свойствами;

– разработаны пластификаторы, применение которых обеспечивает высокую подвижность цементобетонной смеси при низком водоцементном отношении;

– предложены воздухововлекающие гидрофобизирующие добавки, придающие бетонам высокую морозостойкость.

Перечисленные технологии и материалы обуславливают минимальный срок службы современных цементобетонных покрытий в 30 лет. В некоторых странах перед разработчиками и эксплуатационниками поставлена задача довести срок службы таких покрытий до 50–60 лет.

Проведём сравнительный анализ преимуществ и сложностей использования цементобетонных покрытий на магистральных автодорогах.

Чем скоростная трасса, сделанная из цементобетона, лучше асфальтобетона:

– существенно большая прочность цементобетона в сравнении с асфальтобетоном. Если асфальт в среднем служит 8 – 12 лет, то цементобетон 25–30 лет. На практике иные бетонки функционируют по пятьдесят, а то и по восемьдесят лет, как немецкий автобан А11 Берлин — Штеттин (ныне — польский Щецин), построенный в 1936 году.

– отсутствие пропускной избирательности по видам транспорта: бетонная автомагистраль способна пропускать тяжелую автомобильную технику на высоких скоростях движения. В то время как динамические нагрузки, возникающие в процессе движения многотонных грузовых автофур, способны разрушить асфальтовое покрытие в считанные дни.

– высокая износостойкость и низкая истираемость дорожного полотна, вследствие чего практически отсутствует пыль;

– большой срок службы до капитального ремонта и минимальные трудозатраты на текущие ремонтные работы – следовательно, более низкие эксплуатационные расходы по сравнению с асфальтовым покрытием;

– стабильность деформационных свойств цементобетона при изменении температуры. Цементобетонное покрытие обладает повышенной стойкостью к агрессивному воздействию окружающей

среды (высокие температуры, условия вечной мерзлоты, перепады температур, дожди), чего нельзя сказать об асфальте;

- возможность больших скоростей на магистральных дорогах даже в дождливую погоду за счет высокой шероховатости (асфальт в дождь при экстренном торможении по скольжению напoминает ледяной каток);

- светоотражающая способность бетона – преимущество чрезвычайно ценное на российских просторах – бетон отражает на 30-50% больше света, чем асфальт. В ночное время суток бетонную дорогу лучше видно, что напрямую связано с безопасностью движения;

- бетонное покрытие дольше остается гладким, без трещин и выбоин, ям и рытвин, чем асфальтовое [1].

Минусы цементобетонного покрытия.

- главный недостаток: строить цементобетонные дороги на 20–25% дороже, чем асфальтобетонные. Но, если использовать местные грунты со стабилизатором цемента (исключить транспортные расходы), строительство бетонки дешевле. Более того, в стране работают 48 заводов, производящих отличный цемент [2]. При этом, из-за нехватки высококачественного отечественного битума с производством асфальта в определенных регионах зачастую возникают перебои. Недостающие объемы закупают... в Венесуэле. В этом случае цементобетон безусловно выгоднее.

- цементобетонные дороги из-за особенностей технологии строятся дольше: чтобы бетону набрать 70% прочности необходимо 28 дней, а асфальт можно использовать уже через 8 часов после того, как по нему проехал каток;

- бетон более чувствителен к воздействию противогололёдных реагентов – страдает прочность. Но применение современных технологий нивелирует этот недостаток.

- бетонки шумнее по сравнению с асфальтовыми дорогами. Однако и в этом случае современные технологии гарантируют снижение разницы до минимальных 2–4 дБ. Инновационные покрытия – так называемый обнаженный наполнитель – могут сделать дорогу даже тише асфальта.

Таким образом, при сопоставлении достоинств и недостатков цементобетонных дорог, становится очевидно, что плюсы перекрывают минусы.

В принятой в РФ государственной стратегии развития промышленности строительных материалов прямо говорится об увеличении в будущем доли цементобетонных дорог, которая к 2030 году должна составить порядка 50 % от вновь строящихся автомагистралей,

Согласно недавнему Постановлению Правительства от 30 мая 2017 г. № 658 «О нормативах финансовых затрат и Правилах расчета размера бюджетных ассигнований федерального бюджета на капитальный ремонт, ремонт и содержание автомобильных дорог федерального значения» между ремонтами автомобильных дорог должно проходить не менее 12 лет, а между реконструкциями – 24 года [3]. Эту задачу невозможно будет решить без цементобетонных технологий.

Президент В. В. Путин в майском указе поручил к 2024 г. построить российскую автодорогу, которая станет частью грандиозного проекта – маршрута «Нового Шелкового пути» из Западного Китая в Европу через Казахстан, Россию и Белоруссию. Протяженность российского участка составит 2000 километров, и на треть он будет бетонным. Не вечным, но долговечным. И такими могут и должны стать все новые дороги страны.

## Литература

1. *Басовский Д. А.* Возможности строительства дорог с дорожной одеждой преимущественно с цементобетонным покрытием в РФ // Вестник Академии управления городской средой. 2019. С. 28.

2. *Шевелев М. А., Семин О. А., Немчинов М.* В Асфальт нельзя бетон. Строительные материалы. Оборудование. Технологии XXI века. 2018. № 3 – 4. С. 18 – 22.

3. Ассоциация бетонных дорог. Преимущества ЦБ технологии. URL: [https://roadconcrete.ru/about\\_technology/](https://roadconcrete.ru/about_technology/) (дата обращения: 09.01.2020).

**УДК 658.512.88**

*Татьяна Александровна Иванова,*  
канд. техн. наук, доцент  
*Людмила Григорьевна Колесникова,*  
ст. преподаватель  
(Санкт-Петербургский  
государственный архитектурно-  
строительный университет)  
*E-mail: raketadrom@yandex.ru,*  
*lkolesnikova@lan.spbgasu.ru*

*Tatiana Aleksandrovna Ivanova,*  
PhD of Tech. Sci., Associate Professor  
*Ludmila Grigorievna Kolesnikova,*  
Senior Lecturer  
(Saint Petersburg State  
University of Architecture  
and Civil Engineering)  
*E-mail: raketadrom@yandex.ru,*  
*lkolesnikova@lan.spbgasu.ru*

## **ГРАФИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ СТРОЙИНДУСТРИИ**

### **GRAPHIC METHODS OF ORGANIZATION OF PRODUCTION PROCESSES AT THE ENTERPRISE OF CONSTRUCTION INDUSTRY**

Организация производственных процессов основная задача, стоящая перед управленческим персоналом. От нее будет зависеть загруженность оборудования и рабочей силы, а также простои, которые могут образовываться в процессе работы. Предприятия строительных материалов требуют дальнейшего развития организации труда и производственных процессов. В статье рассмотрены модели организации работ. Логические модели применяющиеся на предприятиях стройиндустрии, включающие в себя линейно-календарные графики, циклограммы выполнения комплекса работ, циклограммы работы оборудования, сетевые графики. История развития графических школ организации производственного процесса. Научно-практическое значение графические методы организации несут и по сей день, их эффективность проверена годами. Например, одним из создателей графического метода является Генри Гант (1861-1919).

*Ключевые слова:* производственные процессы, модели организации работ, графический метод, циклограммы, линейно-календарный график, сетевой график.

The organization of production processes is the main task facing the management personnel. It will depend on the workload of equipment and labor, as well as downtime that can be formed in the process. Enterprises of building ma-



materials require further development of labor organization and production processes. The article considers the models of work organization. Logical models used at the enterprises of the construction industry, including linear-calendar graphs, cyclograms of the complex of works, cyclograms of equipment operation, network graphs. History of development of graphic schools of the organization of production process. Scientific and practical importance of graphic methods of organization are to this day, their effectiveness has been tested for years. For example, one of the creators of the graphic method is Henry Gant (1861–1919).

*Keywords:* production processes, work organization models, graphic method, cyclograms, linear-calendar schedule, network schedule.

Производственные процессы на предприятии стройиндустрии организуются с помощью моделей организации работ. Модель – это копия, прообраз, средство производственного процесса.

Различают физические модели и символические. Физические модели бывают наглядными (макет здания) и аналоговыми (географическая карта), которые в свою очередь, могут быть статическими и динамическими.

Символические модели отображают реальные объекты и явления, а также различные связи и взаимозависимости между ними и их элементами с помощью графиков, математических зависимостей, слов и других символов. Символические подразделяются на две группы – логические и математические [1].

Логические встречаются в виде графиков, схем, сетей, матриц. Показывают взаимосвязи между элементами рассматриваемых объектов. В них можно отразить последовательность и такое время выполнения производственных процессов и операций, при которых наилучшим образом достигается решение поставленной цели.

Графический метод – это средство иллюстрации процессов, исчисления ряда показателей, оформление результатов анализа. При правильном построении, графические средства обладают наглядностью, выразительностью, доступностью, способствующие анализу явлений, их обобщению и изучению.

На производстве используют логические модели, а именно линейно календарный график, циклограммы выполнения комплекса работ, циклограммы работы оборудования, сетевые графики.

*Линейно-календарный график* представляет собой график, в котором отображается перечень видов работ и операций, указывается вид операций (ручные, машинно-ручные), продолжительность выполнения работ или операций, требуемые ресурсы, квалификация работ, длительность календарных сроков операций и их взаимосвязь. Предложен Генри Лоуренсом Гантом (США) в 1895 году. Он был последователем Уинслоу Фредерика Тейлора – американского инженера - рационализатора (1885-1920), основателя школы научного управления, который считал, что для организации труда необходим научный подход. Исследователь Генри Гант одно время работал помощником инженера Тейлора, они успешно сотрудничали. После 1900 года он уже был известным и занимался консультациями по вопросам управления. Гант проводил анализ производственного процесса и пришел к мысли о том, что работники управления не могут спрогнозировать загруженность оборудования на производстве, так же, как и необходимость в рабочих в то или иное время на технологическом посту. Но ведь эти характеристики позволяют нам узнать резервы времени. Генри Гант сделал вывод о необходимости применения графических моделей.

График включает в себя левую часть с характеристикой работ, наименованием, объемом работ, трудоемкостью, составом бригады, количество смен работы, длительностью выполняемых работ и правую часть. с указанием продолжительности работы в масштабе времени.

«Г. Гант подчеркивал, что исполнителям больше нравится просто сообщать, что сделано, чем в точности сравнивать сделанное с тем, что можно было бы сделать» (из книги «Эволюция научной мысли в менеджменте и организация производства» Бадалова А. Г., Ларионов В. Г., Фалько С. Г.).

*Циклограмма выполнения комплекса работ* – на этих циклограммах показывают фронт работ, календарные сроки выполнения в единицу времени и сами работы без расчленения на сроки, т.е. в укрупнённом виде. Требуемые ресурсы не показываются. Необходимо обозначать время работы по горизонтали и место работы (фронт работ) по вертикали. В этих циклограммах важным условием является поточная организация производственных

процессов. Поточный метод наиболее приемлемый по сравнению с параллельным и последовательным. Благодаря этому не будет простоев в работе, а также больших единовременных материальных затрат. На циклограмме наглядно видно работу (наклонная линия) и ее продолжительность (горизонтальная проекция) [2].

*Циклограмма работы оборудования* – это график, на котором показывают время выполнения операций в минуту. По горизонтали – показывается расстояние в пределах которого перемещается то или иное оборудование. Работы машинного оборудования показывают линиями имеющие различный угол наклона к оси абсцисс. В 1958 году Борис Владимирович Стефанов предложил циклограммы работы технологического транспортного оборудования (бетонукладчиков, кранов, тележек и т. д.).

Отличительной особенностью является то, что она строится под схемой организации технологических линий. Чем больше движение (перемещение) тем угол наклона к оси абсцисс меньше, чем медленнее – тем больше. Если машина стоит, то этот простой показывается вертикальной линией.

С помощью циклограмм, предложенных Стефановым, можно на графике отображать всю структуру технологического процесса с разбивкой процесса на отдельные операции с их взаимоувязкой друг с другом, с указанием затрат времени. при этом обеспечивается согласованная работа машины механизма. Они удобны для изучения структуры технологического процесса, для выявления резервов затрат времени, и могут использоваться как нормирование труда, для разработки технологических карт с целью обеспечения необходимости работы.

С развитием теории графов (направление прикладной математики) стало возможным появление сетевой модели. Графом называют геометрическую фигуру, состоящая из точек (вершины графа) и соединяющих эти точки линий (ребра). Если ребра имеют направления, то их называют дугами, а граф – ориентированным. Разновидностью ориентированного графа является сетевая модель. Вершины – события, дуги – работы. Бывает, когда вершины – работы, а дуги – связи между этими работами [3].

Первые сетевые модели появились в США в 1957 г. Там был разработан новый метод – «метод критического пути», в основу которого положен сетевой график. Также в 1958 г. в США создана система ПЕРТ (метод оценки и обзора программы), в основе которой сетевой график. В СССР применение сетевых графиков началось в 1964 г. в строительстве (Буштынская ГРЭС и Лисичанский химкомбинат). В области организации строительства сетевые графики стали обязательными в составе организационно-технологической документации (ПОС, ППР) [1].

Ориентированный график, на котором отображают несколько процессов и взаимосвязь между ними, дающий нам понятие о том какие процессы надо выполнить является *сетевой моделью*. Если параметры этого графика рассчитаны он называется сетевым графиком. Любой сетевой график состоит из работы, события, пути.

Одним из основоположников графических методов организации производственных процессов, помимо Тейлора, является польский инженер и ученый Кароль Адамецки. Этот инженер проводил исследования по проблемам организации производства. Пришел к выводу о необходимости «чертежа» организации работы. Необходимость его создания была на столько же важной, как когда инженер делает чертеж станка до начала его производства. Кароль Адамецки вводит понятие «чертеж» делая его универсальным инженерным расчетом, который способен объединить рабочую силу и механизмы (оборудование). Инженер анализировал производственный процесс неоднократно, сделав при этом выводы что как бы мы не варьировали скорость операций, от этого не будут зависеть простые механизмы и рабочих. Графики позже стали называть «гармонограммы Адамецкого» [4, 5].

Инженер Кароль Адамецки пришел к формулировке закона, необходимого для гармонии организации производственных процессов. В своем труде «О науке организации» он написал: «подбирать органы в соответствии с их графическими характеристиками, а затем необходимо, чтобы эти органы функционировали в тесной между собой связи таким образом, чтобы каждая операция происходила в свое время» [4].

Адамецки был одним из первых, кто обратил внимание на важность контроля. Мировая наука, наряду с заслугами Тейлора, оценила достижения Адамецки и в 1932 году ему была присуждена золотая медаль CIOS (Международный комитет по научному управлению) [6].

Кроме «гармонограмм Адамецкого» в 1918–1919 годах широкую известность также получили «графики Кнеппеля». Чарльз Эдвард Кнеппель (1881–1936) был последователем «тейлоризма» и прошел путь от рабочего до мастера на предприятиях Нью-Йорка [7]. Далее инженер работал в фирмах, консультирующих по вопросам организации производства. Считал, что для организации производственных процессов нужны: централизация, управление в должном объеме, планирование работы, начиная с последнего этапа к первому, пропорциональность закупаемого оборудования к имеющейся пропускной способности, обеспечение материалами согласно плану производства.

Графический метод Кнеппеля можно считать новым шагом в развитии графического подхода к моделированию производственных процессов [7]. Благодаря Кнеппелю и его методу можно точно знать время выполнения каждой операции по изготовлению изделий.

Можно сделать следующие выводы о графическом методе организации производства:

1. Большой вклад в создание графических методов внесли: Чарльз Кнеппель, Кароль Адамецки, Борис Стефанов, Генри Гант, Фредерик Тейлор. Благодаря наследию этих инженеров графические методы эффективно применяются в организации производственных процессов и организации управленческих функций.

2. Графическое изображение дает нам наглядное представление показателей: продолжительности, видов работ, рабочих занятых в производстве, резервы времени, объемы выполняемых работ.

3. Единство работы (гармония) рабочей силы и оборудования

4. Возможность учета недостатков в работе на следующий период.

5. Планирование процессов, как важная необходимость развития производства.

## Литература

1. *Агарков А. П.* Теория организации. Организация производства: учебное пособие / А. П. Агарков, Р. С. Голов, А. М. Голиков. – Москва : Дашков и К, 2017. – 272 с.
2. Организация производства: Конспект лекций / Н. Т. Савруков, Ш. М. Закиров, С.-Петербург. гос. техн. ун-т. – СПб. : Лань, 2002. – 224 с. : ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – На рус. яз. – ISBN 5-8114-0289-9 : 49.78.
3. *Бадалова А. Г.* Эволюция научной мысли в менеджменте и организация производства: учебное пособие / А. Г. Бадалова, В. Г. Ларионов, С. Г. Фалько. – Москва: Дашков и К, 2015. – 192 с.
4. *Адамецки К.* О науке организации. – М. : Экономика, 1972.
5. История менеджмента: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по экономическим специальностям /И. И. Семенова. – 2-е изд., перераб. и доп. — М.: ЮНИТИ – ДАНА, 2009 – 199 с.
6. История науки об организации производства (НОП): Библиогр. словарь выдающихся ученых в области НОП / С. Г. Фалько; Под ред. Ю. А. Абрамова; МВТУ им. Н. Э. Баумана. – М.: МВТУ, 1988. – 98 с.
7. *Фалько С. Г.* Графическое моделирование производственных процессов: графики Кнешпеля // Инновации в менеджменте. 2016. № 3 (9). С. 2–3.

**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*

## **ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ И РЕКОНСТРУКЦИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СОРТИРОВОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ**

### **ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR CONSTRUCTION AND RECONSTRUCTION OF RAILWAY SORTING COMPLEXES**

Исследование организационно-технологических решений по строительству и реконструкции инфраструктуры железнодорожных сортировочных станций. Проектирование организации строительных потоков ведется на основе оптимальной компоновки технологических процессов и состава объектов, с выделением соответствующих фронтов работ. Критериями оптимальности служат: эффективные значения коэффициента совмещения объектных и специализированных потоков, а также максимально возможная перерабатывающая способность станции в период строительства или реконструкции.

Ввиду того, что отраслевые инструктивно-методические нормативные материалы по проектированию организации строительства и реконструкции сортировочных станций отсутствуют, результаты исследований, приведенные в статье, имеют большую практическую значимость.

*Ключевые слова:* сортировочные станции; организационно-технологические исследования; попарковые специализированные потоки, сквозные специализированные потоки.

Study of organizational and technological solutions for construction and reconstruction of railway marshalling yards infrastructure. Design of organization of construction flows is carried out on the basis of optimal layout of tech-

nological processes and composition of objects with allocation of corresponding fronts of works. The criteria of optimality are effective values of the coefficient of combination of object and specialized flows, as well as the maximum possible processing capacity of the station during construction or reconstruction.

Due to the fact that there are no sectoral instructional and methodological normative materials on the design of the organization of construction and reconstruction of marshalling yards, the results of the studies given in the article have great practical significance.

*Keywords:* switchyards; organizational and technological researches; pair specialized streams, end-to-end specialized streams.

Сортировочные станции входят в большой класс железнодорожных грузовых станционных систем, предназначенных для регулирования; переработки и пропуска вагонопотоков по направлениям. Основными компонентами таких станций являются: парк приема (ПП); сортировочный парк (СП) и парк отправления (ПО).

Национальными проектами по развитию железнодорожного транспорта [1] предусматривается большой объем (30–40 % от общего) работ по строительству и реконструкции объектов станционной инфраструктуры (рис. 1).



Рис. 1. Динамика инвестиций в строительство и реконструкцию железнодорожных станций (инвестиционные проекты развития железнодорожной инфраструктуры: 1 – на подходах к портам Северо-Запада; 2 – на подходах к портам Азово-Черноморского бассейна; 3 – Восточной части БАМА)



При строительстве и реконструкции железнодорожных сортировочных комплексов работы ведутся при движении поездов по существующим или построенным путям и при поэтапном вводе объектов в эксплуатацию [2; 3; 4; 5; 6]. Специализированные и комплексные строительные потоки формируются из следующих видов работ:

- строительство внутриузловых соединительных путей;
- строительство новых главных путей;
- увеличение длины приемо-отправочных путей;
- реконструкция существующих сортировочных горок;
- строительство дополнительных сортировочных систем;
- укладка дополнительных съездов;
- реконструкция стрелочных групп и стрелочных горловин;
- реконструкция и модернизация систем ЖАТ приемо-отправочных путей;
- строительство и реконструкция систем энергоснабжения.
- реконструкция; модернизация устройств ЖАТ и горочного оборудования сортировочных систем.

Объемы и фронты работ для специализированных и комплексного потоков группируются по элементам железнодорожной сортировочной станции (рис. 2).

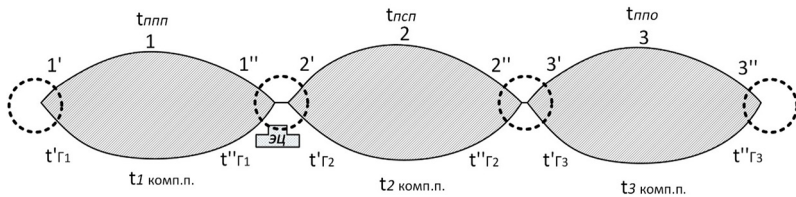


Рис. 2. Фронты работ специализированных потоков при строительстве и реконструкции сортировочной станции

Технологическая компоновка специализированных строительных потоков выполняется:

- для монтажа стрелочных переводов и верхнего строения пути (ВСП) станционных горловин;
- для укладки верхнего строения пути (ВСП) станционных парков;

- для монтажа устройств железнодорожной автоматики и включения горловин и путей в систему электрической централизации;
- для постройки искусственных сооружений;
- для строительства линий электрификации;
- для строительства производственных и служебно-технических зданий.

$$T_{\text{ср.с.с.}} = (t_{1\text{к.п.}} + t_{2\text{к.п.}} + t_{3\text{к.п.}}) \cdot K_c$$

$$t_{1\text{к.п.}} = t'_{Г1} + t_{\text{ппп}} + t''_{Г1}$$

$$t_{2\text{к.п.}} = t'_{Г2} + t_{\text{псп}} + t''_{Г2}$$

$$t_{3\text{к.п.}} = t'_{Г3} + t_{\text{ппо}} + t''_{Г3}$$

$$K_c = [K_{\text{Спп}}; K_{\text{Ссп}}; K_{\text{Спо}}]$$

где 1' – входная горловина парка приёма (стрелочные переводы, замедлители); 1 – ВСП парка приёма; 1'' – выходная горловина парка приёма; 2' – входная горловина сортировочного парка; 2 – ВСП сортировочного парка; 2'' – выходная горловина сортировочного парка; 3' – входная горловина парка отправления; 3 – ВСП парка отправления; 3'' – выходная горловина парка отправления;  $t_{Г}$  – продолжительность специализированного потока по строительству горловины.

Укажем сроки производства работ по строительству сортировочной станции:

$t'_{Г1}$  – время монтажно-укладочных работ по стрелочным переводам входной горловины парка приёма (ПП);  $t_{\text{ппп}}$  – время укладки ВСП парка приёма;  $t''_{Г1}$  – время монтажно-укладочных работ по выходной горловине парка приёма (ПП);  $t'_{Г2}$  – время монтажно-укладочных работ стрелочных переводов по входной горловине сортировочного парка (СП);  $t_{\text{псп}}$  – время укладки ВСП сортировочного парка (СП);  $t''_{Г2}$  – время монтажно-укладочных работ по выходной горловине сортировочного парка;  $t'_{Г3}$  – время монтажно-укладочных работ стрелочных переводов по входной горловине парка отправления;  $t_{\text{ппо}}$  – время укладки ВСП парка отправления;  $t''_{Г3}$  – время монтажно-укладочных работ стрелочных переводов по выходной горловине парка отправления.

При проектировании комплексного строительного потока на строительство или реконструкцию сортировочной станции следует учитывать особенности:

1) строительные потоки организуются так, чтобы не закрывать главных путей и стрелок, входящих в маршруты пропуска поездов через станцию;

2) продолжительность занятия станционных путей и стрелок должна быть наименьшей;

3) при значительном объеме работ они должны быть разбиты на этапы;

4) на каждом этапе должны быть обеспечены необходимый фронт работ и возможность бесперебойного производства работ, комплексная механизация строительства, эффективное использование механизмов и высокая производительность бригад.

Объем и характер каждого этапа (фронт работ) устанавливается, в зависимости от общего объема работ основного назначения по развитию станции; заданных сроков строительства и максимально возможного сохранения перерабатывающей способности станции [7; 8; 9; 10].

Как показали исследования (рис. 3), проведенные автором, оптимальная величина (в процентах от общей сметной стоимости объекта) размера фронта работ комплексного потока ( $F$ ) определяется по величине оптимальной, для данных условий производства строительных или реконструктивных работ, перерабатывающей способности станции ( $Nв$ ).

Варианты развертывания фронтов специализированных потоков рассматриваются:

– попарковые специализированные строительные потоки (с выделением фронта работ внутри соответствующего парка) с включением части станционных горловин;

– сквозные специализированные строительные потоки, с выделением фронта работ сразу по трем паркам.

Варьирование производится комплектами машин, в частности монтажными стреловыми кранами и путеукладочными кранами; с поэлементной укладкой и укладкой блоками стрелочных переводов и рельсошпальной решетки.

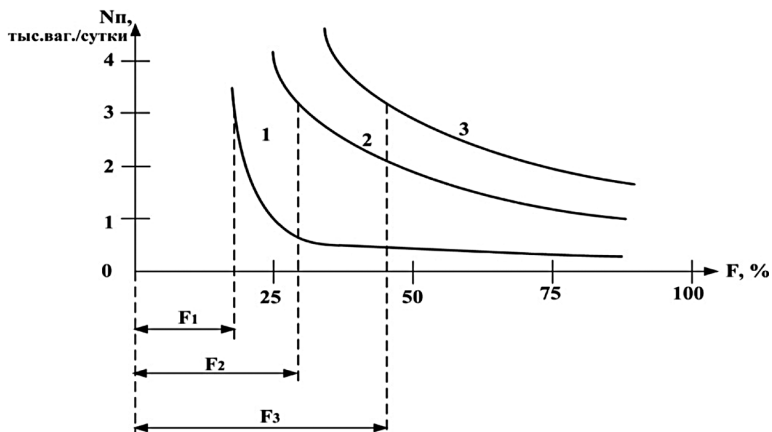


Рис. 3. Зависимость производительности ( $N_p$ ) ж. д. станции от объема выделяемых фронтов работ ( $F$ ) на развертывание строительных потоков, где  $F_1$ ;  $F_2$ ;  $F_3$  – размер строительных потоков фронта предварительных работ до уменьшения перерабатывающей способности соответствующих станций (1 – при строительстве железнодорожной-сортировочной станции; 2 – при реконструкции станций, оборудованных горками с последовательным роспуском; 3 – при реконструкции станций с параллельным роспуском)

Для получаемых, на этой основе, формообразований комплексов работ (ФКР) [11; 12] и технологических схем, разрабатываются варианты календарных графиков с определением коэффициентов совмещения варианта ( $K_{спп}$  – коэффициент совмещения графиков по фронту работ парка приема;  $K_{ссп}$  – коэффициент совмещения графиков по фронту работ сортировочного парка;  $K_{сно}$  – коэффициент совмещения графиков по фронту работ парка отправления). Оптимальным является вариант соответствующий рациональному коэффициенту совмещения ( $K_c$ ). Автором разработаны основные варианты организации системы строительных потоков по критерию оптимального коэффициента совмещения, снижения себестоимости строительно-монтажных работ (текущие затраты  $C$ ); эффективному использованию капитальных вложений в машины и механизмы ( $K_\phi$  единовременные затраты).

Значение рационального коэффициента совмещения ( $K_c$ ) по вариантам организационно-технологических схем (рис. 4)

соответствует пересечению кривых зависимостей ( $K_c$ ) от прироста текущих затрат на себестоимость работ ( $DC_{1-j}$ ) и единовременных затрат в виде капитальных вложений ( $DK_{\Phi 1-j}$ ).

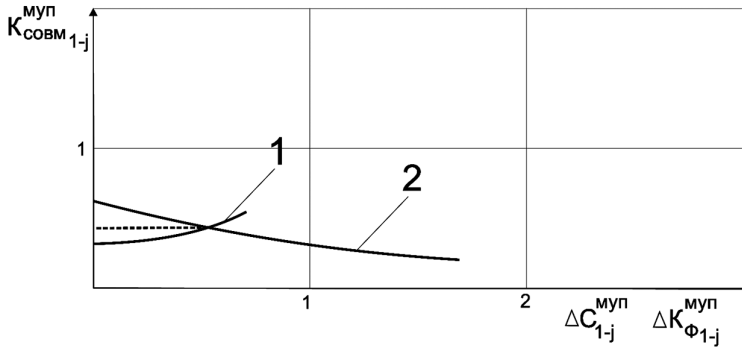


Рис. 4. Определение рационального коэффициента совмещения:

$$K_{совм} = f(\Delta K_{\Phi 1-j}); K_{совм} = f(\Delta C_{1-j})$$

Анализ моделей календарных графиков на объектах реконструкции и строительства станционной инфраструктуры государственного инвестиционного проекта развития железнодорожной инфраструктуры на подходах к портам Северо-Запада [13], показал, что снижение стоимостных показателей в результате применения изложенной методики выбора оптимального варианта схем организации работ по сортировочным станциям составляет 6–8 % от общей сметной стоимости объекта. Ввиду того, что отраслевые инструктивно-методические документы [14] давно не обновлялись, изложенная методика представляет большую практическую значимость.

## Литература

1. Генеральная схема развития сети железных дорог ОАО «РЖД» до 2020 и 2025 года.
2. РФ №781 от 27.12.10 СП 48.13330.2011 «Организация строительства».
3. Правила приемки в эксплуатацию законченных строительством усилением, реконструкцией объектов федерального железнодорожного транспорта. Утверждены МПС Российской Федерации 25.12.2000 г. *И ЦУКС 799 с.*

4. Будников М. С. и др. «Основы поточного строительства». Киев, Будівельник, 1961, 361с.

5. Болотин С. А., Мещанинов И. Ю. Основы постановки частной задачи комбинаторной оптимизации строительства комплекса объектов // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2009. № 2 (602). С. 38–42.

6. Болотин С. А., Мещанинов И. Ю. Методика оценки чувствительности схемы реализации комбинаторной оптимизации очередности освоения объектов // Вестник гражданских инженеров. 2009. № 2 (19). С. 20–24.

7. Олейник П. П. Организация строительного производства. М.: МГСУ: Изд-во АСВ, 2010. 573 с. (Библиотека научных разработок и проектов МГСУ).

8. Методические рекомендации по выбору оптимального варианта организации строительных работ при развитии станций. М., ЦНИИС, 1984.

9. Шепитько Т. В., Гашков Б. В. и др. Рекомендации по технологии и организации укладки и балластировки ЩТИ при скоростном переустройстве станций и реконструкции железных дорог. М., ЦЦИИС, 1989 г.

10. Кабанов А. В. «Исследование организационно-технологических моделей переустройства железнодорожных сортировочных станций»: Статья в журнале «Известия ПГУПС». 2016 год, С 303–310.

11. Кабанов А. В. Узловой метод организации строительства крупных транспортных объектов на примере реконструкции железнодорожной станции // Промышленное и гражданское строительство. 2014, №10, С 108–111.

12. АО «РЖДстрой», Реконструкция станции Лужская-Северная для подключения новых терминалов и соединительных путей. Отчёт. 2016 год. <http://www.rzdstroy.ru/objects/transport/rekonstrukciya-stancii-luzhskaya-severnaya/>

13. Основные положения организации и механизации строительных работ при развитии (переустройстве) железнодорожных станций и узлов. М., Минтрансстрой СССР; 1955г., 37с.

**УДК 004.942:69**

*Елена Ивановна Кисель,*  
канд. техн. наук, доцент  
*Людмила Геннадьевна Срывкина,*  
ст. преподаватель  
(Брестский государственный  
технический университет)  
*E-mail: eleniva2006@mail.ru,*  
*lgsryvkina@mail.ru*

*Elena Ivanovna Kisel,*  
PhD of Tech. Sci., Associate Professor  
*Lyudmila Gennadyevna Sryvkina,*  
Senior Lecturer  
(Brest State Technical  
University)  
*E-mail: eleniva2006@mail.ru,*  
*lgsryvkina@mail.ru*

## **ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ НА ИНВЕСТИЦИОННОЙ СТАДИИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА**

### **FEATURES OF BIM-TECHNOLOGY IMPLEMENTATION IN THE INVESTMENT STAGE OF CONSTRUCTION PROJECTS LIFE CYCLE**

Информационное моделирование зданий (BIM) постепенно входит в практику проектирования и строительства. В Республике Беларусь BIM фактически применяется только на инвестиционной стадии, преимущественно при разработке проектной документации, без выхода на расчет сметной стоимости строительства и календарное планирование (хотя разработано соответствующее программное обеспечение). Сегодня речь идет о целесообразности внедрения BIM во все стадии жизненного цикла сооружений – предынвестиционную, инвестиционную, эксплуатационную и ликвидационную. Это требует реализации комплекса мер по развитию нормативно-правовой и нормативно-технической базы, подготовке кадров, организации взаимодействия информационных ресурсов и программного обеспечения, а также создания системы информационной поддержки всех участников жизненного цикла объектов строительства. При разработке модели на инвестиционно-строительной стадии следует учитывать возможность её применения в дальнейшем эксплуатационном процессе.

*Ключевые слова:* информационное моделирование, жизненный цикл, стадия, объект строительства, уровень управления.

Building Information Modeling (BIM) is gradually entering the practice of design and construction. In the Republic of Belarus, BIM is actually used

only at the investment stage, mainly in the development of project documentation, without going to the construction costing and scheduling (although the corresponding software has been developed). Today we are talking about the feasibility of introducing BIM at all stages of the life cycle of facilities-pre-investment, investment, operational and liquidation. This requires the implementation of a set of measures to develop the legal and regulatory framework, training personnel, organizing the interaction of information resources and software, as well as creating a system of information support for all participants in the life cycle of construction projects. When developing a model at the investment stage, it is necessary to take into account the possibilities of its application in the further operational process.

*Keywords:* information modeling, life cycle, stage, construction project, management level.

## **Введение**

Эффективность внедрения BIM-технологий связывают с сокращением трудоемкости проектирования, ростом качественного уровня проектов, снижением стоимости строительства и, как итог, повышением удовлетворённости заказчиков и конечных потребителей строительной продукции.

По данным аналитического отчёта McGraw-Hill Construction за 2007–2012 годы [1] в Северной Америке степень распространения технологии информационного моделирования зданий постоянно росла: в 2007 году 28 % инженеров, архитекторов, подрядчиков и собственников зданий применяли BIM, в 2009 – 49 %, в 2012 – 71 %. При этом в строительной отрасли около 90 % крупных и средних компаний и 49 % мелких работали с BIM.

Dodge Data & Analytics [2], опросив компании США и Западной Европы, работающие на рынке строительства объектов транспортной инфраструктуры, фиксирует, что число компаний, применяющих технологию информационного моделирования в большинстве проектов, постоянно растёт: 20 % – в 2015 году, 52 % – в 2017 году. По прогнозам к концу 2019 года их станет около 61 %. Большинство опрошенных (87 %) говорят о положительном влиянии BIM на их деятельность, при том, что они только начали открывать для себя её возможности. Для 65 % респондентов рентабельность инвестиций в BIM составила 25 % и более.



## Жизненный цикл объектов строительства в BIM-управлении

Сегодня актуальной темой является исследование возможностей применения BIM-технологии на протяжении всего жизненного цикла объектов строительства, включающего предынвестиционную, инвестиционную, эксплуатационную и ликвидационную стадии, как это отражено на рис. 1.

<b>Предынвестиционная стадия</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ поиск бизнес-идеи</li><li>✓ оценка необходимости и технической возможности её реализации</li><li>✓ оформление инвестиционного замысла в виде декларации о намерениях</li><li>✓ решение вопросов, связанных с земельным участком</li><li>✓ получение разрешительной документации на строительство</li><li>✓ разработка предпроектной документации; принятие решения о целесообразности дальнейшего вложения средств в проектирование и строительство объекта</li></ul>
<b>Инвестиционная стадия</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ разработка проектной документации</li><li>✓ возведение объекта и ввод его в эксплуатацию</li><li>✓ государственная регистрация создания объекта недвижимости и возникновения прав на него</li></ul>
<b>Эксплуатационная стадия</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ использование объекта по назначению с соблюдением установленных правил технической эксплуатации, систематическим проведением комплекса организационно-технических мероприятий по контролю состояния, техническому обслуживанию и ремонту</li><li>✓ регулярное проведение взаимосвязанных технических, экономических, управленческих и правовых экспертиз</li><li>✓ выполнение работ по реконструкции, в том числе модернизации</li></ul>
<b>Ликвидационная стадия</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ снос объекта при исчерпании его потенциала</li><li>✓ утилизация материалов от разборки</li></ul>

Рис. 1. Структура жизненного цикла объекта строительства  
(в соответствии с [3])

Современные информационные модели объектов строительства достигли с учётом выделенных стадий 7D-уровня управления.

Проектирование на уровне 3D позволяет добиться быстрой корректировки проекта, формирует более понятное «поле» для взаимодействия по цепочке заказчик-инвестор-подрядчик-поставщик.

4D (3D+календарное планирование) – дает возможность участникам инвестиционного проекта представить процесс и последовательность работ. Позволяет точно спланировать работу, найти ошибки (конфликты интересов) до начала работ, уменьшить технологические риски. Календарный план полностью интегрируется с моделью 3D.

**5D** (3D + календарное планирование + финансовое планирование) – анализ стоимости, анализ сценариев еще в процессе проектирования.

**6D** (3D + календарное планирование + финансовое планирование + анализ энергоэффективности объекта недвижимости) – позволяет измерить и скорректировать данные по теплопроводности и просчитать количество необходимой энергии на 1 м<sup>2</sup>, рассчитать расходы будущих периодов, что поднимает ценность такого проектирования в глазах инвесторов.

**7D** (проектирование эксплуатационных характеристик объекта) – гарантийный срок эксплуатации, периодичность технических осмотров, условия эксплуатации, состояние элементов и конструкций.

### **Национальные аспекты внедрения технологии информационного моделирования**

Беларусь сегодня прилагает усилия для подключения к затронувшему многие страны мира, в том числе её ближайших соседей, процессу внедрения в основном новой для нее информационной технологии. Без успеха в данной сфере сложно будет выдерживать конкуренцию, как на мировом рынке, так и на отечественном.

Ставка делается на внедрение технологии «сверху», путём расширения и развития нормативной и законодательной базы (таблица), в том числе установления обязательных требований по применению BIM при строительстве объектов, финансируемых с привлечением бюджетных средств.

#### **Нормативно-законодательная база для внедрения BIM-технологий в Республике Беларусь**

Положение нормативной базы	Регулирующий документ
Перечень объектов первого и второго класса сложности, при проектировании которых в обязательном порядке должна применяться технология <i>BIM</i>	Приказ Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 27 октября 2014 г. № 298 [4]. СТБ 2331-2014 «Здания и сооружения. Классификация. Основные положения» [5]

Положение нормативной базы	Регулирующий документ
Юридические лица и индивидуальные предприниматели, являющиеся соискателями на получение аттестата соответствия на выполнение функций генерального проектировщика первой и второй категории, должны подтвердить, что у них имеются рабочие места, оснащенные специализированным программным обеспечением для информационного моделирования строительных объектов	Постановление Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 2 мая 2014 года № 25 [6]
Независимо от источника финансирования строительства, заказчик может принять решение о проектировании с применением BIM-технологии. Технический кодекс говорит, что соответствующую проектную документацию следует оформлять с учётом технических возможностей современных систем автоматизированного проектирования	ТКП45-1.02-295-2014 «Строительство. Проектная документация. Состав и содержание» [7]
Стоимость разработки BIM-модели составляет 30 % от базовой стоимости основных проектных работ (услуг), которые выполнены на основе технологии информационного моделирования, и должна дополнительно оплачиваться заказчиком	НЗТ 8.01.00-2014 «Методические указания о порядке определения стоимости разработки документации проектного обеспечения строительной деятельности ресурсным методом» [8]
Разработан образовательный стандарт специальности переподготовки 1-53 01 07 «Автоматизация проектирования и управления в строительстве» для подготовки специалистов квалификации «Инженер по автоматизации проектирования и управления в строительстве»	Постановление Министерства образования Республики Беларусь от 12 августа 2015 года № 101 [9]
Разработан базе международного стандарта ISO/TS 12911:2012 и введен в действие с 1 марта 2016 года государственный стандарт Республики Беларусь, определяющий основы, технические условия для внедрения BIM	СТБ ISO/TS 12911-2015 «Основные положения руководства по информационному моделированию зданий» [10], утвержден и введен в действие постановлением Госстандарта Республики Беларусь от 28 августа 2015 года № 38

Положение нормативной базы	Регулирующий документ
<p>РУП «Республиканский научно-технический центр по ценообразованию в строительстве» (РНТЦ) является организацией, ответственной за внедрение BIM в области промышленного и гражданского строительства. Утвержден план внедрения BIM до 2022 года. Ключевые этапы плана отражены на рис. 2</p>	<p>Приказ Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 16 марта 2018 года № 70 [11]</p>
<p>Поставлена цель – реализовать цифровую трансформацию строительной отрасли. Основные пути достижения цели:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– создание государственной информационной системы информационной поддержки участников жизненного цикла объектов строительства (ГИС «Госстройпортал»);</li> <li>– оказание максимального содействия внедрению технологии информационного моделирования в строительстве</li> </ul>	<p>Директива Президента Республики Беларусь от 4 марта 2019 г. № 8 [12]</p>

Для достижения поставленной в Директиве [12] цели в 2019 году выполняется НИОК (Т) Р «Разработка информационной технологии создания цифровых моделей объектов строительства посредством информационного взаимодействия участников жизненного цикла объекта строительства на всех его этапах»:

- 1 этап – анализ зарубежного опыта, разработка проектов национальных стандартов в области технологий информационного моделирования; формирование методических подходов к выполнению сметных расчетов;
- 2 этап – создание ГИС «Госстройпортал», в том числе подсистемы «Библиотека базовых элементов»;
- 3 этап – апробация технологии путем реализации пилотного проекта на Гомельском ДСК [13].

План внедрения BIM [11] предусматривает (рис. 2):

- разработку и совершенствование образовательных стандартов специальностей подготовки и переподготовки руководящих работников и специалистов, связанных с созданием объектов

промышленного и гражданского строительства, – автоматизация проектирования и управления в строительстве, архитектура, промышленное и гражданское строительство, экспертиза и управление недвижимостью и т. п.;

– организацию обучения специалистов в отношении применения BIM в рамках высшего образования, дополнительного образования взрослых (повышение квалификации, стажировки, обучающие курсы и др.).

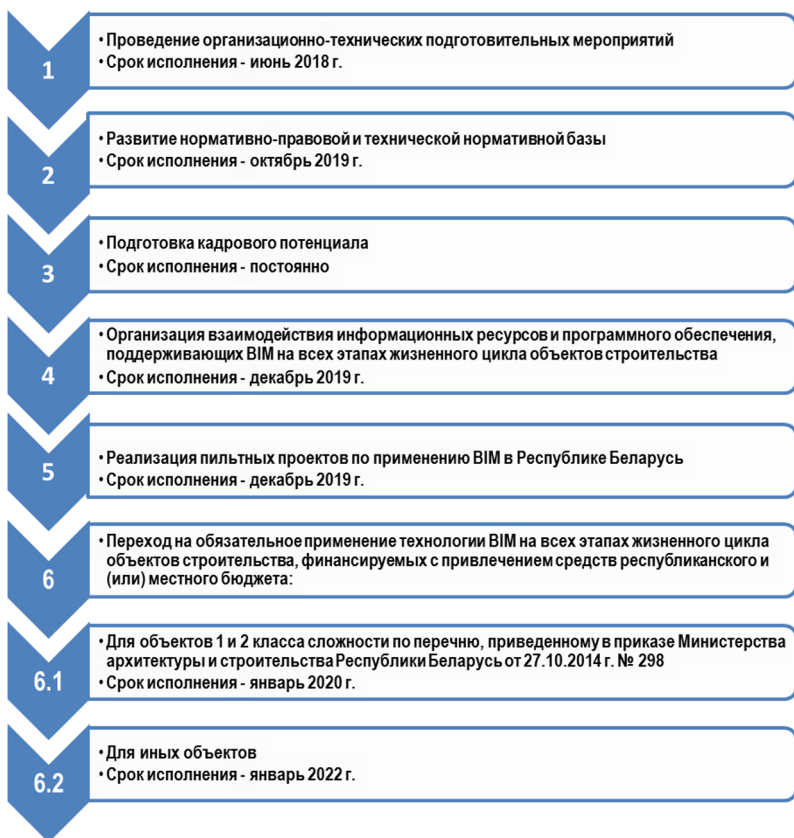


Рис. 2. Основные этапы внедрения технологии BIM на всех этапах жизненного цикла объектов строительства (в соответствии с [11])

Примеры движения в этом направлении имеются. Так, в Межотраслевом институте повышения квалификации и переподготовки кадров Белорусского национального технического университета появилась специальность переподготовки 1-53 01 07, учебный план которой предусматривает изучение информационных технологий проектирования зданий и сооружений, в том числе с применением программного комплекса Autodesk Revit [14]. В том же институте осуществляется повышение квалификации архитекторов, конструкторов и специалистов по проектированию инженерных сетей по 40-часовой программе «Базовый курс информационного моделирования зданий в Autodesk Revit» [15].

В целом процесс внедрения BIM в последнее время активизировался. В Беларуси проводится достаточно большое количество мероприятий различного формата по тематике информационного моделирования в строительстве: Республиканские семинары «Строительство и ценообразование. BIM-технологии» (организатор – РНТЦ, при участии Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь и ОАО «НИИ Стройэкономика»), Международная научно-практическая конференция «BIM-технологии их внедрение. Ценообразование в строительстве» (организатор – РНТЦ, при поддержке Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь), Международная специализированная выставка BUDEXPO (которая включает более двадцати конференций, семинаров, мастер-классов, в том числе конференцию «Цифровое строительство»), серия семинаров «Расширяя границы» (компания GRAPHISOFT совместно с ЗАО «Нанософт» и «ОПЕНБИМ.БЕЛ»), BIM-завтраки (Bentley Systems), BIM-марафон (компания АСКОН-БЕЛ), вебинары («BIM-проектирование в ARCHICAD 19» и др.), конкурсы («Мастер-Renga», «WorldSkills», «BIM-лидер Grundfos» и др.). Эти мероприятия, с одной стороны, содействуют популяризации технологии BIM, а с другой стороны, – являются площадкой для взаимодействия специалистов, обмена опытом, обсуждения многочисленных проблем.

Наибольшая активность наблюдается в столице. На региональном уровне BIM-мероприятий гораздо меньше, как и объектов, на которых внедряются элементы технологии информационного

моделирования. Например, в учреждении образования «Брестский государственный технический университет» с 2017 года проводится Международная научно-техническая конференция «Теория и практика исследований и проектирования в строительстве с применением систем автоматизированного проектирования (САПР)» с мастер-классами по использованию BIM-обеспечения.

Сегодня BIM-технологии применяются в Беларуси отдельными проектными институтами («Белпромпроект», «Белгоспроект», «Гомельский ДСК») преимущественно в рамках реализации пилотных проектов, включенных в государственные программы. Работают с BIM и некоторые частные организации, но, в основном, в ограниченном объеме – при разработке отдельных разделов на уровне 3D [16].

Таким образом, Беларусь находится в самом начале пути, по которому давно и успешно движутся многие страны. Об уровне 7D, охватывающем весь жизненный цикл объекта строительства, пока говорить сложно. Скорее, актуальным является уровень 4D (5D): в 2017 году представлен программный комплекс ABC-RHTЦ, разработанный совместно специалистами РНТЦ, НПДО «Фрагмент» (Беларусь) и ООО НПП «ABC-N» (РФ). Он даёт возможность рассчитать сметную стоимость строительства и сформировать сметный раздел проектной документации на основе данных, полученных из 3D-модели. Сметная программа получает информацию из 3D-модели с помощью программы-рекомпозитора. Программный комплекс может взаимодействовать с различными BIM-системами: Nemetschek Allplan, Autodesk Revit, Renga Architecture, Credo Дороги, Graphisoft ArchiCAD.

Сметные данные дальше могут быть использованы для организационно-технологической подготовки строительного производства. Например, для разработки календарных планов строительства в разделе проектной документации «Организация строительства» и календарных графиков производства работ проектов в составе производства работ на основе системы календарно-сетового планирования «АККОРД».

В настоящее время РНТЦ проводит активную работу по презентации и внедрению комплекса АВС-РНТЦ, включая обучающие семинары (с 2017 года), на которых рассматриваются следующие вопросы: идеология создания и использования единой цифровой модели строительства, автоматизированное формирование сметной документации на основе BIM-моделей, подготовка строительного производства с использованием BIM-моделей.

Но широкого применения ПК АВС-РНТЦ на уровне республики не видно. Так, в областном центре Бресте отсутствуют проектные организации, которые применяют данный комплекс для разработки сметного раздела с применением BIM. Аргументы: в организациях отсутствует системная разработка 3D-решений для всех разделов проекта; высокая стоимость как самого комплекса АВС-РНТЦ (3204 белорусских рубля одно рабочее место на год) и АВС-Рекомпозитора (1200 белорусских рублей), так и специализированного программного обеспечения типа Autodesk Revit; большие расходы по подготовке BIM-сметчика в условиях, когда проектные организации, как и вся строительная отрасль, находятся скорее в состоянии выживания, чем роста и развития.

Тем не менее, технологии информационного моделирования начинают входить в белорусскую практику проектирования, чего нельзя сказать обо всём жизненном цикле объекта строительства.

### **Значение 4D и 5D-уровней в управлении жизненным циклом объектов строительства**

Определяя BIM-технологии как приоритетное направление в совершенствовании процессов проектирования, вопросу информационного управления не уделяется должного внимания. Результатом такого подхода может стать дальнейшее отставание от существующих мировых подходов. В Европейском Союзе дальнейшее внедрение BIM-технологий определяется процессами управления функционированием возводимых (проектируемых) объектов. Что означает построение уровней 3D, 4D, 5D через призму уровней 6D и 7D.



Основные преимущества BIM связаны с комплексной работой над объектом специалистов, участвующих, как в создании информационной модели, так и в её использовании: собственников, девелоперов, эксплуатирующих организаций, архитекторов, конструкторов, проектировщиков инженерных систем, производителей материалов, изделий, конструкций и оборудования, подрядчиков и других. Но важно понимать, что самым главным звеном здесь являются не разработчики модели, а собственники здания, «потому что только они самым объективным образом заинтересованы в комплексном и эффективном подходе к решению проблем сооружения, которым владеют. В первую очередь именно они внимательно считают свои деньги, как расходуемые сейчас, так и предполагаемые к тратам в будущем» [17, с. 103].

Опыт внедрения BIM в разных странах говорит о том, что только после осознания полезности данной технологии собственником здания её начинают активно и эффективно применять и остальные стороны, работающие с объектом.

BIM – это не просто технология проектирования, это информационная модель здания которая может быть полезна (в первую очередь собственнику) на всех стадиях его жизненного цикла объекта недвижимости. Поэтому, разрабатывая такую модель на инвестиционно-строительной стадии, следует учитывать возможности её применения в дальнейшем эксплуатационном процессе (рис. 3, 4).

Переход к стадии 7D-моделирования требует разработки проектной, инвестиционно-строительной, эксплуатационной, ликвидационной моделей и элементов их взаимосвязи. Основная задача управления в данном случае – создание необходимой информационной системы для перехода от одной модели к другой (рис. 5).

Цифровая трансформация строительной отрасли в Беларуси по оценкам специалистов является неизбежной, но протекает очень медленно. Сегодня можно говорить только о единичных проектах, реализованных в 3D-технологии и исключительно редком выходе на 4D, 5D-уровни управления информацией об объекте строительства. На инвестиционной стадии на региональном уровне практически не применяется специализированное программное обеспечение, связанное с управлением проектами [18].

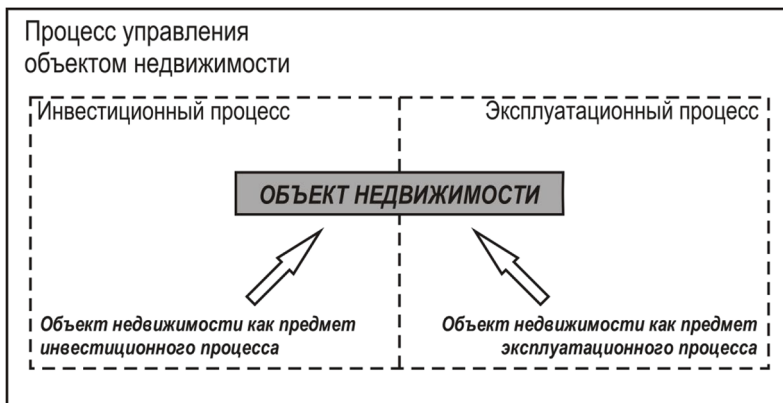


Рис. 3. Базовая схема процесса управления объектом недвижимости

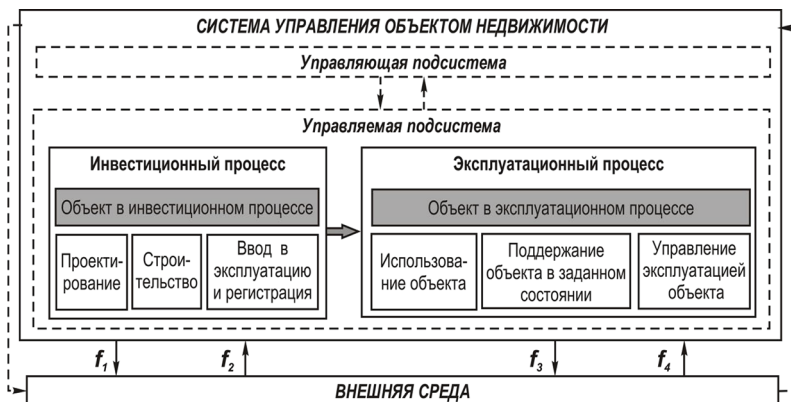


Рис. 4. Взаимодействие инвестиционного и эксплуатационного процессов:

- $f_1$  – влияние инвестиционного процесса на внешнюю среду;
- $f_2$  – влияние внешней среды на инвестиционный процесс;
- $f_3$  – влияние эксплуатационного процесса на внешнюю среду;
- $f_4$  – влияние внешней среды на эксплуатационный процесс

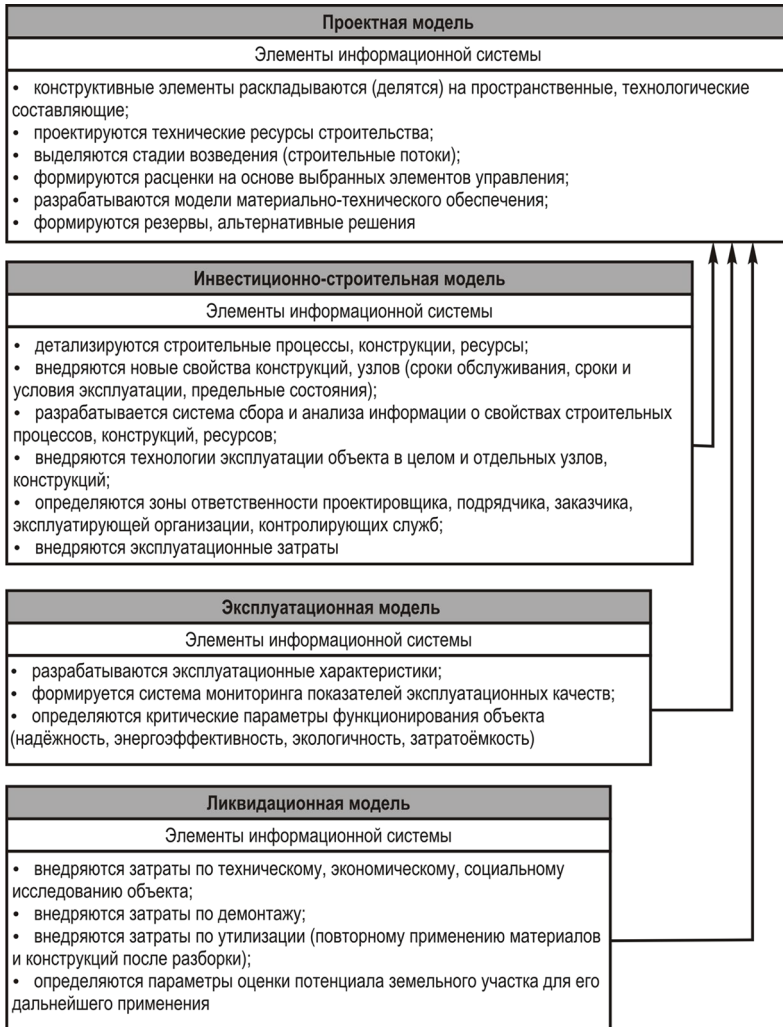


Рис. 5. Взаимосвязь моделей BIM-управления

## Заключение

В Беларуси BIM внедряется «сверху», на нормативно-закондательном уровне, с использованием административного ресурса.

Реализуются достаточно трудоёмкие и ресурсоёмкие процессы по формированию организационных структур для использования технологии информационного моделирования, как на общереспубликанском уровне, так и на уровне отдельных организаций.

К сожалению, внедрение BIM связывают в основном с процессом проектирования, с уровнем 3D, в лучшем случае – 4D, делая акцент исключительно на проектные организации как основное действующее лицо. Информационное управление объектом на протяжении всего его жизненного цикла фактически не является основным вектором внедрения BIM, хотя это и декларируется на законодательном уровне. Забывается, что главная цель – это создание «живой» модели объекта, способной трансформироваться при переходе от одной стадии жизненного цикла к другой и полезной в первую очередь для собственника объекта.

С учетом законодательных требований по внедрению BIM-технологий в Беларуси на всех стадиях жизненного цикла объектов, финансируемых с привлечением средств республиканского и местного бюджетов, и интенсификацией аналогичных процессов в соседних странах, это может привести к вытеснению белорусских проектных и строительных организаций с отечественного рынка.

## Литература

1. The Business Value of BIM in North America: Multi-Year Trend Analysis and User Ratings (2007–2012). McGraw-Hill Construction, 2012. 68 p.
2. The Business Value of BIM for Infrastructure 2017. Dodge Data & Analytics, 2017. 68 p.
3. ТКП 45.1.02-298-2014\*. Строительство. Предпроектная (предынвестиционная) документация. Состав, порядок разработки и утверждения. Мн.: Минстройархитектуры, 2017. 52 с.
4. О применении BIM-технологии в проектировании: приказ Минстройархитектуры Респ. Беларусь от 27 окт. 2014 г. № 298. URL: [http://www.upload.rstc.by/new/pr\\_2018\\_70.pdf](http://www.upload.rstc.by/new/pr_2018_70.pdf) (дата обращения: 25.11.2019).
5. СТБ 2331-2014. Здания и сооружения. Классификация. Основные положения. – Мн.: Минстройархитектуры, 2014. 7 с.
6. О некоторых вопросах аттестации юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, осуществляющих отдельные виды архитектурной, градостроительной, строительной деятельности: пост. Минстройархитектуры Респ. Беларусь от 2 мая 2014 г. № 25 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2014. – № 8/28693.

7. ТКП 45-1.02-295-2014\*. Строительство. Проектная документация. Состав и содержание. Мн.: Минстройархитектуры, 2016. 55 с.

8. НЗТ 8.01.00-2014. Методические указания о порядке определения стоимости разработки документации проектного обеспечения строительной деятельности ресурсным методом. Мн.: Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2014. 42 с.

9. Об утверждении образовательных стандартов переподготовки руководящих работников и специалистов: пост. Министерства образования Респ. Беларусь от 12 авг. 2015 г. № 101 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2015. — № 8/30217.

10. СТБ ISO/TS 12911-2015. Основные положения руководства по информационному моделированию зданий. Мн.: Госстандарт, 2016. 29 с.

11. О внедрении технологии информационного моделирования: приказ Минстройархитектуры Респ. Беларусь от 16 марта 2018 г. № 70. URL: [http://www.upload.rstc.by/new/pr\\_2018\\_70.pdf](http://www.upload.rstc.by/new/pr_2018_70.pdf) (дата обращения: 25.11.2019).

12. О приоритетных направлениях развития строительной отрасли: Директива Президента Респ. Беларусь от 4 марта 2019 г. № 8. URL: [http://president.gov.by/ru/official\\_documents\\_ru/view/direktiva-8-ot-4-marta-2019-g-20630](http://president.gov.by/ru/official_documents_ru/view/direktiva-8-ot-4-marta-2019-g-20630) (дата обращения: 25.11.2019).

13. *Коноплёв А.* В центре внимания – BIM, Госстройпортал, изменения отраслевого законодательства // Республиканская строительная газета. 2019. № 18 (807). С. 1.

14. Переподготовка специалистов с высшим техническим образованием URL: [mipk.by/perepodgotovka.html](http://mipk.by/perepodgotovka.html) (дата обращения: 06.03.2018).

15. О курсе обучения Autodesk Revit URL: <http://mipk.by/autodesk-revit> (дата обращения: 06.03.2018).

16. 12-дневный учебный марафон в Китае // Республиканская строительная газета. 2018. № 7(748). С. 4–5.

17. *Талапов В. В.* Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий. М.: ДМК Пресс, 2011. 392 с.

18. *Кисель Е. И., Срывкина Л. Г.* Информационная поддержка принятия решений при оперативном планировании строительного производства // Архитектурно-строительный комплекс: проблемы, перспективы инновации. Электронный сборник статей международной научной конференции. Новополоцк. 2018. С. 316–322. URL: [http://elib.psu.by:8080/bitstream/123456789/22725/5/Кисель%20Е.И.%2c%20Срывкина%20Л.Г.\\_c316-322.pdf](http://elib.psu.by:8080/bitstream/123456789/22725/5/Кисель%20Е.И.%2c%20Срывкина%20Л.Г._c316-322.pdf) (дата обращения: 25.11.2019).

19. *Срывкина Л. Г., Кисель Е. И.* Совершенствование подходов к внедрению BIM-технологий в контексте жизненного цикла объектов недвижимости // Теория и практика исследований и проектирования в строительстве с применением систем автоматизированного проектирования (САПР). Сборник статей II Международной научно-технической конференции. Брест. 2018. С. 114–122.

УДК 624.016  
693.955

*Юрий Иванович Тилинин,*  
канд. техн. наук, доцент  
*Сергей Анатольевич Бахтинов,*  
ст. преподаватель  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный  
университет)  
*E-mail: tilsp@inbox.ru,*  
*bahtinovsa80@mail.ru*

*Yuri Ivanovich Tilinin,*  
PhD of Tech. Sci., Associate Professor  
*Sergey Anatolevich Bakhtinov,*  
Senior Lecturer  
(Saint Petersburg  
State University of Architecture  
and Civil Engineering)  
*E-mail: tilsp@inbox.ru,*  
*bahtinovsa80@mail.ru*

## **РАЗВИТИЕ ОРГАНИЗАЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ КРУПНОПАНЕЛЬНОГО ДОМОСТРОЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

### **DEVELOPMENT OF THE ORGANIZATION AND TECHNOLOGIES OF LARGE-PANEL HOUSING CONDITIONS IN THE CONDITIONS OF CITY CONSTRUCTION**

В современном городском строительстве применяется несколько домостроительных систем, в основе которых различные строительные технологии возведения несущих и ограждающих конструкций жилых зданий. Строительные технологии имеют свои особенности, которые в зависимости от места и задач строительства выступают как преимущества или как недостатки строительной системы. Для массового строительства жилья экономичного класса на новых территориях наиболее эффективна панельная домостроительная система, в основе которой технология сборного домостроения из железобетонных элементов заводского изготовления. К такому выводу пришли авторы в результате анализа развития технологии сборного строительства в Санкт-Петербурге.

*Ключевые слова:* жилищное строительство, домостроительная система, место строительства, область применения, развитие, сборное домостроение, организация и технология домостроения.

In modern urban construction, several home-building systems are used, based on various construction technologies for the construction of load-bearing and enclosing structures of residential buildings. Building technologies have

their own characteristics, which, depending on the place and tasks of construction, act as advantages or disadvantages of the construction system. For mass construction of economy-class housing in new territories, the most effective is a panel house-building system based on prefabricated house-building technology from prefabricated reinforced concrete elements. The authors came to this conclusion as a result of the analysis of the development of prefabricated construction technology in St. Petersburg.

*Keywords:* housing construction, house-building system, place of construction, field of application, development, prefabricated house-building, organization and technology of house-building.

Область применения домостроительных технологий при строительстве в городской черте плотно зависит от ряда ключевых факторов. Как отражено в [6] к таким факторам относят:

- территориальный – характеризующийся географическим положением и архитектурными особенностями близлежащей застройки;

- технологический – характеризующийся наличием инженерного обеспечения достаточного для всего цикла строительства;

- геологический;

- производственный – характеризующийся мощностями всего строительного комплекса.

В жилищном строительном комплексе г. Санкт-Петербурга, в силу различных причин, наибольшее распространение получили следующие домостроительные технологии: традиционная ручная кладка (в основном в зоне исторической застройки), крупнопанельная, монолитная и сборно-монолитная технология (вне зоны исторической застройки).

Проведенные исследования технологий возведения кирпичных доходных домов в центре Санкт-Петербурга выявило ряд прочностных достоинств и особенностей традиционной кладочной технологии за счет характера совместной работы материала стен [4]. При этом следует отметить высокую стоимость и продолжительность строительства жилых домов из кирпича.

Самым эффективным методом строительства жилья с применением железобетонных элементов является метод панельного домостроения из крупных панелей. По скорости строительства этот

метод быстрее остальных примерно в два раза, а по стоимости дешевле на 20–25% [10].

Возведение крупнопанельных зданий осуществляется путем монтажа сборных железобетонных элементов, изготовленных не на строительной площадке. Технология возведения таких домов заключается в установке в проектное положение готовых сборочных единиц и конструктивных элементов с их выверкой, закреплением, фиксацией, последующей антикоррозионной защитой и бетонированием узлов. После твердения бетона приступают к монтажу панелей междуэтажного перекрытия [8].

Домостроительные комбинаты Главленинградстроя в 1959 году построили сборных железобетонных жилых зданий общей жилой площадью в 17,1 тыс. м<sup>2</sup>, через два года уже 261 тыс. м<sup>2</sup>, а в 1963 году – 751,4 тыс. м<sup>2</sup>. Удельный вес крупнопанельного строительства в 1955 году составлял 5,9 %, в 1959 году составлял 35,9 %, в 1963 году составлял 66,2 % от общей жилой площади жилых домов, введенных в эксплуатацию.

ДСК-1 в 1963 году ввел в эксплуатацию 112,6 тыс. м<sup>2</sup> жилой площади, ДСК-2 в 1963 году ввел в эксплуатацию 169,9 тыс. м<sup>2</sup> жилой площади, ДСК-3 в 1963 году ввел в эксплуатацию 164,3 тыс. м<sup>2</sup> жилой площади, ДСК-4 в 1963 году ввел в эксплуатацию 166,1 тыс. м<sup>2</sup> жилой площади. За счет внедрения поточного метода строительства производительность труда за период с 1955 по 1960 год увеличилась в 1,8 раз. Уровень специализации в 1955 году составлял 44,5 %, а в 1963 году уже 69,6 %. Механовооруженность труда за период с 1955 по 1963 год увеличилась в 1,79 раз. Годовая выработка в среднем по ДСК в м<sup>2</sup> жилой площади на один башенный кран в 1955 году составляла 8400 м<sup>2</sup>, а в 1963 году уже 16 700 м<sup>2</sup> [8]. Коэффициент сборности, отражающий удельную стоимость сборных конструкций в стоимости материальных ресурсов в среднем составлял 0,75, вес здания в среднем составлял 1676 кг / м<sup>2</sup> при средней этажности 6 этажей (дома строились 5,7 и 9 этажей). Около половины составляли 5-ти этажные дома. Вход жилой площади на 1 м<sup>2</sup> площади застройки составлял 2,9 м<sup>2</sup>. Показатели инженерной подготовки территории на 1000 м<sup>2</sup> жилой площади следующие:



- дорожные покрытия 284 м<sup>2</sup>;
- озеленение 1313 м<sup>2</sup>;
- наружные водопроводные сети 25 м;
- канализация 56 м;
- газоснабжение 55 м;
- теплосети 42 м;
- дренаж 74 м.

Структура сметной стоимости по видам затрат:

- основная заработная плата 8,2 %;
- материалы (в том числе сборные конструкции) 70%;
- эксплуатация машин 3 %;
- накладные расходы и плановые накопления 16, 8 %;
- прочие прямые затраты 2 %.

Общестроительные работы по возведению надземной части составляли 88 %, а подземной части – 12 %.

Применение панельного домостроения наряду с использованием поточного метода строительства и значительных средств механизации позволяет существенно повысить производительность и снизить издержки при возведении зданий. Кроме этого, внедрение технологии сборного домостроения позволяет снизить зависимость строительства объектов от климатических и погодных условий по сравнению каменными и бетонными работами. Вследствие этого, в начале 1960-х годах прошлого столетия строительство секционных, сборных многоквартирных жилых домов из железобетонных конструкций заводского изготовления, выпускаемых в виде серийных комплектов, становится основным типом застройки новых жилых районов промышленных городов [8].

Жилая площадь дома определяется как сумма площадей всех жилых комнат.

Коэффициент сборности ( $K_{сб}$ ) рассчитан по формуле

$$K_{сб} = D / (D + M),$$

где  $D$  – стоимость сборных конструкций;  $M$  – стоимость материалов, кроме сборных конструкций.

**Показатели некоторых серий сборных жилых домов  
Главленинградстроя**

Показатели	Домостроительные комбинаты								
	ДСК-1		ДСК-2				ДСК-3		
	Типовые проекты								
	1-335-1	1-335-20	ОД-4	ОД-6	1ЛГ502-6	1ЛГ502-9	Г-2и	Г-3и	Г-5
<b>Проектные показатели</b>									
Количество секций	4	5	4	6	6	9	5	7	1
Количество квартир	80	100	60	90	90	134	50	70	54
Средняя жилая площадь квартиры	31,7	32,3	30,6	30,5	31,6	31,9	37,2	34,7	23,1
Объем здания	12022	15136	9927	14818	14539	21472	9046	11832	7297
Этажность	5	5	5	5	5	5	5	5	5
<b>Общие показатели комплекта сборных конструкций</b>									
Коэффициент сборности	0,70	0,70	0,75	0,75	0,75	0,75	0,70	0,67	0,67
Количество марок изделий	61	61	47	47	47	47	114	114	114
Количество типоразмеров	48	48	33	33	33	33	91	91	91
Средний вес элемента	1267	1267	1415	1415	1830	1830	760	760	760
Коэффициент использования крана	0,70	0,70	0,75	0,75	0,74	0,74	0,67	0,67	0,67

Первые серии панельных домов имели небольшое количество квартир, доля сборных конструкций от общей стоимости строительных материалов составляла не более 75 %. При этом большое количество типоразмеров, применяемых изделий, усложняло их комплектацию и влияло на увеличение запасов и соответственно оборотных средств. Коэффициент использования кранов на строительстве здания был не более 0,75 [7].

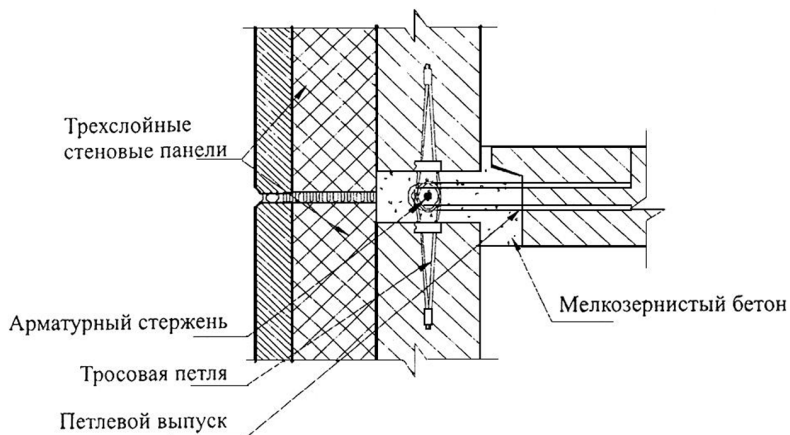
В связи с увеличением массы и высоты подъема сборных конструкций новыми строительными кранами в начале 1970-х годов домостроительные комбинаты совместно с проектными институтами приступают к внедрению новых конструктивных и объемно-планировочных решений панельных зданий. Так, ДСК-3 наладил производство комплектов сборных железобетонных изделий жилых домов новой серии 1-ЛГ-600, разработанной Ленинградским зональным институтом экспериментального проектирования (ЛенЗНИИЭП). Разработанная в 1959 году институтом «ЛЕНПРОЕКТ» типовая серия комплектов железобетонных изделий крупнопанельных многоквартирных жилых домов серии 1-ЛГ-504 возводилась до 1972 года. В 1966 году институт «ЛенЗНИИЭП» разработал усовершенствованный проект 1-ЛГ-504Д жилого девятиэтажного крупнопанельного дома с лифтом. На Обуховском ДСК в 1966 году приступили к производству серии 1-ЛГ-602. За период до 2001 года построено 424 дома. В 1980-е годы были модернизированы имеющиеся серии жилых домов, увеличена высота потолка до 2,7 м; площадь кухни стала не менее 8 м<sup>2</sup> [7, 11].

В 1992 году ДСК-2 был преобразован в современное производство, под брендом ДСК «БЛОК», выпускающее конструкции 137-й серии, оснащенной двумя лифтами (грузовым и пассажирским). В 2012 году на комбинате завершена очередная модернизация производства, начатая еще в 2006 году. В 2011 году к ЗАО «Домостроительный комбинат „Блок“» было присоединено ОАО «Гатчинский ДСК», который с 1973 по 2005 годы выпускал 121 серию сборного панельного железобетонного дома высотой до 17 этажей с высотой жилых помещений 2,7 м и площадью кухонь 12 м<sup>2</sup>. В домах 121 серии в основном однокомнатные, двухкомнатные и трехкомнатные квартиры. В 2002 году ЗАО

«Домостроительный комбинат „Блок“» вошло в состав группы компаний «ЛСР» [7, 11].

В настоящее время, керамзитобетонные наружные стеновые панели заменены на трехслойные, состоящие из наружного и внутреннего бетонных слоев, заключающих в середине теплоизоляционный слой.

Современные конструкции наружных стеновых панелей изготовлены на импортном оборудовании, установленном на ДСК при модернизации в 2012 году и имеют трехслойную конструкцию, а также вертикальный стык с гибкими стальными связями (рисунок) [5, 9].



Вертикальный стык соединения наружных и внутренних стеновых панелей (показан вид сверху)

Появление на строительном рынке современных башенных кранов (таких как Liebherr High Top 280 EC-H 12 Litronic), кранов большой грузоподъемности (типа GROVE GMK 4100L грузоподъемностью 100 тонн), а также грейферного оборудования и буровых установок позволило значительно расширить возможности реализации технических и технологических решений, повысить этажность зданий при строительстве на слабых грунтах, а также более эффективно использовать подземное пространство.

Все это расширяет возможности применения панельного домостроения для зданий высотой до 23 этажей [3].

Нельзя забывать про такое перспективное направление развития панельного и каркасного домостроения как использование кранов-манипуляторов, позволяющий при использовании эффекта самофиксации конструкций максимально механизировать процесс строительства и значительно снизить строки возведения зданий [2].

Таким образом, изучив опыт и развитие крупнопанельного строительства, авторы пришли к выводу, что в условиях массовой застройки новых территорий жилыми домами экономичного класса наиболее целесообразно применение панельной домостроительной системы сборного домостроения.

## Литература

1. Анализ вариантов проектно-строительных решений жилых многоэтажных зданий (на примере Санкт-Петербурга) / А. Ф. Юдина, О. Н. Дьячкова // Вестник гражданских инженеров. 2010. № 2 (23). С. 115–122.
2. Вильман Ю. А., Синенко С. А. Особенности технологии и механизации возведения многоэтажных зданий / Вильман Ю. А., Синенко С. А., Грабовый П. Г., Грабовый К. П., Король Е. А., Каган П. Б. // Вестник МГСУ. 2012. № 4. С. 170–174.
3. Гайдо А. Н. Технологии устройства ограждений котлованов в условиях городской застройки и акваторий / А. Н. Гайдо, В. В. Верстов, Я. В. Иванов. СПб.: СПбГАСУ, 2014. 368 с.
4. Головина С. Г., Сокол Ю. В. К вопросу исследования совместной работы строительных материалов в наружных ограждающих конструкциях в бывших доходных домах исторического центра Санкт-Петербурга // Вестник гражданских инженеров. 2018 №3 (68). С.112–117.
5. Киреева Э. И. Крупнопанельные здания с петлевыми соединениями конструкций // Жилищное строительство. 2013. № 9. С.47–50.
6. Рыбнов Е. И., Егоров А. Н., Хайдуцкий З., Гдимиан Н. Г. Организация и планирование работы производственных структур при крупномасштабном жилищном строительстве // Вестник гражданских инженеров. 2018. № 3 (68). С. 98–102.
7. Тилинин Ю. И. Перевооружение крупнопанельного домостроения в Санкт-Петербурге // Сборник научных трудов участников межвузовской научно-практической конференции: Современные направления развития технологии, организации и экономики строительства / под общ. ред. д. т. н. профессора. А. Н. Бирюкова. СПб.: ВИ (ИТ), 2015. С. 271–274.

8. Юдина А. Ф., Евтюков С. А., Тилинин Ю. И. Развитие технологий жилищного строительства в Санкт-Петербурге // Вестник гражданских инженеров. СПб.: СПбГАСУ, 2019. № 1 (72). С. 110-119.

9. Юдина А. Ф., Тилинин Ю. И. Выбор критериев сравнительной оценки технологий жилищного домостроения // «Architecture and Engineering» (ISSN: 2500-0055). СПб.: СПбГАСУ, 2019. № 1.

10. Юмашева Е. И., Сапачева Л. В. Домостроительная индустрия и социальный заказ времени // Строительные материалы. 2014. № 10. С. 3–11.

11. Юмашева Е. И., Сапачева Л. В. Модернизация крупнопанельного домостроения – локомотив строительства жилья экономического класса // Строительные материалы. 2011. № 6. с. 42.

**УДК 69.003.13**

*Юрий Александрович Бирюков,*  
канд. техн. наук, доцент  
*Евгений Олегович Добрышкин,*  
адъюнкт  
(Военный институт (инженерно-  
технический) Военной академии  
материально-технического обеспечения  
имени генерала армии А. В. Хрулева)  
*E-mail: uabiryukov@mail.ru,*  
*edobryshkin@mail.ru*

*Yuri Alexandrovich Biryukov,*  
PhD of Tech. Sci., Associate Professor  
*Evgeniy Olegovich Dobryshkin,*  
Adjunct  
(Military Institute (engineering)  
of Military Academy of Logistics  
named after Army General  
A.V. Khrulev)  
*E-mail: uabiryukov@mail.ru,*  
*edobryshkin@mail.ru*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ЖИЛИЩНОГО ФОНДА**

### **AUTOMATED MANAGEMENT SYSTEMS USE IN PLANNING THE RESTORATION OF HOUSING STOCK**

Авторами проведен анализ технического состояния объектов жилищного фонда Российской Федерации, рассматриваются вопросы повышения эффективности управления при планировании и восстановления технического состояния многоквартирных жилых домов как структурных элементов жилищного фонда города. Обоснована актуальность использования достоверной информации с учетом экономичности, минимизации потерь в передаче и преобразовании данных. В статье представлено описание разработанных технических устройств (автоматизированных систем управления), применение которых позволяет обеспечить научную обоснованность, четкую направленность и экономическую результативность принимаемых управленческих решений.

*Ключевые слова:* управление и планирование, автоматизированные системы управления, жилищный фонд объекты, здания, капитальный ремонт.

The authors analyze the technical condition of the Russian Federation housing stock, consider the issues of improving the management efficiency in the technical condition planning and restoration of multi-apartment houses as the city's housing stock structural elements. The relevance of the reliable informa-

tion use is justified, taking into account the economy, minimizing losses in data transmission and conversion. The article describes the developed technical devices (automated control systems), which allows to provide scientific validity, clear direction and economic efficiency of management decisions.

*Keywords:* planning and management, automated management systems, housing stock, buildings, major repairs.

Законодательством Российской Федерации определено, что жилищный фонд представляет собой совокупность всех жилых помещений, находящихся на территории Российской Федерации [1]. Структурной составляющей жилищного фонда Российской Федерации являются здания с характерным исторически сложившимся многообразием конструктивных и объемно-планировочных решений. Поскольку застройка городов в Российской Федерации осуществлялась на протяжении нескольких веков, на современном этапе в эксплуатации находится значительное количество объектов, которые не соответствуют современным требованиям как в отношении объемно-планировочных решений, так и в отношении технического состояния зданий.

При выполнении авторами анализа статистических данных о техническом состоянии жилищного фонда Ленинградской области было выявлено, что по состоянию на 2017 год в эксплуатации находилось свыше 18 тысяч многоквартирных жилых домов [2]. Целесообразно отметить, что многоквартирные дома являются структурообразующим элементом всего жилищного фонда Российской Федерации, поэтому обеспечение надлежащих условий при эксплуатации рассматриваемых объектов является залогом комфортного проживания, реализации профессионального становления и личностного развития граждан страны.

Однако, проведенный авторами анализ имеющихся сведений по физическому износу (в %) около 13 тысяч из более, чем 18 тысяч рассматриваемых объектов жилищного фонда показывает наличие в эксплуатации значительного количества зданий в аварийном состоянии: 0–20 % – около 1600 многоквартирных жилых домов общей площадью свыше 7600 тыс. м<sup>2</sup>; 21 – 40 % – около 3400 многоквартирных жилых домов свыше 9600 тыс. м<sup>2</sup>; 41 – 70 % – около 3300 многоквартирных жилых домов свыше 5400 тыс. м<sup>2</sup>; свыше



70% – 988 многоквартирных жилых домов свыше 1000 тыс. м<sup>2</sup>. Наибольшее количество многоквартирных жилых домов со значением физического износа более 70 % было выявлено в Сланцевском и Волховском районах Ленинградской области. Проведенный анализ технического состояния конструктивных элементов объектов жилищного фонда позволяет сделать вывод о том, что 30 % фундаментов, 31 % кровельных покрытий, 35 % фасадов требуют проведения капитального ремонта [2].

Одним из основных мероприятий, направленных на поддержание в нормативном эксплуатационном состоянии зданий жилищного фонда города, является планирование и проведение работ по восстановлению объектов и снижению уровня развития физического износа, что позволяет продлить сроки и повысить эффективность эксплуатации объектов по прямому назначению [3].

Важное внимание при планировании и проведении капитального ремонта зданий и сооружений следует уделять управлению реализацией проектов по восстановлению технического состояния рассматриваемых объектов. Основным элементом и предметом труда в технологии управления является информация, поэтому в деятельности, направленной на восстановление технического состояния объектов жилищного фонда, строительной организации необходима реализация рационального движения потоков информации в контуре управления производством ремонтных работ.

Заранее отработанная и обоснованная технология управления с использованием информации исключает волюнтаризм в принятии решений.

Поскольку важнейшими свойствами информации является комплексность, полнота и своевременность, информация должна поступать в срок, достаточный для выработки управленческих решений. Особое значение имеют достоверность, экономичность, минимизация потерь и искажений при передаче данных. В настоящее время важнейшую роль в передаче и преобразовании информации получили ЭВМ [4, 5]. С их помощью из минимального числа данных получают наибольшее количество решений, в разы повышается доступность информации, и как следствие, повышается работоспособность строительной организации, что особен-

но важно в связи со значительным износом жилых зданий, требующих капитального ремонта.

Для решения этой задачи необходим контроль за ходом работ и обеспечения их ресурсами, а при необходимости – корректировка оперативных планов. Контроль должен быть направлен на выявление состояния работы по плану и поддержания показателей плана на заданном уровне; выполнение организационных мероприятий и решений по техническому и материальному обеспечению хода производственного процесса [6, 7]. При этом руководство строительной организации должны знать не только состояние выполненных работ за тот или иной промежуток времени, но и причины сбоев в производственном процессе. Эффективность работы по плану во многом зависит от четкой постановки контроля со стороны управляющего, поскольку плохо организованная система контроля всегда ведет к снижению исполнительской дисциплины, а в ряде случаев – к срывам выполнения договорных обязательств [8, 9].

В целях автоматизации расчетов показателей эффективности инвестиционных строительных проектов по восстановлению технического состояния зданий и повышению эффективности принятия управленческих решений для планирования и проведения капитального ремонта объектов жилищного фонда авторами разработана имеющая внутреннюю структуру «Система поддержки принятия решений по восстановлению зданий», представленная на рис. 1.

Система представляет собой совокупность аппаратно-программных технических устройств и предназначена для выполнения функции помощи лицу, принимающему решение, в условиях наличия ограничений и нескольких критериев, на основе которых осуществляется планирование капитального ремонта объектов (см. рис. 1).

Применение разработанной системы позволяет получить решение в соответствии с математической постановкой задачи лицом, принимающим решение. Данное решение является основой при отборе объектов для проведения капитального ремонта на основе значений индекса эффективности вариантов проектных решений.

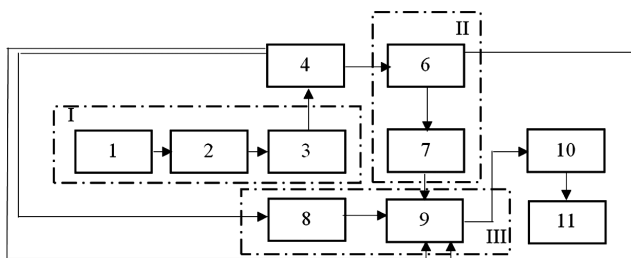


Рис. 1. Система поддержки принятия решений по проведению капитального ремонта зданий и сооружений: I – модуль мониторинга технического состояния объектов; II – модуль анализа информации; III – модуль обработки информации; 1 – датчики; 2 – автономные блоки сбора данных; 3 – контрольная станция; 4 – блок ввода параметров; 6 – блок определения затрат на капитальный ремонт объекта; 7 – блок определения затрат на эксплуатацию объекта; 8 – блок эталонных показателей; 9 – блок ранжирования критериев и расчета; 10 – блок памяти; 11 – блок отображения информации

Реализацию мероприятий по проведению капитального ремонта зданий и сооружений целесообразно осуществлять с применением разработанной и подтвержденной полученным патентом на изобретение «Системы автоматизированного управления строительным комплексом» [11], которая позволяет повысить эффективность мониторинга и обеспечить выполнение технологических процессов и их координацию во времени при проведении капитального ремонта объектов жилищного фонда за счет постоянного контроля за поставкой и монтажом строительных конструкций на строительной площадке, представления информации о ходе производства работ диспетчерской группе для централизованного управления производственным процессом и обеспечения его ресурсами. Реализация работы данной системы осуществляется посредством структурно обособленных служб в аппарате управления подрядной организации, которые используют технические средства связи, сбора, приема, передачи и обработки информации, что позволяет выработать оптимальные регулирующие решения по планированию капитального ремонта рассматриваемых объектов (рис. 2).

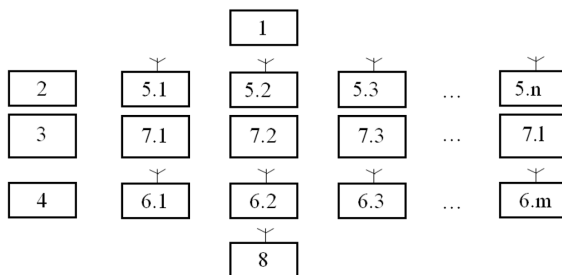


Рис. 2. Автоматизированная система планирования капитального ремонта: 1 – диспетчерский пункт; 2 – радиостанции; 3 – площадки для складирования строительных конструкций; 4 – объект военной инфраструктуры; 5,1; 5,2; ..., 5, $i$  – погрузчики ( $i = 1; 2; \dots; n$ ); 6,1; 6,2; ..., 6, $j$  – транспортные средства ( $j = 1; 2; \dots; m$ ); 7,1; 7,2; ..., 7, $l$  – устройства для управления и контроля работы погрузчиков ( $l = 1; 2; \dots; L$ ); 8 – система приема и передачи информации

Поскольку решения в области планирования и проведения капитального ремонта объектов жилищного фонда могут являться обоснованными только в случае проведения достаточно широкого анализа конкретной социально-экономической и производственной обстановки, применение автоматизированных систем управления при планировании и проведении капитального объектов жилищного фонда позволяет обеспечить научную обоснованность, четкую направленность и экономическую результативность принимаемых управленческих решений.

## Литература

1. Жилищный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 188-ФЗ (в ред. от 22.01.2019).
2. Доклад о техническом состоянии многоквартирных домов, расположенных на территории Ленинградской области / Комитет государственного жилищного надзора и контроля Ленинградской области, Правительство Ленинградской области. – 2017. – 22 с.
3. Областной закон Ленинградской области от 29.11.2013 № 82-ФЗ «Об отдельных вопросах организации и проведения капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах, расположенных на территории Ленинградской области» (ред. от 29.12.2018).

4. Бирюков А. Н., Маругин В. М., Лазарев А. Н., Мороз А. М., Чмырёв В. А. Экспертные формы контроля (на примерах оценки строительных объектов и самооценки строительных предприятий) (монография). – СПб.: Издательство «Политехника», 2012. – 213 с.

5. Бирюков А. Н., Ивановский В. С., Куделко Н. М., Лапшин О. Е. Основы организации, экономики и управления в строительстве. М.: Спецстрой России, 2012. 432 с.

6. Чернышов Л. Н., Астафьев С. А., Вакулина В. П. Капитальный ремонт многоквартирных домов: проблемы формирования и направления развития. Известия иркутской государственной экономической академии. 2015. Т. 25, № 1. С. 85–94.

7. Вакуненко В. А., Плоцкий П. В. Методика расчета снижения стоимости строительства и эксплуатации хранилищ теплоаккумулирующего вещества специальных сооружений // Военный инженер. – № 1 (3). – 2017. – С. 7–12.

8. Birjukov A., Dobryshkin E., Kravchenko I., Glinskiy M. Optimization of management decisions for choosing the strategy of enterprises fixed assets reproduction // Proceedings of the 18th International Scientific Conference ENGINEERING FOR RURAL DEVELOPMENT, vol. 18, May 22–24, 2019. Pp. 1726–1736. ISSN 1691-5976. DOI:10.22616/ERDev2019.18.N505

9. Бирюков А. Н., Добрышкин Е. О. Применение метода «термоса» при замене перекрытий на железобетонные в условиях реконструкции и капитального ремонта зданий зимой / Вестник инженерной школы ДВФУ. – 2019. – № 1 (38) – С. 134–141. DOI.org/10.5281/zenodo.2578710

10. Добрышкин Е. О., Бирюков А. Н., Бирюков Ю. А. и др. Заявка на изобретение Российской Федерации 2019120710 от 1.07.2019 «Система поддержки принятия решений по восстановлению зданий».

11. Добрышкин Е. О., Бирюков А. Н., Бирюков Ю. А. Патент на изобретение Российской Федерации № RU 2 696 064 С 1 (МПК G08G 1/123 (2006.01), СПК G08G 1/123 (2019.05) «Система автоматизированного управления строительным комплексом».

**УДК 624.153.7**

*Михаил Александрович Самохвалов,*  
канд. техн. наук, доцент

*Александр Александрович Паронко,*  
аспирант

*Ибрагим Султанович Мусаев,*  
студент

(Тюменский индустриальный  
университет)

*E-mail: 89199431379@ya.ru,*

*alexparonko@gmail.com*

*Mikhail Aleksandrovich Samokhvalov,*  
PhD of Tech. Sci., Associate Professor

*Aleksandr Aleksandrovich Paronko,*  
post-graduate student

*Ibragim Sultanovich Musaev,*  
student

(Industrial University  
of Tyumen)

*E-mail: 89199431379@ya.ru,*

*alexparonko@gmail.com*

**ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО УСТРОЙСТВУ  
БУРОИНЪЕКЦИОННЫХ СВАЙ  
С КОНТРОЛИРУЕМЫМ УШИРЕНИЕМ  
ПРИ УСИЛЕНИИ ЛЕНТОЧНЫХ  
ФУНДАМЕНТОВ**

**ORGANIZATION OF WORKS ON THE DEVICE  
OF DRILLING-INJECTION PILES WITH  
CONTROLLED BROADENING  
IN THE REINFORCING OF GIRDER FOUNDATIONS**

Представлены организационно-технологические мероприятия, которые необходимо провести до начала выполнения работ по устройству буроинъекционных свай с контролируемым уширением. Последовательность выполняемых работ по устройству свай состоит из четырех основных этапов: бурение скважины через тело существующего фундамента алмазной установкой, бурение скважины в грунтовом массиве под подошвой ленточного фундамента на требуемую глубину колонковым бурением, монтаж трубы-инъектора и инъекция цементно-песчаного раствора. Представлены допускаемые отклонения свай от проектных значений, а также даны рекомендации по соблюдению общих правил по технике безопасности.

*Ключевые слова:* буроинъекционная свая, контролируемое уширение, гидравлический пакер, инъекция раствора, ленточный фундамент, реконструкция.

Organizational and technological measures that need to be carried out before the start of work on the device of drilling-injection piles with controlled broadening are presented. The sequence of work performed on the pile device consists of four main stages: drilling a well through the body of the existing foundation with a diamond installation, drilling a well in the soil mass under the sole of the belt foundation to the required depth by core drilling, installation of a pipe-injector and injection of cement-sand solution. The permissible deviations of piles from the design values are presented, as well as recommendations for compliance with general safety rules are given.

*Keywords:* drilling-injection pile, controlled broadening, hydraulic packer, jet-grouting, girder foundation, reconstruction.

На территории Российской Федерации расположено большое количество зданий и сооружений, фундаменты которых нуждаются в производстве работ по их усилению. С технической точки зрения именно фундамент здания является главным элементом, отвечающим за жизнеспособность, долговечность и безопасную эксплуатацию зданий, поэтому разработка новых и модернизация существующих технологий для его усиления является актуальной темой исследований.

Анализ литературных источников показал, что существует несколько способов усиления фундаментов: путем устройства набивных, вдавливаемых и буроинъекционных свай, путем уширения подошвы фундамента, устройства металлических обойм, устройства железобетонных рубашек и др. [1-3], однако наиболее приемлемыми способами усиления фундаментов являются щадящие технологии, которые позволяют выполнять весь комплекс работ без ударных, механических и динамических воздействий. Одним из представителей щадящих технологий является модернизированная конструкция буроинъекционной сваи, состоящая из металлической трубы, выполняющей роль инъектора, и контролируемого уширения на ее конце, формируемого в процессе нагнетания раствора (рис. 1) при помощи гидравлического пакера. Результаты экспериментальных исследований данной конструкции сваи подробно представлены в работах [4, 5]. Для промышленного внедрения данной конструкции необходимо уметь правильно организовывать работы по их устройству.

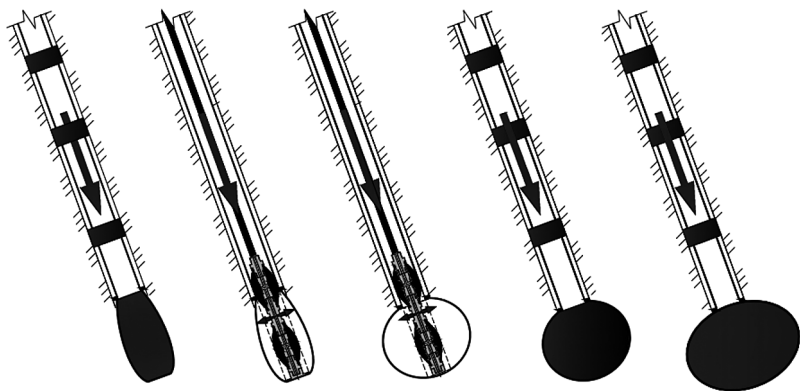


Рис. 1. Схема работы пакера и раскрытия контролируемого уширения

До начала производства работ по устройству буроинъекционных свай с контролируемым уширением необходимо провести организационно-технологические мероприятия, в том числе:

- выполнить инженерно-геологические изыскания на объекте;
- определить все необходимые характеристики грунтов, залегающих непосредственно под подошвой (или вблизи подошвы) усиливаемого фундамента;
- собрать все действующие нагрузки на фундамент;
- выполнить расчет фундамента с учетом применения буроинъекционных свай с контролируемым уширением и определить: длину буроинъекционных свай, шаг их расстановки, угол наклона относительно горизонтали, объем закачиваемого инъекционного раствора, требуемое количество буроинъекционных свай и требуемое количество резиновых мембран-стаканов;
- составить спецификации материалов, инструментов и оборудования, необходимого для проведения усиления конструкции фундамента;
- составить смету проекта;
- завести на площадку строительства все необходимые машины, механизмы, приспособления, инструменты, конструкции и материалы (буровое оборудование, инъекционное оборудование, мембраны-стаканы, цемент, песок и т. д.), а также выполнить сборку



труб-инъекторов требуемой длины и закрепить на них резиновые мембраны-стаканы (рис. 2, 3).

В состав последовательно выполняемых работ по устройству буроинъекционных свай с контролируемым уширением входят следующие технологические операции:

- бурение скважины через тело существующего фундамента алмазной сверлильной установкой диаметром 100 мм (рис. 4, а);
- бурение скважины в грунтовом массиве под подошвой ленточного фундамента на требуемую глубину колонковым бурением диаметром 80 мм;
- монтаж трубы-инъектора с резиновой мембраной-стаканом, в пробуренную скважину (рис. 4, б);
- инъекция цементно-песчаного раствора под давлением для формирования контролируемого уширения (рис. 4, в).



Рис. 2. Общий вид резиновой мембраны-стакана

Для недопущения подъема буроинъекционной сваи во время формирования контролируемого уширения, необходимо закрепить ее верхнюю часть посредством замоноличивания шпуров в штрабе стены.



Рис. 3. Общий вид трубы иньектора

После формирования контролируемого уширения на нижнем конце буроинъекционной сваи приступают к бетонированию околосвайного пространства, которое предохраняет конструкцию сваи от коррозии металла, и как следствие, способствует увеличению срока службы конструкции.

По усмотрению проектной организации, в процессе производства работ и последующей эксплуатации, производится геодезический контроль за величинами и характером осадок усиливаемого объекта. Наблюдения ведутся по специально разработанной программе, которая может включать наблюдения, как за вертикальными, так и горизонтальными перемещениями усиливаемого объекта в целом и отдельными его конструктивными элементами.

В наиболее ответственных случаях в процессе производства работ применяются специальные методы контроля качества работ – ультразвуковые и радиометрические. Работы по контролю качества данными методами осуществляются по специальной программе привлекаемыми специализированными организациями.

Допускаемые отклонения при устройстве буроинъекционных свай с контролируемым уширением представлены в таблице.

При производстве работ по устройству буроинъекционных свай, а также выполнению инъекционных работ должны соблюдаться общие правила по технике безопасности для работы на буровых, компрессорных, гидравлических и электрических установках, для

общестроительных и горных работ, включая работы, производимые с лесов, предусмотренные соответствующими главами [6–7].

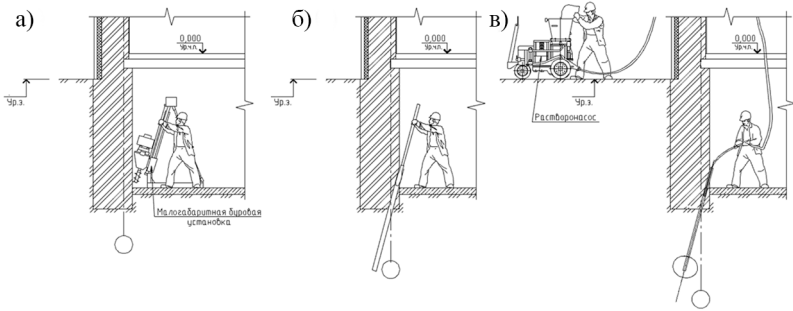


Рис. 4. Последовательность выполнения работ по устройству буроньекционных свай с контролируемым уширением:

- а* – бурение скважины на проектную глубину;
- б* – установка перфорированной трубы-инъектора;
- в* – инъекция цементно-песчаного раствора

#### Допускаемые отклонения при устройстве буроньекционных свай с контролируемым уширением

№ п/п	Параметр	Допускаемое отклонение от проектного
1	Угол бурения скважины	$\pm 2^\circ$
2	Длина свай	$\pm 30$ см
3	Радиус расплыва инъекционного раствора по конусу АЗНИИ	$\pm 1$ см
4	Давление при закачке уширения и ствола свай	$\pm 2$ атм
5	Объём закачанного раствора	$\pm 15$ л

#### Заключение

Во время проведения работ по реконструкции здания, связанных с усилением ленточного фундамента для недопущения развития предельных осадок может применяться конструкция буроньекционной свай с контролируемым уширением на конце для

формирования которого применяется конструкция гидравлического пакера. Однако следует отметить, что выбор той или иной технологии усиления фундамента необходимо осуществлять на основании технико-экономического сравнения возможных вариантов и особенностей технологий проведения работ по их устройству.

## Литература

1. *Петухов А. А., Полищук А. И.* Усиление фундаментов реконструируемых зданий в г. Томске с использованием инъекционных свай // Межвузовский тематический сборник трудов «Научно-практические и теоретические проблемы Геотехники». СПб.: СПбГАСУ, 2008. С. 435–440.

2. *Полищук А. И., Петухов А. А.* Способы усиления фундаментов и строительных конструкций цокольной части реконструируемых, восстанавливаемых зданий // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура, 2018. Т. 9. № 1. С. 42–51.

3. *Улицкий В. М., Конюшков В. В.* Несущая способность буринъекционных свай при различных технологиях изготовления // Известия Петербургского университета путей сообщения, 2007. № 3 (12). С. 193–215.

4. *Samokhvalov M. A., Geidt A. V., Paronko A.A.* Results of the calculated prediction for interaction of drilling-injection piles, having controlled broadening, with dust-clay ground basis // International Journal of Civil Engineering and Tecnology, 2018. № 9 (7). pp. 484–496.

5. *Samokhvalov M. A., Zazulya Yu. V., Kajgorodov M. D.* Results of a study of stress-strain state of the soil massive around the resulting broadening at the end drill-injection pile // Russian Journal of Building Construction and Architecture, 2017. № 4 (36). P. 50–57.

6. СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования». Минтруд России, 2001. 40 с.;

7. СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство», Минтруд России, 2002. 35 с.

**УДК 624.159.4**

*Виктор Захарович Величкин,*  
д-р техн. наук, профессор  
*Диана Рафиковна Вафина,*  
студент  
(Санкт-Петербургский  
политехнический университет  
Петра Великого)  
*E-mail: velichkin\_uz@spbstu.ru,*  
*vafina.dr@edu.spbstu.ru*

*Viktor Zakharovich Velichkin,*  
Dr. of Sci. Tech., Professor  
*Diana Rafikovna Vafina,*  
student  
(Peter the Great  
St. Petersburg  
Polytechnic University)  
*E-mail: velichkin\_uz@spbstu.ru,*  
*vafina.dr@edu.spbstu.ru*

## **ТЕХНОЛОГИЯ TOP-DOWN ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА**

### **TOP-DOWN TECHNOLOGY IN BUILDING AND RECONSTRUCTION IN URBAN ENVIRONMENT OF ST. PETERSBURG**

В условиях плотной застройки Санкт-Петербурга успешно реализуются проекты зданий с развитой подземной частью. Основания для использования земли могут быть разными: совершенствование городской инфраструктуры или реконструкция здания в связи с необходимостью устранения его морального и физического износа. Для достижения этих целей используются технологии, которые не только снижают риски аварийных ситуаций, а также существенно уменьшают сроки производства работ. Технология *Top-Down* представляет интерес за счет одновременного устройства подземной и наземной частей здания. На примере приведённых в данной статье реализованных объектов в городе Санкт-Петербург проанализирована зависимость сроков производства работ от технико-экономических показателей здания, а также предложена формула расчета продолжительности строительства и реконструкции зданий.

*Ключевые слова:* городская застройка, подземное пространство, реконструкция, Top-Down, календарное планирование.

In a dense urban area of St. Petersburg, building projects with a developed underground part are being successfully implemented. The base for the use of land may be different: improvement of urban infrastructure or building recon-

struction necessity for removal its moral and physical run-out. To achieve these purposes, technologies are used that not only reduce the risks of emergencies, but also significantly reduce the period of reconstruction to complete the work. Top-Down technology, which is notable due to the combination of simultaneous installation of underground and ground parts of the structure. On the example of the realized objects presented in this article in the city of St. Petersburg, the dependence of the period of reconstruction from engineering-economic performances of the building is analyzed, and a formula for calculating the duration of construction and reconstruction of buildings is proposed.

*Keywords:* urban development, underground space, rebuilding, Top-Down, scheduling.

Для инвесторов наиболее выгодным решением является размещение объектов в районах с развитой инфраструктурой, в связи с этим возникает необходимость ведения строительно-монтажных работ именно в центральной части населенных мест. В границах исторической застройки Санкт-Петербурга высота возводимых зданий строго регламентирована, поэтому использование подземного пространства представляет особый интерес. Для приспособления под современные нужды и вывода из аварийного состояния памятников архитектуры также нередко реконструируют именно подземную часть. Сложность в реализации проектов с развитой подземной частью заключается в непростых геологических условиях Санкт-Петербурга.

Технология *Top-Down* уже давно используется в рамках строительства и реконструкции зданий с заглубленной подземной частью, а в условиях слабых глинистых грунтов города Санкт-Петербург она хорошо себя зарекомендовала.

Далее приведены примеры реализации объектов методом *Top-Down* с заглубленной подземной частью в условиях городской застройки Санкт-Петербурга.

1. БЦ *Quattro Corti*, Почтамская ул., д. 3–5.

Реконструкция комплекса зданий на Почтамтской улице под офисно-гостиничный комплекс началась в июле 2008 г. с демонтажа внутридворовых аварийно-деформированных флигелей. Все работы по реконструкции велись с геодезическим контролем за деформациями. Общая площадь 3–6 этажного *Quattro Corti* – около

19 800 м<sup>2</sup>. Строительный объем всего здания составил 87 163 м<sup>3</sup>, объем подземной части – 17 669 м<sup>3</sup>. Подземное пространство глубиной 8 м занимает автостоянка на 160 парковочных мест, из которых 62 были оборудованы механизированной системой, занимающей второй и третий подземные этажи. Встраиваемая часть здания с размерами 70,5 × 60,5 м возводилась на свайном фундаменте из буронабивных свай.

Деловой центр был открыт в декабре 2010 г., итоговая стоимость работ по возведению *Quattro Corti* составила 2,126 млрд. руб. (на 2010 год) [1].

### 2. Каменноостровский театр, пл. Старого Театра, 13.

В 2007 году начались работы по укреплению деревянных конструкций здания, утеплению стен, обустройству подземного этажа. Проект реконструкции здания театра предполагал устройство подземных помещений под всем зданием театра и за его пределами по периметру здания площадью 1338 м<sup>2</sup>, при этом площадь подземного пространства в плане составляет 2813 м<sup>2</sup>. Строительный объем всего здания составил 26286 м<sup>3</sup>, в том числе подземной его части – 12189 м<sup>3</sup>. До реконструкции театр не имел подземной части, теперь же её глубина составляет 6 м: в появившемся пространстве размещаются склады декораций, реквизита, а также множество других необходимых для театра технических помещений, необходимых для полноценного функционирования современного театра на 300 мест [2].

Работы по приспособлению объекта культурного наследия длились 42 месяца и завершились 30 декабря 2010 г. Реставрационные работы обошлись в 1,665 млрд. рублей.

### 3. Арбитражный суд, ул. Смольного, 6.

По проекту здание шестиэтажное с тремя подземными этажами. Высота над уровнем земли составляет 22 метра, а глубина котлована – 13,5 метров. В надземной части здания Арбитражного суда расположатся залы судебных заседаний, конференц-зона, рабочие помещения руководства суда, предприятие общественного питания. В подземной части расположены служебные помещения, архив, а также паркинг на 98 автомобилей. Строительный объем надземной части здания составляет 83600 м<sup>3</sup>, подземной – 64 800 м<sup>3</sup>.

Работы по возведению нового здания Арбитражного суда велись с IV квартала 2011 г. и завершились только 16 сентября 2019 г. Условия для строительства были трудными, так как в непосредственной близости находятся исторические здания и река Нева.

#### 4. Мариинский-2 (новая сцена), ул. Декабристов, 34.

Под всем зданием предусматривалось устройство трехэтажного подземного объема с отметкой пола нижнего этажа  $-10,2$  м БС. Отметка покрытия самого верхнего этажа  $+42,6$  м. Размеры здания в плане  $154 \times 77$  м (неправильная трапеция). Строительный объем всего здания составляет  $451\,943$  м<sup>3</sup>, в том числе подземная его часть –  $141\,254$  м<sup>3</sup> [3].

Освоение значительного подземного объема в непосредственной близости к Крюкову каналу, да еще в условиях плотной исторической застройки с самого начала представлялось специалистам проблематичным. Проект реализовался за 61 месяц – с апреля 2008 г. по май 2013 г., а стоимость работ на окончание строительства составила 21,6 млрд. руб. Зрительный зал позволяет вместить 2000 человек.

#### 5. ТРК Атмосфера, Комендантская пл., 1, лит. А

В мае 2008 года завершилось строительство ТРК «Атмосфера», расположившегося над станцией метро «Комендантский проспект». Общая площадь шестиэтажного комплекса  $47\,500$  м<sup>2</sup> (рис. 1а, б).

ТРК «Атмосфера» относится к уникальным объектам капитального строительства по параметрам заглубления подземной части ниже планировочной отметки земли до  $-18,5$  м. Подземная и надземная части сооружения в форме цилиндра диаметром 80 м.

Заглубленная часть здания состоит из 5-и этажей: четыре из них занимает паркинг на 450 машино-мест и один этаж – торговые помещения. Наряду с этим организован подземный переход из станции метро «Комендантский проспект» в торгово-развлекательный комплекс.

#### 6. ТЦ Стокманн, Невский пр., 114–116.

На месте торгового комплекса раньше располагались исторические здания. В период с осени 2006 по весну 2007 года производился снос этих зданий, при условии дальнейшего воссоздания фасадов.



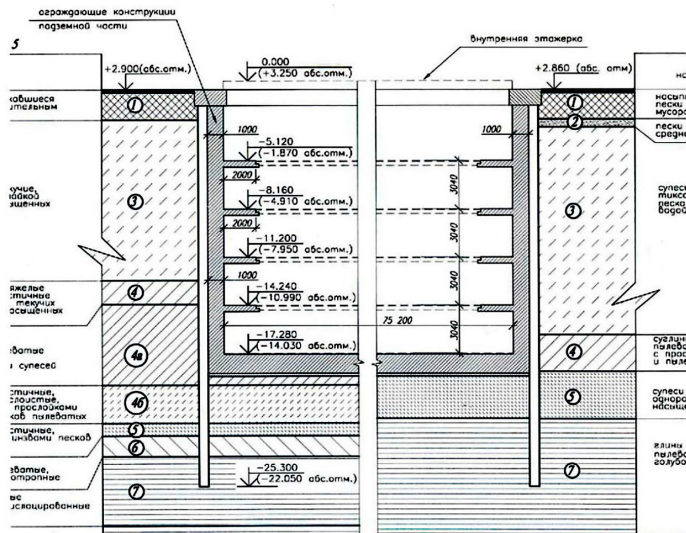


Рис. 1а. Геологический разрез. ТРК Атмо-сфера, Комендантская пл., 1, лит. А



Рис. 1а. Геологический разрез. ТРК Атмо-сфера, Комендантская пл., 1, лит. А

Возведение ТЦ Стокманн велось с 2008 по 2010 гг. Строительный объем всего здания составляет 6 394 560 м<sup>3</sup>, в том числе его подземная часть – 191 835 м<sup>3</sup>. В плане здание имеет форму неправильного четырехугольника, общие размеры по наружным граням здания составляют 147 × 87 м. Комплекс состоит из 9 надземных этажей и 4 подземных. Высота подземной части здания составляет 15 м. Три этажа подземного пространства выделены под парковку, рассчитанную на 550 машино-мест, а также 27000 м<sup>2</sup> составляют технические помещения.

Итоговая стоимость возведения ТЦ Стокманн составила 7,8 млрд. руб.

Для расчета продолжительности строительства используется действующий СНиП 1.04.03-85\* «Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий зданий и сооружений».

Нормами продолжительности строительства не учтено выполнение следующих видов работ:

– выполнение внутриплощадочных специальных работ по подготовке искусственных оснований под здания и сооружения (шпунтовое ограждение, проведение мероприятий по подготовке оснований);

– устройство свайных фундаментов (при длине свай более 6 м);

– снос и перенос зданий и сооружений с площадки застройки.

В связи с этим расчет по СНиП произведён методом интерполяции и экстраполяции по объему здания, который включает в себя и его подземное пространство.

Все технико-экономические показатели по объектам, а также расчетная по СНиП продолжительность в месяцах приведены в табл. 1.

В ПК *TableCurve 3D* была рассчитана зависимость срока производства работ от объема здания и объема подземной его части. Построен график трёхпараметрической функции (рис. 2).

Таблица 1

## Технико-экономические показатели рассматриваемых объектов

Наименования здания	Строительный объем		Площадь этажа	Подземная часть		Назначение подземных этажей	$S_{\text{спр}}$ млрд. руб.	$T_{\text{спр.}}$ (факт.), мес.	$T_{\text{спр.}}$ (по СНИП), мес.
	$V_{\text{вентр.}}$ М <sup>3</sup>	$V_{\text{подземн.}}$ М <sup>3</sup>		$S_{\text{подземн.}}$ М <sup>2</sup>	$S_{\text{надземн.}}$ М <sup>2</sup>				
Бизнес-центр <i>Quattro Corti</i>	87163	17669	1260	2966	8	3	2.126	29	28
Арбитражный суд	134900	51300	3800	3800	13.5	5	5,3	81	46
Мариинский театр	451943	141254	12000	10549	12.3	3	21,6	61	76
Каменноостровский театр	26289	12189	2813	1338	6	2	1,665	42	22
ТРК Атмосфера	~650000	388500	21000	21000	18.5	5	н/д	н/д	50
ТЦ Стокманн	639450	191835	12789	12789	15	4	7,8	24	49

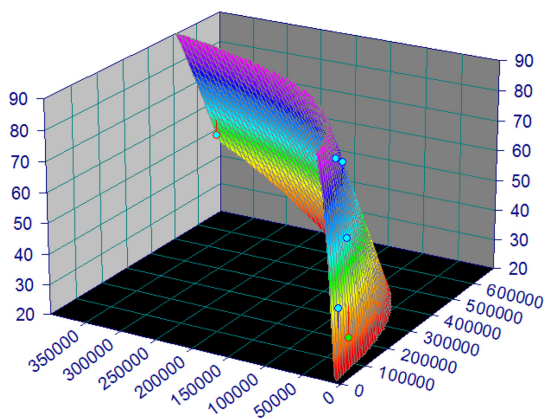


Рис. 2. График трёхпараметрической функции в ПК *TableCurve 3D*

Таблица 2

**Вводные данные для работы в ПК *TableCurve 3D* и расчетные значения**

Объем всего здания, м <sup>3</sup>	Объем всего здания, м <sup>3</sup>	Объем подземной части, м <sup>3</sup>	Продолжительность строительства (фактическая), мес.	Продолжительность строительства (расчетная), мес.
87163	87163	17669	29	39
134900	134900	51300	81	81
451943	451943	141254	61	54
26289	26289	12189	42	36
650000	650000	388500	50	56
639450	639450	191835	24	23

$a$	-425,4
$b$	-0.000244
$c$	49,7

Для расчета продолжительности строительства была выбрана формула с коэффициентом детерминации 0,89 (табл. 2):

$$z = a + b \cdot x + c \cdot \ln \cdot y$$

$$T = -425,4 - 0,000244 \cdot V_{зд} + 49,7 \cdot \ln \cdot V_{позд.}$$

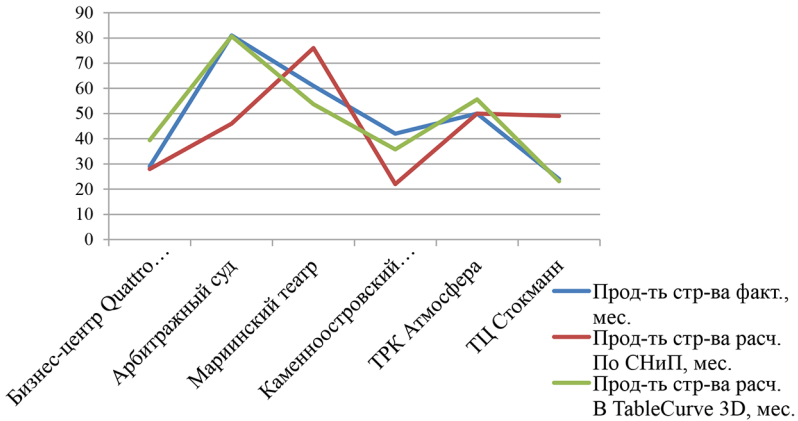


Рис. 3. График сравнения результата фактических значений продолжительности строительства, расчетных значений по СНиП и расчетных значений в *TableCurve*, мес.

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что расчет по СНиП не учитывает трудности работ по возведению подземной части здания, в связи с этим расчет продолжительности строительства зданий методом *Top-Down* будет некорректным. В статье рассмотрены несколько примеров реализации объектов с заглубленной подземной частью в условиях городской застройки Санкт-Петербурга, на основании зависимости срока производства работ от объема здания и объема подземной его части построен график трёхпараметрической функции в ПК *TableCurve*, выведено уравнение зависимости и построен график сравнения результата фактических значений продолжительности строительства, расчетных значений по СНиП и расчетных значений в *TableCurve*. На графике сравнения результата фактических значений продолжительности строительства (рис. 3) наглядно видно, что расчет в ПК *TableCurve* больше приближен к реальности, чем расчет по СНиП.

## Литература

1. Улицкий В. М., Богов С. Г., Шахназаров А. В. Геотехническая оценка строительства паркингов-сейфов в застроенной центральной части Санкт-Петербурга // Вестник. Зодчий. 21 век. 2011. № 1 (38). С. 80–83.

2. Шашкин А. Г. Технология устройства подземного объема под историческим зданием (на примере Каменноостровского театра) // Геотехника. 2010. № 5. С. 18–29.

3. Моррисо Г., Улицкий В. М., Ильичев В. А., Шашкин А. Г., Гладштейн Л. Я., Богданов М. И., Нейзберг М. И., Шашкин К. Г., Парамонов В. Н., Левин Г. Ф., Васенин В. А. «Мариинский театр-2» – крупнейший проект Санкт-Петербурга. URL: [www.georec.spb.ru/](http://www.georec.spb.ru/)

УДК 69.056.5

*Чейнеш Очур-ооловна*

*Бахтинова,*

канд. техн. наук,

доцент

*Юлия Евгеньевна Летова,*

студент

(Санкт-Петербургский государственный

архитектурно-строительный

университет)

*E-mail: bahtinova.ch.o@gmail.com,*

*yulia\_panfilova1990@mail.ru*

*Cheynezh Ochur-oolovna*

*Bakhtinova,*

PhD of Tech. Sci., Associate

Professor

*Yulia Evgenyevna Letova,*

student

(Saint Petersburg

State University of Architecture

and Civil Engineering)

*E-mail: bahtinova.ch.o@gmail.com,*

*yulia\_panfilova1990@mail.ru*

## **ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ДЕРЕВЯННЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ**

### **FEATURES OF THE ORGANIZATION OF CONSTRUCTION OF WOODEN RESIDENTIAL HOUSES**

В данной статье рассмотрены особенности организации строительства деревянных жилых домов. В современной деревянной архитектуре применяются новые технологии и строительные материалы, которые не отражены в нормативной литературе. Строительные компании сталкиваются с трудностями при разработке организационно-технологической документации. В статье производится анализ разработки организационно-технологических решений при календарном планировании строительства деревянного жилого дома с применением новых технологий и строительных материалов на примере монтажа элементов покрытия.

*Ключевые слова:* строительство деревянного дома, производство деревянных конструкций, организационно-технологическая документация.

This article discusses the features of the organization of the construction of wooden residential buildings. In modern wooden architecture, new technologies and building materials are used, which are not reflected in the regulatory literature. Construction companies face difficulties in developing organizational and technological documentation. The article analyzes the development of organizational and technological solutions for scheduling the construction of

a wooden residential building using new technologies and building materials using the example of installation of coating elements.

*Keywords:* construction of a wooden house, production of wooden structures, organizational and technological documentation

При возведении деревянных малоэтажных жилых домов необходимо осуществить грамотный подход к проектированию и строительству. Индивидуальный деревянный дом, это, прежде всего, объект строительства с ярко выраженной спецификой и многочисленными параметрами. Для реализации осуществляемого проекта и учета имеющихся особенностей, необходима тщательная подготовка и детальная проверка проектных решений.

Известно, что осуществление подготовки проектной документации не требуется при строительстве объекта индивидуального жилищного строительства. Застройщик по собственной инициативе вправе обеспечить подготовку проектной документации применительно к объекту индивидуального жилищного строительства или обратиться к индивидуальным предпринимателям или юридическим лицам на основании договора подряда.

Как показывает опыт, полноценный проект производства работ на строительство деревянного здания не требуется. При этом важным и обязательным документом является календарный план, являющийся основным индикатором соблюдения сроков возведения дома. Проект производства работ в урезанном объеме может включать в себя: график производства работ по объекту; строительный генеральный план; технологические карты на выполнение отдельных видов работ (по согласованию с заказчиком); схемы размещения геодезических знаков; пояснительную записку, содержащую основные решения; природоохранные мероприятия; мероприятия по охране труда и безопасности в строительстве [5].

Одной из важных стадий проектирования деревянного дома является разработка раздела «Конструкции деревянные» (КД). По требованиям «Система проектной документации для строительства (СПДС). Правила выполнения рабочей документации деревянных конструкций» в состав тома рабочей документации марки КД включают рабочие чертежи, предназначенные для производства



строительных и монтажных работ и т. д. [3]. При этом для качественного и оперативного проектирования зачастую используются специальные программно-вычислительные комплексы типа «CadWork» или «Sema». Конструктивная схема дома, разработанная в программе CadWork, представлена на рис. 1.

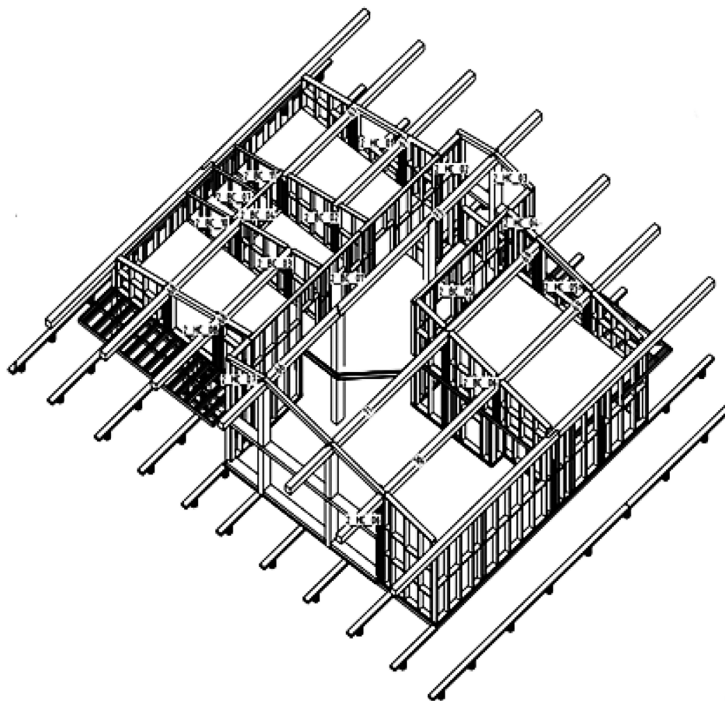


Рис. 1. Конструктивная схема дома

В качестве элементов несущего каркаса деревянного дома используют конструктивный клееный брус и детали из сухой строганой доски, произведённые и поставляемые с завода-изготовителя. Любые работы по изготовлению деталей на строительной площадке исключаются. То есть, для оптимизации и ускорения процесса изготовления деталей здания на завод-изготовитель выдаются файлы готового рабочего проекта стадии КД, совместимые

с программным обеспечением станка (рис. 2). В файлах содержится полноценная информация о каждом элементе дома. Таким образом, полностью исключается человеческий фактор при производстве деталей и элементов деревянного дома, обеспечивается высокая точность их изготовления (все элементы запиливаются на станке с миллиметровой точностью), автоматическая система контроля технологических параметров в соответствии с положениями раздела 10 [7].

Nb	Part	Req	Cut	Width	Height	Length	Unit	Gr	Comments	Profile	Floor	Type
693	брус клееный	1	0	140	240	1971	балки_Тэт		Сосна 05_1_этаж_балки			
694	брус клееный	1	0	140	240	3213	2_НЦ_07		Сосна 07_2_этаж_каркас			
695	брус клееный	1	0	140	240	3213	2_НЦ_01		Сосна 07_2_этаж_каркас			
696	брус клееный	1	0	200	200	3012	балки_Тэт		Сосна 05_1_этаж_балки			
697	брус клееный	1	0	200	200	3012	балки_Тэт		Сосна 05_1_этаж_балки			
698	брус клееный	1	0	200	200	3223	балки_Тэт		Сосна 05_1_этаж_балки			
699	брус клееный	1	0	200	200	3418	балки_Тэт		Сосна 05_1_этаж_балки			
700	брус клееный	1	0	200	240	4575	балки_Тэт		Сосна 05_1_этаж_балки			
701	брус клееный	1	0	200	240	4575	балки_Тэт		Сосна 05_1_этаж_балки			
702	брус клееный	2	0	200	280	2070	балки_Тэт		Сосна 05_1_этаж_балки			
703	брус клееный	1	0	200	280	4562	балки_Тэт		Сосна 05_1_этаж_балки			
704	брус клееный	1	0	200	280	5024	2_ВС_06		Сосна 07_2_этаж_каркас			
705	брус клееный	1	0	200	400	4555	балки_Тэт		Сосна 05_1_этаж_балки			
706	брус клееный	1	0	200	400	4562	балки_Тэт		Сосна 05_1_этаж_балки			
707	брус клееный	1	0	240	240	1875	выграв		Сосна 04_1_этаж_каркас			
708	брус клееный	1	0	240	240	1925	выграв		Сосна 04_1_этаж_каркас			
709	брус клееный	1	0	240	240	2025	выграв		Сосна 04_1_этаж_каркас			
710	брус клееный	1	0	240	240	2285	выграв		Сосна 04_1_этаж_каркас			
711	брус клееный	1	0	240	240	3137	балки_Тэт		Сосна 05_1_этаж_балки			
712	брус клееный	1	0	240	240	5750	выграв		Сосна 04_1_этаж_каркас			
713	брус клееный	1	0	240	240	5990	выграв		Сосна 04_1_этаж_каркас			
714	брус клееный	1	0	240	240	6944	балки_Тэт		Сосна 05_1_этаж_балки			
715	брус клееный	1	0	240	240	7304	балки_Тэт		Сосна 05_1_этаж_балки			
716	брус клееный	1	0	240	280	3172	выграв		Сосна 04_1_этаж_каркас			
717	брус клееный	1	0	240	360	2938	1_НЦ_09		Сосна 04_1_этаж_каркас			
718	брус клееный	1	0	240	360	2938	1_НЦ_09		Сосна 04_1_этаж_каркас			
719	брус клееный	1	0	240	360	3085	1_НЦ_01		Сосна 04_1_этаж_каркас			

Рис. 2. Пример предоставления информации о клееной балке № 719 из программно-вычислительного комплекса CadWork

Изготовитель обеспечивает упаковку и маркировку деталей и элементов в соответствии с указаниями в рабочем проекте стадии КД, а также предоставляет паспорта на изделия с указанием гарантийного срока службы.

На сегодняшний день, разнообразие проектов и конструктивных решений, при строительстве деревянных индивидуальных домов, очень велико, в то время как, имеющиеся нормативные документы, в полной мере не отражают последовательность технологических операций и их численные параметры при использовании современных материалов и методик монтажа.

Проанализируем, такую работу как «установка балок из клееного бруса». Характеристики монтируемых балок представлены в табл. 2.

На первом этапе проанализируем и сведем в таблицу примерно схожие технологические процессы. Такие как: работы по установке мауэрлата, прогонов и стропильных балок.

В табл. 1 приведены наименования источников, и показатели нормы времени на работы, технологически схожие с установкой балок из клееного бруса.

Таблица 1

Сводная таблица работ по установке балок из клееного бруса

№ п/п	Обоснование	Наименование работы	Состав работы	Состав звена	Измеритель	Н <sub>вр.</sub> , чел.-ч.
1	ГЭСН 10-01-082-02	Укладка по фермам прогонов	01. Укладка элементов покрытия с прорезкой, пригонкой и креплением. 02. Антисептирование верхних кромок прогонов. Измеритель: 1 м <sup>3</sup> древесины в конструкции	Рабочий Машинист	1 м <sup>3</sup> древесины в конструкции	15,04 0,15
2	ГЭСН 10-01-002	Установка стропил	01. Изготовление элементов стропил из досок и брусьев. 02. Контрольная сборка стропил на бойке. 03. Укладка мауэрлатов с антисептированием пастами и обертыванием толем. 04. Установка стропил с креплением	Рабочий Машинист	1 м <sup>3</sup> древесины в конструкции	24,09 0,15

№ п/п	Обоснование	Наименование работы	Состав работы	Состав звена	Измеритель	Н <sub>вр.</sub> , чел.-ч.
3	Е 6–9. А. таблица 2	Установка стропил, в составе установка мауэрлатов	1. Укладка на место мауэрлатов с поперечным перепиливанием, нанесением антисептических составов, обвертыванием толем и постановкой креплений. 2. Разметка мест установки стропил и изготовление сопряжений стропил с мауэрлатами. 3. Установка на место лежней, стоек, прогонов, раскосов, подкосов, стропил, ригелей с подгонкой сопряжений и крепление их гвоздями, скобами, болтами, хомутами, арматурой и т.п. 4. Разметка и поперечное перепиливание материалов, укладка, выверка и прибивка обрешетки. 5. Устройство разжелобков, свесов и постановка ребровых и коньковых досок. 6. Вырезка обрешетки в крыше, врубка ригелей и стропил, сборка всего каркаса слуховых окон, обшивка боковых стенок и обделка оконного проема слуховых окон	Плотники: 4 разр. – 1 «3 « – 1 «2 « – 2, подсобный рабочий 1 разр. – 1	100 м <sup>2</sup> ската крыш	1,4
4	Е 6–9. Г. таблица 6	Укладка прогонов	1. Изготовление и пригонка сопряжений стыков в брусках или составных прогонах из досок. 2. Изготовление сопряжений прогонов с фермами. 3. Сверление отверстий для постановки болтов. 4. Укладка прогонов по фермам с постановкой креплений	Плотники: 5 разр. – 1 3 « – 1	100 м.п.	27

№ п/п	Обоснование	Наименование работы	Состав работы	Состав звена	Измеритель	Н <sub>вр.</sub> , чел.-ч.
5	ГЭСН 10-01-001-04	Установка балок пролетом: 9 м объемом более 0,5 м <sup>3</sup>	Подъем и установка конструкций с креплением	Плотники: 4 разр. – 1 «, 3 « – 1, Машинист	1 конструкция	6,85 0,46



Рис. 3. Вид на здание в процессе производства СМР

На рассматриваемом примере площадь кровли составляет 320 м<sup>2</sup>.

Для покрытия данной площади используется десять балок из клееного бруса, размещаемых в коньке, по стенам и в пролете. Балка имеет сечение 230 × 400 мм.

Общий объем монтажа клееного бруса составляет 6,81 м<sup>3</sup>, общим весом 3,4 тонны.

Длина монтируемых элементов длиной 73,9 м. п.

Самая маленькая балка весит 255 кг, самая большая – 442 кг.  
Объем леса для покрытия стропил 10,78 м<sup>3</sup>.

Таблица 2

**Спецификация объемов клееного бруса дом №1**

№	Материал	Ширина, мм	Высота, мм	Длина, мм	Кол-во	Объем 1 шт, м <sup>3</sup>	Вес 1 шт, кг
66	Брус клееный	230	400	5789	1	0,53	255
67	Брус клееный	230	400	6724	2	0,62	298
68	Брус клееный	230	400	6726	2	0,62	298
69	Брус клееный	230	400	7799	2	0,72	346
70	Брус клееный	230	400	7854	1	0,72	346
71	Брус клееный	230	400	7854	1	0,72	346
73	Брус клееный	230	400	9913	1	0,92	442

Проведем предметный анализ результатов, полученных в табл. 3.

Исходя из технологии монтажа и веса монтируемых конструкций покрытия, при выполнении строительно-монтажных работ, обязательно применение грузовой подъемной техники. Однако, только в источниках А1, А2 и А5 учтена работа машиниста.

По работе А1 в качестве материалов, используемых при выполнении СМР указаны «Бруски обрезные хвойных пород длиной 4–6,5 м, шириной 75–150 мм, толщиной 100 мм», что не соответствует геометрическим параметрам монтируемого клееного бруса.

В источнике А2 отсутствуют указания по монтажу балок мауэрлата, включая данный вид работ в норму времени на монтаж всего покрытия – то есть установку балок и установку стропил.

В источниках А3 и А4 в составе звена нет машинистов, а затраты труда плотников слишком низкие. Следует полагать, что в данном случае рассматривается монтаж не габаритных конструкций уже доставленных к месту сборки.

## Подсчет объемов работ и их трудоемкости

Шифр	№ п./п.	Наименование работ	Ед. изм.	Объем	Обоснование	Норма времени		Состав звена	Заграты труда и машинного времени	
						ч.-час	м.-час		ч.-дн.	м.-см.
<b>Источник №1</b>										
A1	1	Укладка по фермам прогонов	1 м <sup>3</sup>	6,80	ГЭСН 10-01-082-02	15,04	0,15	Рабочий – 1	12,78	0,13
<b>Источник №2</b>										
A2	2	Установка стропил	1 м <sup>3</sup>	17,58	ГЭСН 10-01-002	24,09	0,15	Рабочий – 1	52,94	0,33
<b>Источник №3</b>										
A3	3	Установка стропил, в том числе установка мауэрлатов	100 м <sup>2</sup>	3,20	Е 6-9. А. табл. 2	1,4	–	Плотники: 4 р – 1; 3 р – 1; 2 р – 2 Подсобный рабочий 1 р. – 1	0,56	–
<b>Источник №4</b>										
A4	4	Укладка прогонов	100 м.п.	0,74	Е 6-9. Г. таблица 6	27	–	Плотники 5 р. – 1; 3 р. – 1	2,49	–
<b>Источник №5</b>										
A5	5	Укладка прогонов	1 шт	10,00	ГЭСН 10-01-001-04	6,85	0,46	Плотники 3 р. – 1; 4 р. – 1 Машинист – 1	8,56	0,58

В сравнении с упомянутыми выше источниками (А1 и А2), источник А5 (ГЭСН 10-01-001-04) является наиболее подходящим, для расчета трудоемкости работ по установке балок из клееного бруса, так как близок к рассматриваемому примеру по большому количеству параметров (вес, длина, объем, состав звена). При этом следует отметить, что монтируемые элементы могут иметь разнообразные геометрические размеры, поэтому использовать только источник А5 как универсальный не рекомендуется.

Проанализировав конструктивные особенности частного домостроения из древесины и имеющуюся нормативную документацию, можно сделать вывод, что для современной деревянной архитектуры необходимо тщательно выбирать базовые источники для календарного планирования. Разработкой календарного плана должен заниматься грамотный инженер, понимающий особенности деревянного домостроения. Кроме этого, опираясь на имеющийся и аккумулируемый опыт индивидуального жилого домостроения из древесины, необходимо разрабатывать ведомственные строительные нормы (ВСН) учитывающие их конструктивные особенности и специфику.

## Литература

1. *Вильякайнен М.* Справочник проектирование и строительство Индивидуальный дом «Платформа» // АО Пууинфо, 1999. С. 136 с.
2. *Кенно Юхани* Деревянный дом. Каркасные работы от фундамента до крыши. – СПб.:Алфамер Паблишинг, 2008. 192 с.
3. ГОСТ 21.504–2016 «Система проектной документации для строительства (СПДС). Правила выполнения рабочей документации деревянных конструкций»
4. ГЭСН 81–02–10–2001. Часть 10. Деревянные конструкции.
5. СП 31–105–2002 «Проектирование и строительство энергоэффективных одноквартирных жилых домов с деревянным каркасом».
6. СП 48.13330.2011 «Организация строительства».
7. СП 64.13330.2011 «Деревянные конструкции».
8. СТО 36554501–003–2006 Деревянные клееные конструкции несущие. ФГУП НИЦ «строительство» Л. М. Ковальчук, 2006.
9. Типовая технологическая карта (ТТК). Устройство двускатной крыши при строительстве индивидуального жилого дома.



УДК 69:[005.51+005.334]

*Сергей Владимирович Бовтеев,*

канд. техн. наук, доцент

*Дмитрий Александрович Животягин,*

студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный  
университет)

*E-mail: sergeibovteev@gmail.com,*

*zhivotygin@yandex.ru*

*Sergei Vladimirovich Bovteev,*

PhD of Tech. Sci., Associate Professor

*Dmitrii Aleksandrovich Zhivotiagin,*

student

(Saint Petersburg

State University of Architecture  
and Civil Engineering)

*E-mail: sergeibovteev@gmail.com,*

*zhivotygin@yandex.ru*

## **РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ПЛАНИРОВАНИЯ И КОНТРОЛЯ РИСКОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

### **DEVELOPMENT OF METHODS OF RISK PLANNING AND CONTROL IN CONSTRUCTION**

Статья посвящена актуальным вопросам современного риск-менеджмента в строительной отрасли. Проанализированы понятие риск и с чем он связан на всех этапах жизненного цикла строительного проекта. Какие последствия может вызывать отсутствие управления рисками в проекте. Графически представлено количественное распределение рисков в зависимости от этапов реализации проекта по капитальному строительству. Описаны этапы современного риск-менеджмента, а также приведены примеры. Графически представлена модель по совокупному воздействию рисков на определенную работу строительно-монтажного комплекса. Введено понятие «назначение рисков» как изменение факторов рисков в зависимости от того, какие строительные работы сопоставляются с данными рисками.

*Ключевые слова:* строительство, риск, управление рисками, оценка рисков, управление проектами.

The article is devoted to actual issues of modern risk-management in the construction industry. The concept of risk and with what it is associated at all stages of the life cycle of a construction project are analyzed. What consequences may result from the lack of risk management in project. The quantitative distribution of risks depending on the stages of the capital construction project is graphically represented. The stages of modern risk management are described with several examples. A model is presented graphically for the aggregate effect of risks on a certain work of the construction complex. The concept of “risk as-

signment” is introduced as a change in risk factors depending on construction work is compared with these risks.

*Keywords:* construction, risk, risk management, risk analysis, project management.

Строительство, даже в случае типовых проектов – это создание нового продукта. Любой проект по строительству, реконструкции или капитальному ремонту, в зависимости от технического задания, связан с возникновением рисков на всех стадиях жизненного цикла проекта. При этом нормативные правовые акты Российской Федерации предусматривают ограничения сроков строительства объекта (обосновывается в проектной документации и согласовывается экспертами при прохождении экспертизы проектной документации), а также стоимости, закладываемой на непредвиденные расходы (так называемое *contingency*). Такие факторы накладывают ограничения на проект, поэтому необходима разработка инструментов, которые позволят остаться в рамках лимитов. Возникает потребность в тщательной оценке рисков и их управлении при реализации проекта.

Прежде всего, нужно понять, что такое риск и с чем он связан. В данной статье риск не будет иметь положительный характер и по мере детализации этого понятия от большего к меньшему можно будет перейти к описанию модели оценки и управления рисками в строительстве.

Цель проекта при строительстве здания – получить законченную готовую продукцию. Для того чтобы возвести объект строительства, необходимо разработать календарный план. Нужно понять за какой период возможно в соответствии с технологией и нормативной документацией возвести объект. Всегда существует ряд факторов, которые могут препятствовать выполнению поставленной задачи. Отсюда можно сделать вывод, что возможно завершить строительство позже срока, указанного в календарном плане, а также в разрешении на строительство. Результатом превышения сроков будет подача документов на продление разрешения на строительство, а также возможно применение административных мер воздействия.

Можно построить здание или сооружение в соответствии со сроками, указанными в графике или даже раньше, но из-за низкого качества готовой продукции или дефектов (ошибок) допущенных при производстве работ, невозможно получить заключение о соответствии построенного, реконструированного объекта капитального строительства требованиям технических регламентов и проектной документации и, как следствие, разрешение на ввод в эксплуатацию объекта строительства.

Другим не менее важным показателем является стоимость строительства. На предпроектной стадии обосновании проекта делается укрупненный расчет продукта, который мы хотели бы получить. При разработке проектной документации, после изучения всех ограничений, накладываемых на проект со стороны регламентирующих документов (внешних факторов), а также финансовой обеспеченности заказчика (внутренних факторов) получается большая, чем первоначальная, себестоимость проекта, но и она является укрупненной. На основе проектной документации разрабатывается рабочая документация, которая подразумевает более высокую точность при определении сметной себестоимости объекта, значит, эту стоимость превысить невозможно. По законодательству Российской Федерации при финансировании проекта за счет бюджетных средств на непредвиденные расходы выделяется 2 % от стоимости проекта. Однако оптимальным значением на этой стадии разработки проекта является величина от 5 % до 10 % [3]. В результате можно превысить сметный расчет настолько, что объект строительства останется незавершенным из-за отсутствия финансирования.

Отсюда можно получить три основных блока негативных событий, связанных с возведением здания или сооружения – превышение срока строительства, низкое качество готовой продукции и перерасход бюджета проекта. Эти события могут произойти и отрицательно сказаться на реализации проекта, значит, их следует считать рисковыми.

Если событие может произойти или нет, то возникает вопрос: можно ли повлиять на это событие, предотвратить его возникновение. Введем две группы событий. На одну группу мы можем

влиять, на другую – нет. Например, первый случай иллюстрирует применение входного, операционного и приемочного контроля выполняемых работ для получения высокого качества строительной продукции. Во втором случае – это стоимость продукта, например, цены на материалы. Мы не можем предупредить повышение цен на строительные материалы и изделия, которые определяются рыночными условиями. Поэтому риск можно описать, как событие, которое может произойти или нет, но возникновение которого можно контролировать. Значит, если мы можем воздействовать на событие, то, иначе говоря, мы осуществляем управление рисками [1].

По мере реализации проекта количество рисков будет неизбежно меняться. Необходимо понимать, что одно случившееся событие может повлечь за собой новые и по количеству в разы больше первого. Речь идет о первичных и вторичных рисках. До тех пока не случились первые, наступление вторых невозможно. На рис. 1 представлен график количества рисков в зависимости от времени реализации проекта строительства.

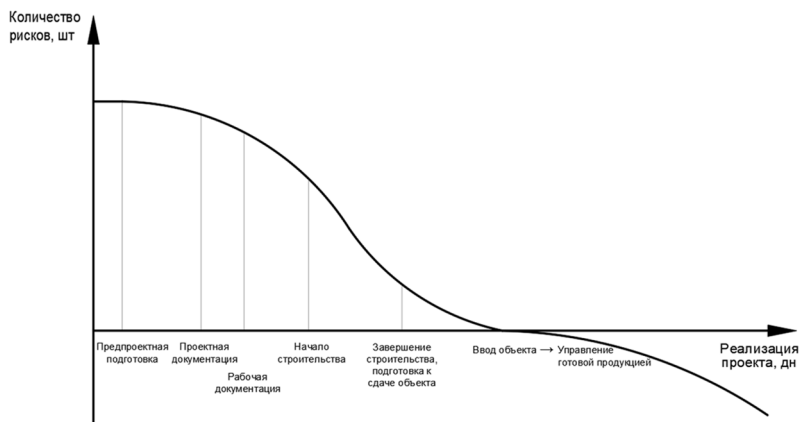


Рис. 1. График количества рисков по отношению к жизненному циклу проекта

Для каждого проекта набор рисков индивидуален, но основной набор един. Из графика, представленного на рис. 1 видно, что значительное снижение количества рисков начинается после

разработки рабочей документации. Грамотно и детально разработанные проекты снижают количество переделываемых физически работ уже на строительной площадке, за счет отсутствия пространственных коллизий и других, не увязывающихся элементов и процессов возведения здания. Не менее важным является выполнение строительно-монтажных работ, а также подготовка исполнительной и другой документации при производстве работ, вплоть до подписания акта о завершении работ [4].

Подход к работе с рисками подразумевает несколько стадий: идентификация рисков, качественный анализ рисков, количественная оценка рисков, планирование реагирования на риски и мониторинг рисков [1].

Для идентификации рисков можно применять контрольный список или чек-лист (checklist) с заранее подготовленной информацией, основанной на предыдущем опыте работы с другими проектами. Данная форма сокращает время, затрачиваемое на определение рисков, угрожающих проекту. Пример формы по выполняемым видам работ и сопутствующим рискам представлен в таблице.

**Контрольная карта рисков**

Вид работы	Риск 1	Риск 2	Риск 3	Риск 4	Риск $n-1$	Риск $n$
Земляные работы	+	–	+	–		
Устройство наружных сетей	+	+	+	–		
Монолитные работы	+	+	–	+		
Внутренние отделочные работы	–	–	–	+		
Благоустройство	–	+	+	–		
Работа $n-1$						
Работа $n$						

*Примечание:* **Риск 1** – поломка специальной техники; **Риск 2** – отрицательная наружная температура; **Риск 3** – запрет на производство шумных работ; **Риск 4** – технологические простои фронтов работ (твердение бетона, высыхание поверхностей, обработанных лакокрасочными и другими материалами и т. д.).

После идентификации рисков необходима их качественная оценка. Для этого необходимо понимать вероятность наступления события и степень его воздействия на достижение цели проекта. Например, введем десятибалльную шкалу оценки. Тогда при большой вероятности наступления события (10 баллов) и высокой степени воздействия на поставленную задачу (10 баллов), перемножение этих показателей даст 100 баллов и это событие будет иметь критическое воздействие на проект. По такому принципу можно оценить и выявить наиболее опасные риски.

Количественная оценка рисков, то есть численный анализ совокупного воздействия идентифицированных рисков проекта в строительстве может давать значительный разброс в получаемом результате. Как и говорилось раньше, каждый проект строительства здания – это уникальный продукт со своими исходными данными и своими внешними ограничениями. Начиная от инженерных изысканий, на основе которых можно получить ответ, какое здание со своими физическими характеристиками можно возвести на данном земельном участке, так и ограничения, задаваемые территориальными административными регламентами на разных территориях, имеют колоссальные отличия. Отсюда невозможно получить достоверную статистическую исходную информацию для количественной оценки рисков [5].

Планирование реагирования на риски, а также их мониторинг ни что иное как управление ими. Значительно проще подготовиться к наступлению события и принять меры, а еще лучше вовсе его не допустить. Наступления одних рисков (первичных) могут спровоцировать возникновение других и степень их воздействия (вторичные) будет выше, чем первых: то, что называют «эффектом бабочки» [2].

В начале статьи говорилось о том, что основная цель проекта – получить законченный объект строительства. Выделили три крупных блока событий, которые могут вносить свой негативный эффект в реализацию проекта. Начиная распутывать нить событий, которая привела к невозможности успешно реализовать проект, можно говорить о том, что риск это не только одно негативное событие, а чаще всего это каскад событий, которые вначале могут

иметь настолько незначительное влияние, что могут даже быть незамечены до тех пор, когда уже будет поздно реагировать на них.

Можно выделить несколько этапов реализации проекта строительства:

1. Предпроектная подготовка (обоснование финансовой части проекта, а также выдача задания на проектирование объекта).

2. Подготовка проектной, рабочей и исходно-разрешительной документации (определяем, что можно построить).

3. Производство строительно-монтажных работ и подготовка исполнительной и другой приемо-сдаточной документации.

4. Получение итоговой разрешительной документации, необходимой для ввода объекта в эксплуатацию

5. Эксплуатация законченного объекта строительства.

В данной статье рассмотрим третий этап реализации проекта. Возведение здания состоит из ряда работ, которые чаще всего выполняют разные специализированные субподрядные организации, с которыми заключает договор застройщик (технический заказчик) или генеральная подрядная организация. Для каждой выполняемой работы набор опасных факторов (рисков) будет отличаться. До этого рассматривалось наступление одного конкретного риска, его вероятность и степень воздействия, но нельзя отбрасывать возможность наступления одновременно несколько рисков. Совокупность их возникновения, а также воздействия будут иметь абсолютно другие значения. Наступление некоторых одних и тех же рисков (негативных событий) может быть неоднократным в процессе выполнения одной работы.

На рис. 2 представлена трехмерная модель совокупной вероятности появления и воздействия рисков. Каждая грань может описывать внешние риски, внутренние риски, события, которые мы не в силах предугадать и на которые не можем повлиять, но которые могут произойти. В каждой плоскости можно вычислить как вероятность наступления двух независимых событий, так и предусмотреть возникновение двух и более зависимых событий.

Данная модель  $n$ -мерная и в зависимости от уникальности и особенности условий реализации проекта может иметь бесчисленное количество групп рисков, которые наступают одновременно

или последовательно, вызывая каскад событий. Сопровождение проекта, а также разработка мероприятий реагирования на случайные события даже на предпроектном этапе позволит реализовать проект более успешно.

Известно [1], что в процессе идентификации рисков необходимо для каждого риска определять его факторы: источник, вероятность наступления, последствия наступления и т.д. Однако любой риск может быть сопоставлен не только всему строительному проекту, но и его отдельным работам. Некоторое программное обеспечение управления проектами позволяет назначать риски на отдельные работы проекта, например *Microsoft Project Server*. Однако вероятность наступления риска, сопоставленного с работой  $m$  может существенно отличаться от вероятности наступления того же риска, но сопоставленного с работой  $n$ . Для эффективного управления рисками предлагается применять модель «назначения рисков», в которой определяется, каким именно работам проекта могут быть сопоставлены те или иные риски, а также какие величины факторов риска могут быть определены в случае сопоставления риска с той или иной работой проекта.

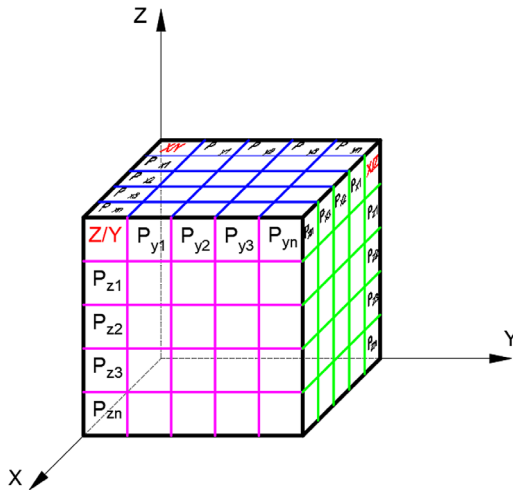


Рис. 2. Трехмерная модель рисков событий



## Литература

1. A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide). Project management institute, PMI. Sixth edition. 2017. – 756 p.
2. *Талеб Н. Н.* Черный лебедь. Под знаком непредсказуемости. М.: КоЛибри, Азбука-Аттикус, 2018. – 736 с.
3. *Carlidge D.* Construction project manager's pocket guide. 1th Edition. 2015. – 283 p.
4. *Федосына А. В.* Реализация системного подхода к анализу и управлению рисками в инвестиционно-строительной сфере // Известия КГАСУ, 2012, № 2 (20). С. 254–260.
5. *Котов В. И.* Количественный подход к анализу влияния совокупности рисков на инвестиционный проект // Современные технологии управления, 2014. – № 07 (43). С. 25–31.

**УДК 658.5:502.13:69**

*Людмила Васильевна Волкова,*  
канд. экон. наук, доцент  
*Мария Сергеевна Крылова,*  
студент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный  
университет)  
*E-mail: vlv2000@inbox.ru,*  
*mar76991626@mail.ru*

*Ludmila Vasilievna Volkova,*  
PhD of Ec. Sci., Associate Professor  
*Mariya Sergeevna Krylova,*  
student  
(Saint Petersburg  
State University of Architecture  
and Civil Engineering)  
*E-mail: vlv2000@inbox.ru,*  
*mar76991626@mail.ru*

**НЕГАТИВНОЕ ВЛИЯНИЕ  
НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ  
ПРОЦЕССОВ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА  
И ПРИРОДООХРАННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ  
В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

**NEGATIVE INFLUENCE ON THE ENVIRONMENT  
OF PROCESSES OF BUILDING PRODUCTION  
AND ENVIRONMENTAL MEASURES IN  
CONSTRUCTION**

Перечислены негативные факторы строительного производства на каждом этапе строительства, которые влияют на окружающую среду. Рассмотрены варианты использования строительных отходов повторно и использование более экологичного сырья для производства различных строительных работ. Представлено влияние строительства на составляющие биосферы – атмосфера, гидросфера, литосфера, с которыми тесно связана человеческая жизнедеятельность. Представлены природоохранные мероприятия, которые нашли свое широкое применение непосредственно на строительных площадках в нашей стране. Рассмотрены основные эффективные методы защиты гидросферы и литосферы, а также предложены варианты для минимизации выбросов в атмосферу при производстве работ на строительных объектах. Рассмотрены локальные очистные сооружения и канализационные насосные станции, как методы защиты гидросферы в строительстве.

*Ключевые слова:* природоохранные мероприятия в строительстве, строительные отходы, организационно-технологические решения в строительстве.

A brief review of negative factors of construction production at each stage of construction, which affect the environment. Options for the use of construction broken materials repeatedly and the use of more ecofriendly raw materials for various construction works are reviewed. A brief review of the influence of construction on the components of the biosphere – atmosphere, hydrosphere and lithosphere, with which human life is closely related. A brief review of environmental measures, which have found wide application directly at jobsites in our country. Basic effective methods for protecting the hydrosphere and lithosphere are reviewed, and also options to minimize atmospheric emissions from execution of work on construction jobs. Sewage disposals and sewage pumping stations are considered as protection methods of hydrosphere in construction.

*Keywords:* environmental measures in construction, building waste, organizational and technological decisions.

Любой строительный объект проходит этап закупки строительных материалов и готовых изделий у поставщиков. Начинается это с переработки ресурсов, добыча которых приводит к негативным последствиям на окружающую среду – вырубается огромная площадь лесов, отчуждаются плодородные почвы. Все это приводит к загрязнению воздуха и водоемов, гибели растений и представителей животного мира. Производство материалов гарантировано ведет к выделению огромного количества отходов.

Качественная городская среда обитания людей – это такая среда, которая способна удовлетворять объективные потребности и запросы жителей города в соответствии с общепринятыми на данный момент времени нормами и стандартами жизнедеятельности. Людям нужны магазины, аптеки, детские сады, школы, развитое общественное пространство и многое другое. Под строительство современных районов требуются все большие территории.

Таким образом, негативное воздействие строительства на окружающую среду проявляется на каждом этапе создания строительной продукции, от добычи природных строительных материалов, промышленного изготовления строительных материалов и конструкций до вывода объекта из эксплуатации в конце срока его жизни [1].

Строительство оказывает на биосферу всестороннее воздействие. Оно может быть как положительным (так как обеспечивает комфортные условия проживания людей, создание природоохранных

сооружений и т. д.), так и отрицательным. Однако, каждый гражданин имеет право на благоприятную окружающую среду и на достоверную информацию о состоянии окружающей среды [2].

Для сохранения окружающей среды и увеличения продуктивности производства отходы используются вторично [3]. Так, например, вторичное использование резины распространено в дорожном строительстве для создания прорезиненного асфальта.

Однако, как правило, строительство сопровождается негативным воздействием на окружающую среду и ухудшением экологической обстановки (таблица). Сам процесс организации производства работ на строительной площадке является небезопасным по отношению не только к самой природе, но и по отношению к уже существующим зданиям и сооружениям, а также к людям, которые являются частью процесса эксплуатации этих зданий.

Во избежание вышеперечисленных негативных последствий на окружающую среду при производстве строительных работ применяют различные установки и агрегаты, чтобы минимизировать воздействие на атмосферу, гидросферу и литосферу, а также на сложную оболочку Земли – биосферу.

Для защиты **атмосферного воздуха** часто используют эффективные пылеулавливающие устройства и системы. Эффективным будет также использование многоступенчатой очистки воздуха, можно выбрать несколько пылеудалителей или подобрать более современный и мощный.

Самым эффективным средством защиты воздуха от токсичных выбросов будет минимизация использования строительной техники на топливе и комплексный переход на электропривод.

Основными достоинствами электрического привода являются:

- 1) высокая экономичность;
- 2) возможность установки электродвигателей непосредственно у исполнительного рабочего органа без сложных систем передачи;
- 3) возможность дистанционного управления и автоматизации;
- 4) постоянная готовность к работе, простота пуска и удобство управления.

Однако, у машин, получающих электроэнергию от внешнего источника энергии, имеется недостаток – отсутствие автономности.

**Факторы, негативно влияющие на окружающую среду  
при строительстве [4]**

Геосферы Земли	Факторы, влияющие на окружающую среду при производстве строительных работ
Атмосфера	<p>На строительных площадках с наибольшим преимуществом отдается предпочтение спецтехнике, работающей на сгораемом топливе. Как следствие, воздушная среда загрязняется токсичными выбросами, к которым относятся монооксид углерода, оксиды азота, углеводороды, альдегиды, а также канцерогенами – сажей и бензпиреном.</p> <p>Складирование строительных отходов под открытым небом. Так, например, при выполнении демонтажных работ отходы железобетона в больших количествах накапливаются в помещениях, где проводился демонтаж, а также под открытым небом на территории строительной площадки. Загрязнение воздушной среды полидисперсной пылью происходит и в тех случаях, когда отходы строительного производства различных классов опасности хранятся с нарушением требований федеральных законов [2], [5–7].</p> <p>Изготовление строительных материалов (кирпича, бетона, растворов), перегрузка сыпучих материалов, проведение сварочных работ на территории строительной площадки и в помещениях, не оборудованных системами аспирации, – все это приводит к значительному выделению полидисперсной пыли</p>
Гидросфера	<p>Самым распространенным источником загрязнения являются сточные воды, загрязненные нефтепродуктами или отходами строительного производства, которые попадают в открытые водоемы или подземные воды непосредственно со строительных площадок и временных складов.</p> <p>Долгое хранение мусора приводит к фильтрату, который также оказывает негативное воздействие на подземные воды;</p> <p>Строительство является крупным потребителем хозяйственно-питьевой и технической воды. Так, например, для изготовления 1 м<sup>3</sup> бетона требуется до 300 л воды.</p>

Геосферы Земли	Факторы, влияющие на окружающую среду при производстве строительных работ
Литосфера	<p>Отчуждение ценных земель для нужд строительства, разрушение природных ландшафтов, нарушение среды обитания животных и растений. Срезка верхнего плодородного слоя земли до начала работ называется «строительная эрозия».</p> <p>Пагубное влияние загрязненных стоков на почву, верхние слои литосферы.</p> <p>Оседание полидисперсной пыли, окалины металлов, выхлопных газов отрицательно сказывается на свойствах почвы.</p> <p>Огромные мусорные зоны на территориях объектов и за их пределами. В данном случае снижается такое свойство земель как биологическая продуктивность, т.е. способность воспроизводить биомассу в данном случае микроорганизмов, растений, входящих в состав рассматриваемой литосферы. Результатом является то, что почва и вода не могут восстановиться многие десятилетия</p>

Для защиты **гидросферы** можно использовать такие системы, как локальные очистные сооружения и канализационные насосные станции. Первые предназначены для очистки и переработки загрязненных сточных вод со строительной площадки; они обеспечивают полноценную очистку стоков, что делает их безопасными для окружающей среды. Канализационные насосные станции предназначены для сбора поверхностных стоков с территории объекта. Ливневые и талые воды содержат большое количество разнообразных примесей, поэтому они требуют правильного сбора и сложной многоступенчатой очистки. Во время обильных дождей и таяния снега химические вещества смываются с поверхности земли и попадают в грунтовые воды и почву, что и приводит к проблемам с экологией.

Локальные очистные сооружения и канализационные насосные станции также положительно скажутся и на экологии почв,

так как грязные стоки попадают через почву в грунтовые воды. Но также для защиты литосферы можно внедрять более тщательный контроль за хранением и складированием мусора на строительной площадке и своевременную транспортировку до места утилизации.

Обычный строительный мусор вполне можно хранить в мешках, сделанных из прочного материала, который выдержит большую нагрузку. При этом хранение строительного мусора должно осуществляться способом, который обеспечит его беспрепятственную погрузку в транспортное средство для вывоза с территории временного хранения. Необходимо организовать специальные склады, площадки или специальное оборудование (бункеры, контейнеры и т. д.). Данное требование распространяется и на временное хранение строительных отходов.

Хранение строительных отходов на нестационарных складах, в открытой таре или на открытых площадках должно осуществляться при соблюдении следующих условий:

- 1) их расположение должно исключать ухудшение санитарно-гигиенических условий проживания;
- 2) хранящиеся строительные отходы должны быть защищены для исключения загрязнения ими окружающей среды, например, накрыты брезентом или навесом;
- 3) хранить отходы допускается на твердой площадке, а если они токсичны, то покрытие должно быть водонепроницаемым и химически устойчивым;
- 4) размер площадки должен быть достаточным для равномерного распределения всего объема отходов.

Подведя итоги вышесказанного, можно сделать следующие выводы:

1. Строительная деятельность оказывает воздействие на окружающую среду, как положительное – создание новой рукотворной среды обитания человека, так и отрицательное – загрязнение всех компонентов биосферы в процессе осуществления строительного производства.

2. Ежегодно в России образуется 15–17 млн. тонн строительных отходов, большая часть которых принадлежит к 4-му классу опасности и вывозится на специально оборудованные полигоны.

Важнейшей задачей организации строительного производства становится внедрение безотходных технологий.

3. С целью снижения негативного влияния строительного производства на окружающую среду предлагается в состав проекта производства работ включать пакет технологических карт по обращению с каждым видом строительных отходов, которые образуются в данной организации, с учетом современного оборудования, технологий по защите компонентов окружающей среды и накопленного положительного опыта их внедрения.

4. Для обеспечения эффективности мероприятий в области экологической безопасности в каждой организации строительной отрасли разработать и внедрить «Процесс защиты окружающей среды от негативного воздействия строительного производства» в соответствии с Международными стандартами ИСО серии 14000.

## Литература

1. *Братошевская В. В.* Градостроительная экология: учебн. пособие / В.В. Братошевская, Р. В. Мирсоянов. – Краснодар: КубГАУ, 2013.
2. Об охране окружающей среды: федер. закон от 10 января 2002 г. № 7: (в ред. от 26.07.2019 г. № 7-ФЗ).
3. *Лось К. И.* Способы решения экологических задач в строительстве // Проблемы и перспективы развития России: молодежный взгляд в будущее. – сборник статей. – 2019. – С.247–250.
4. *Волкова Л. В.* Актуальные проблемы экологической безопасности строительного производства // «Актуальные проблемы современного строительства и их эффективного решения»: Международная конференция, посвященная 180-летию СПбГАСУ / СПбГАСУ, 10–12 октября 2012 г. – СПб., 2012. – С. 144–149.
5. Федеральный закон от 4 мая 2011 года № 99-ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности».
6. Федеральный закон от 4 мая 1999 года № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха».
7. Федеральный закон от 24 июня 1998 года № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления».



**УДК 330.131(470.324)**

*Елена Петровна Горбанева,*  
канд. техн. наук, доцент  
*Светлана Викторовна Еськова,*  
студент  
*Наталья Викторовна Каньшина,*  
студент  
*Юлия Васильевна Шевченко,*  
студент  
(Воронежский государственный  
технический университет)  
*E-mail: elenagorbaneva@rambler.ru,*  
*ya.ya-ya-sv@yandex.ru,*  
*kanshina\_98@mail.ru,*  
*14julia1605199814@mail.ru*

*Elena Petrovna Gorbaneva,*  
PhD of. Tech. Sci, Associate Professor  
*Svetlana Viktorovna Eskova,*  
student  
*Natalia Viktorovna Kanshina,*  
student  
*Julia Vasilyevna Shevchenko,*  
student  
(Voronezh State  
Technical University)  
*E-mail: elenagorbaneva@rambler.ru,*  
*ya.ya-ya-sv@yandex.ru,*  
*kanshina\_98@mail.ru,*  
*14julia1605199814@mail.ru*

## **СОВРЕМЕННЫЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ И СПОСОБЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

### **MODERN ENERGY-SAVING TECHNOLOGIES AND METHODS OF ENERGY SAVING IN CONSTRUCTION**

Энергосбережение в настоящее время является одной из приоритетных задач. Это связано с дефицитом энергоресурсов и необходимостью снижения коммунальных платежей. Актуальность данной темы заключается в необходимости энергосбережения и решения вопросов эффективного пользования энергией в условиях ограниченности ресурсов. В связи с реализацией во многих странах стратегии повышения эффективности использования энергетических ресурсов, разработаны и внедрены в использование различные законодательные акты и меры нормативного характера с целью энергосбережения. Рассмотрены причины нерационального использования энергии и отражены возможные их решения с помощью комплексного подхода и направления развития сферы энергосбережения с помощью применения энергоэффективных мероприятий.

*Ключевые слова:* энергоэффективность, технологии, строительство, энергосбережение, экология.

Energy conservation is currently one of the priority tasks. This is due to a shortage of energy resources and the need to reduce utility bills. The relevance of this topic lies in the need for energy saving and resolving issues of efficient energy use in conditions of limited resources. In connection with the implementation in many countries of the strategy for improving the efficiency of the use of energy resources, various legislative acts and regulatory measures have been developed and implemented in order to save energy. The reasons for the irrational use of energy are considered and their possible solutions are reflected with the help of an integrated approach and the direction of development of the energy conservation sphere using energy-efficient measures.

*Keywords:* energy efficiency, technology, construction, energy saving, ecology.

**Энергосбережение** – это принятие определенных решений и мер (технических, технологических, экономических, организационных и правовых), не изменяющих привычный образ жизни людей и позволяющих сократить потребление энергетических ресурсов с сохранением их полезного эффекта от использования.

Энергосбережение является одной из приоритетных задач в настоящее время [2, 3]. Острота данного вопроса состоит в том, что давно возник дефицит энергоресурсов в связи с ростом спроса на электроэнергию. А так как стоимость их добычи достаточно высока, растут и коммунальные платежи (рис. 1).

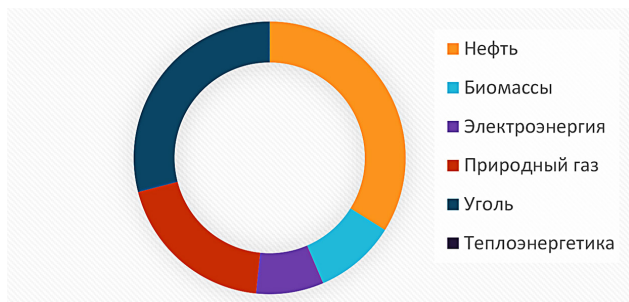


Рис. 1. Диаграмма потребления с разбивкой по типам энергии за 2018 год

Важным фактором являются также и глобальные экологические проблемы [4]. Тепло и электростанции выбрасывают в атмосферу

опасные вредные вещества, которых становится с каждым разом все больше, что в дальнейшем может привести к необратимым последствиям для всего мира. На рис. 2 представлена тенденция потребления энергии в мире за период 1990–2018 гг.

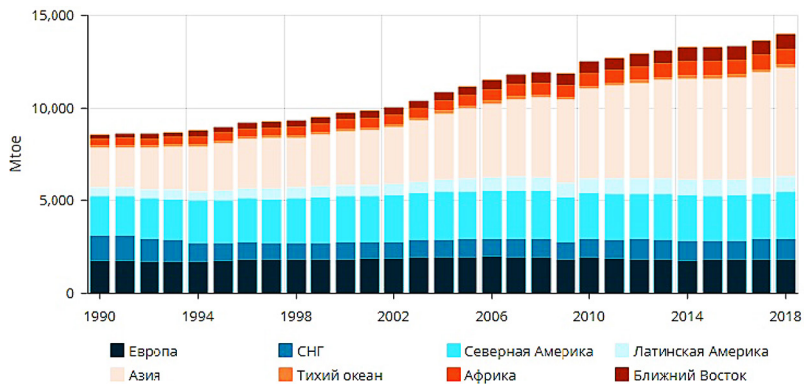


Рис. 2. Тенденция потребления энергии в мире за период 1990–2018 гг.



**ЕЭС России**

Выработка 1 070 922,4 млн·кВт·ч

● ТЭС: 681 829,5 млн·кВт·ч

● ГЭС: 183 759,8 млн·кВт·ч

○ АЭС: 204 356,9 млн·кВт·ч

Потребление 1 055 559,0 млн·кВт·ч

Сальдо -15 363,4 млн·кВт·ч

Рис. 3. Основные итоги работы ОЭС и ЕЭС в 2018 году

В настоящее время многие страны реализуют стратегии повышения эффективности использования энергетических ресурсов [7]. Так, на Западе внедрение данных технологий осуществляется с 1970 года, а в большинстве стран разработаны и введены в использование различные законодательные акты и меры нормативного характера с целью энергосбережения. Но, что касается России, то в ней энергосбережение находится еще на начальной стадии (рис. 3).

Одним из самых активных потребителей данного ресурса является строительный комплекс. На строительство и эксплуатацию в нашей стране расходуется примерно в 3 раза больше энергии, нежели в развитых странах. Анализ различных сфер показал, что данная ситуация складывается не только из-за повышенного спроса на энергию, но и из-за ее нерационального использования и бесполезных потерь.

Основными причинами нерационального расходования тепловой энергии являются [5, 6, 7]:

- 1) наружные стены, покрытия и потолки подвалов обладают недостаточным теплоизоляционным качеством;
- 2) нарушенная или недостаточная тепловая изоляция развитой сети наружных теплотрасс;
- 3) не установленные приборы контроля, учета и регулирования на системах горячего водоснабжения и отопления;
- 4) устаревшие или неправильно установленные типы котельного оборудования;
- 5) отсутствие заинтересованности экономии энергии у потребителей;
- 6) низкое качество установленных дверных и оконных переплетов, их неплотное сопряжение со стенами;
- 7) недостатки инженерных решений по отношению к отопляемым лестничным клеткам и лестнично-лифтовым блокам.

Решение проблемы сокращения энергетических затрат обязательно должно быть комплексным. Существуют различные возможности экономии энергии при возведении и эксплуатации строительного комплекса, одна из таких – это реализация энергосберегающих мероприятий и применение новых технологий в строительстве [8, 9, 10, 11].

Данные мероприятия увеличивают стоимость реализации проекта, однако понесенные затраты окупаются в дальнейшем, ведь благодаря им можно достичь экономии в коммунальных платежах от 25 до 40 %. Еще одним плюсом является создание более комфортных условий для проживания людей.

В настоящее время стали активно применять новые технологии и материалы в строительстве (рис. 4) [12, 13, 14].



Рис. 4. Солнечные коллекторы

Они способны существенно уменьшить потребление энергоносителей и затраты на них, повысить КПД. Основой для реализации данных мероприятий является оптимизация расходов и обеспечение возможности эффективного пользования энергией.

В зимнее время на отопление тратится около 40 % энерго-ресурсов страны. Это происходит вследствие некачественного утепления кровли и фасада, теплопотерь через окна, а также неверно запроектированной системы отопления и водоснабжения. Теплоизоляция является ключевым аспектом в вопросе энергосбережения. С помощью современных качественных теплоизоляционных материалов и материалов с низкой теплопередачей утепляются конструкции фундаментов и крыш. Монтируются вентилируемые

фасады, направляющие положительные температуры в зону несущих конструкций.

Так, правильно выбранный тип и утепленный по современным технологиям фундамент-это один из наиболее эффективных способов достижения энергоэффективности. Энергосбережение при монтаже стен достигается либо применением строительных материалов с низким коэффициентом теплопроводности (газобетон, пеноблоки, бревно, строганный брус), либо с использованием утеплителей, учитывая его воздухопроницаемость. Так как если она низкая, то понадобится качественная вентиляция.

Достаточно перспективной технологией энергосбережения является использование труб, вмонтированных в стену. Зимой по ним протекает вода, нагревающая воздух в помещении, благодаря увеличенной площади ограждающих конструкций, площадь контакта с воздухом тоже увеличивается и отопление работает лучше. Летом по трубам пропускается холодная вода и система выступает в качестве кондиционера.

При решении вопроса о повышении энергоэффективности нельзя забывать о межэтажных перекрытиях. Особенно важно проверить утепление на чердаке и на подвальном перекрытии, так как именно они контактируют с холодным воздухом. При устройстве кровли необходимо использовать различные утепляющие материалы, можно делать на крыше окна большой площади для экономии затрат на освещение и прогрева солнечными лучами. Обязательными являются вентиляционные зазоры для удаления конденсата во избежание скопления влаги на утеплителе.

Для увеличения энергоэффективности окон применяют многокамерные стеклопакеты, энергоэффективные стекла и пластиковые профили с воздушными каналами (рис. 5).

Более эффективным теплоизолятором в окнах является газ аргон, заполненный в стеклопакеты. При монтаже дверных проемов необходимо использовать уплотнители по контуру двери.

Помимо этого, возможна настройка системы вентиляции с применением мертвых зон, которая позволяет регулировать частоту работы и уменьшает возможность перерасхода энергии.



Рис. 5. Энергоэффективное окно

Помимо мероприятий, описанных выше, для снижения теплопотерь применяют более эффективные радиаторы, отопительное оборудование с высоким КПД или теплообменники, тепловые насосы и системы, работающие на экологически чистых видах энергии. Также достаточно популярной становится система «Умный дом», подстраивающаяся условия внешней среды и позволяющая регулировать температурный режим для комфортного проживания.

Таким образом, развитие энергосбережения не стоит на месте. На рынке постоянно появляются новые технологии и решения вопросов энергопотребления. Применение энергоэффективных технологий уже сейчас позволяет нам значительно сократить затраты на содержание различных видов недвижимости и повысить комфортное пребывание в ней без вреда для окружающей среды.

## Литература

1. Аверина О. И., Москалёва Е. Г., Морозкина Т. С. Критерии оценки энергетической эффективности // Молодой ученый. 2014. № 8.
2. Буренина И. В., Баталова А. А., Гамилова Д. А., Алексеева С. В. Мировая практика управления энергоэффективностью. Науковедение. 2014. №3.

3. Гришунина Н. А., Москалёва Е. Г. Энергосбережение как фактор устойчивого развития Республики Мордовия / Е. Г. Москалёва, Н. А. Гришунина // Молодой ученый. 2015. № 3.
4. Дергунова Е. О., Москалева Е. Г. Стратегия управления эффективным ресурсопотреблением // Экономика и социум. 2015. № 1.
5. Золотов И. И. Негативные явления, связанные с улучшением теплоизоляции наружных ограждающих конструкций // Строительство и архитектура. 1986. № 9. С. 14–16.
6. Логинова Е. В., Москалева Е. Г. Влияние мероприятий по энергосбережению на финансовые результаты предприятия // Экономика и социум. 2015. № 1.
7. Москалева Е. Г., Мальшиева О. О. Технологии энергосбережения – залог устойчивого развития // Экономика и социум. 2014. № 1–2.
8. Мищенко В. Я., Горбанева Е. П., Овчинникова Е. В., Севрюкова К. С. Повышение энергоэффективности жилых зданий при проведении капитального ремонта / ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. 2019. Т. 16. № 1. С. 66–72.
9. Набокова Я. С. Эффективные строительные материалы и способы возведения зданий / Инженерный вестник Дона. 2008. № 4.
10. Шеина С. Г., Федяева П. В. Эффективность выполнения энергосберегающих мероприятий в жилых зданиях повышенной этажности / Инженерный вестник Дона. 2008. № 4.
11. РИА Наука: [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://ria.ru/20081205/156573930.html> (дата обращения 02.11.2019).
12. Valeriy Mishchenko, Elena Gorbaneva, Elena Ovchinnikova and Kristina Sevryukova Planning the Optimal Sequence for the Inclusion of Energy-Saving Measures in the Process of Overhauling the Housing Stock / Springer Nature Switzerland AG 2019. V. Murgul and M. Pasetti (Eds.): EMMFT-2018, AISC 983, pp. 79–91, 2019.
13. V Ya Mishchenko, S G Sheina and E P Gorbaneva Increase of energy efficiency during overhaul of housing stock in Russian Federation / Published under licence by IOP Publishing Ltd. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering – 2019, Volume 481, Number 1 – 012031.



**УДК 69**

*Наталья Александровна Понявина,*

канд. техн. наук, доцент

*Мария Евгеньевна Попова,*

студент

*Алексей Дедов,*

магистрант

(Воронежский государственный

технический университет)

*E-mail: zueva-natasha@mail.ru,*

*pantera353535@mail.ru*

*Natalia Alexandrovna Ponyavina,*

PhD of Tech. Sci., Associate Professor

*Maria Evgenievna Popova,*

student

*Aleksei Dedov,*

student

(Voronezh State

Technical University)

*E-mail: zueva-natasha@mail.ru,*

*pantera353535@mail.ru*

## **ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ЭКОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ В РОССИИ**

### **PROBLEMS OF THE FORMATION AND DEVELOPMENT OF ECO BUILDING POLICY IN RUSSIA**

В статье рассматривается состояние экологии в настоящее время, влияние строительной отрасли на экологию в России, перечень основных экологических проблем, возникающих в процессе строительства и эксплуатации. Проанализированы пути изменения экологической обстановки в будущем, особенности и результаты развития экостроительной политики на территории нашей страны, перечислены применяемые экологические материалы и технологии. Также в статье представлены системы экологической сертификации, используемые во всем мире, приведен список известных в России «зелёных» объектов.

*Ключевые слова:* экостроительство, зеленое строительство, энергоэффективность, экологическая сертификация.

In this article discusses the current state of ecology, the impact of the construction industry on the environment in Russia, the list of major environmental problems arising in the process of construction and operation. The ways of change of ecological situation in the future, features and results eco building development policy in the territory of our country, listed organic materials and technologies. In this article also presents the systems of environmental certification used all over the world, a list of well-known in Russia “green” objects.

*Keywords:* eco building, green building, energy efficiency, environmental certification.

Состояние экологии ухудшается с каждым днем и это является одной из основных проблем современного общества. В настоящее время по данным Росгидромета, Росстата, Министерства природных ресурсов и экологии и Роспотребнадзора в России появилась необходимость в неотложном решении задачи, связанной с устранением негативного воздействия на окружающую среду. По статистике, Россия является одной из стран по всему миру, наиболее сильно загрязняющих атмосферу. Например, она занимает 4 место по выбросам углекислого газа и 5 место по выбросам парниковых газов. Состояние питьевой воды не соответствует принятым нормативам во многих регионах страны, несмотря на то, что Россия очень богата запасами пресной воды. Регулярно происходит загрязнение водных систем, таких как, озеро Байкал, в котором содержится 19 % мировых запасов пресной воды, и река Волга, возле которой проживает 60 миллионов человек. Выявлено, что только 11 % сточных вод очищается перед сбросом в водные системы, используется или уничтожается менее 10 % отходов производства и потребления, поэтому происходит их стремительное накопление. Растет объем образования отходов производства, он в 2 раза больше чем объем использования этих отходов. Немалое влияние на появление ряда экологических проблем оказывает строительная индустрия [1]. Безусловно, возведение качественных и надежных зданий и сооружений является основной целью строительства, но данный процесс должен характеризоваться правильным и осторожным отношением к экологии. Недостаточно построить солидный и презентабельный со всех сторон строительный объект, оснащенный современными технологиями, необходимо чтобы и вокруг него была безопасная и живая среда. Для сохранения благоприятной окружающей среды требуется решение экологических проблем, возникающих из-за строительной отрасли, таких как:

- повышение количества отходов в виде промышленного и бытового мусора;
- снижение количества природных ресурсов из-за избыточного использования энергоресурсов;
- изменение состояния окружающей среды и ландшафтов;
- негативное воздействие на представителей флоры и фауны;

- загрязнение атмосферы и водоемов по причине перегрузки транспортной системы и сливания сточных вод;
- несоблюдение мер безопасности на стройплощадке;
- затенение территорий;
- выброс вредных веществ в экосистему;
- повышение риска возникновения пожаров.

На данный момент были разработаны специальные подходы к решению экологической проблемы в строительстве. Они нашли отражение на законодательном и политическом уровне в виде федеральных законов, Градостроительного кодекса, Кодекса об административных правонарушениях и Уголовного Кодекса РФ, в которых содержатся систематизированные нормы и законы. Например, в Градостроительном кодексе указано, что вся проектная документация капитального строительства подлежит экологической экспертизе. Регулирование экостроительства на законодательном уровне началось еще с 2009 года, но к настоящему времени не получило достаточного развития. Также известно, что разрабатываются стандарты, нормы и правила, документы и сертификация для контроля строительства; увеличивается количество производителей экологической строительной продукции и материалов, технологий, что ведет к экономному использованию воды, энергоресурсов и материалов [2]. Но в действительности все эти изменения являются эфемерными и малоэффективными из-за небольшой области влияния. Можно сказать, что быстрому и полноценному развитию экостроительной политики в России препятствует ряд накопившихся проблем. Основными препятствиями, тормозящими формирование «зелёного» строительства являются невысокий уровень экономики в стране, недостаточное количество информации и квалифицированных специалистов в области экостроительства, высокий уровень затрат и рисков для применения «зелёных» технологий.

За последние годы в России повысились объемы строительства «зеленых» зданий, в которых применяются экологические технологии, основой которых является:

- применение специальных экологически безопасных материалов и энергоэффективных технологий;
- сокращение при строительстве количества отходов и мусора;

- создание оптимального микроклимата;
- использование коммуникаций с рациональным и экономным потреблением ресурсов: воды, электроэнергии, отопления и т. п.

Для этого чаще используются натуральные материалы (песок, камень, древесина), краски без токсичных веществ, эффективные теплозвукоизоляционные материалы, позволяющие понизить расход отопления и электроэнергии. Также, многие строительные организации стараются утилизировать отходы после застройки [3]. В нашей стране есть объекты с применением перечисленных технологий. Каждый такой объект имеет подтверждающий сертификат экологического строительства. Самые известные системы сертификации – это BREEAM (британская) и LEED (американская), и отечественный аналог Green Zoom, имеющий преимущество в виде соответствия законодательству РФ и документации на русском языке. Но Российская система сертификации ограничена в использовании из-за её позднего создания и начала реализации [4]. Все сертификаты имеют уровни качества. Например, BREEAM разделяет уровни на «сертифицирован», «хорошо», «очень хорошо», «отлично» и «превосходно» (рис. 1). LEED имеет «бронзовый / сертифицирован», «серебряный», «золотой» и «платиновый» стандарты (рис. 2). Проведение экологической сертификации полностью добровольно и весьма престижно для владельцев строительных объектов. Наличие экосертификата указывает на то, что данный объект имеет благоприятную среду со свежим воздухом и низким уровнем шума, что осуществляется контроль над вредными выбросами в атмосферу и проведением утилизации отходов.

<b>Уровень сертификации</b>	<b>Рейтинг, %</b>
Pass (Сертифицирован)	30-44
Good (Хорошо)	45-54
Very good (Очень хорошо)	55-69
Excellent (Отлично)	70-84
Outstanding (Превосходно)	≥ 85

Рис. 1. Уровни сертификации BREEAM



Рис. 2. Уровни сертификации LEED

На территории РФ было построено несколько известных и знаковых «зелёных» объектов, таких как:

1. Самый высокий эконемоскреб в Европе – «Башня Федерация» (рис. 3) в г. Москва. Он имеет панорамное остекление с защитой от ультрафиолета, систему поддержания правильной температуры и настройки освещения в зависимости от окружающих условий.



Рис. 3. Башня Федерация

2. Деловой комплекс с резиденцией «Газпром» в г. Санкт-Петербург – «Лахта-центр» (рис.4). Основные технологии: высокая экономия энергоресурсов, панорамное остекление, датчики

света с автоматическим регулированием, полный контроль всех инженерных коммуникаций.



Рис. 4. Лахта-центр

3. Строение в инновационном центре «Сколково» г. Москва – «Гиперкуб» (рис. 5). Здание оснащено светуловителями, гелио-энергетическими установками для освещения, система повторно-го использования сточных вод и сбора дождевой воды.

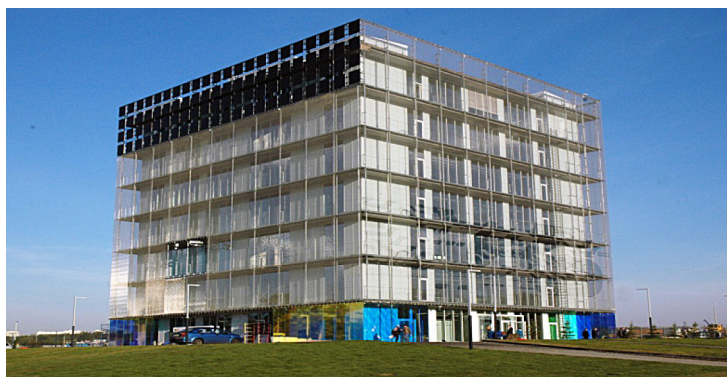


Рис. 5. Гиперкуб

4. Бизнес-центр в г. Москва – «Белые сады» (рис. 6). Центр построен из экоматериалов, оснащен единой системой управления, современными инженерными системами и автономными источниками питания.



Рис. 6. Белые сады

5. Олимпийский стадион в г. Сочи – «Фишт» (рис. 7). Один из нескольких спортивных объектов с экотехнологиями и материалами, который имеет инновационную кровлю из легкой и прочной фторполимерной пленки.



Рис. 7. Фишт

6. Жилая эконедвижимость в г. Санкт-Петербург – «Триумф Парк» (рис. 8). Данный жилой комплекс имеет вентилируемые фасады из энергосберегающих материалов для регулирования температуры, энергосберегающие устройства, датчики освещения и движения, контроллеры воды, отдельный сбор мусора на территории.



Рис. 8. Триумф Парк

7. Железнодорожный вокзал в г. Сочи – «Адлер» (рис. 9). Вокзал на кровле которого находятся фотопреобразователи, с помощью которых получают горячую воду через солнечную энергию.



Рис. 9. Адлер



Но в основном возрастание количества «зелёных» объектов связано с проведением на территории Российской Федерации масштабных международных мероприятий (Олимпийские игры и Чемпионат мира по футболу), т. к. возводимые для этого объекты требовали наличие обязательной экологической экспертизы. И этих полумер недостаточно для устранения экологических проблем.

Таким образом, необходимо активное применение экотехнологий и соблюдение экостандартов в строительстве, т.к. это поможет снизить негативное воздействие на окружающую среду, создать благоприятную и безопасную среду обитания, уменьшить затраты и сохранить наше будущее. Стоит отметить, что уровень развития и формирования экостроительной политики в России отстает от показателей многих экономически развитых стран, на это влияет ряд факторов, характерных для нашей страны. Безусловно, наблюдается положительная тенденция развития экостроительства, но требуется повысить темпы этого развития и стараться перенимать полезный опыт других стран.

## Литература

1. *Понявина Н. А., Зубарева Ю. В., Мищенко А. В.* «Инновационные тенденции развития строительного производства» / В сборнике: Строительство и недвижимость: экспертиза и оценка Материалы 15-й международной конференции. под общей редакцией С. В. Захарова, И. Кратены. 2017. С. 188–192.
2. *Понявина Н. А., Чеснокова Е. А., Мартыненко Э. Ю., Мищенко А. В.* «Анализ мероприятий по повышению энергоэффективности» / Строительство и недвижимость. 2018. Т. 1. № 1 (2). С.54–59.
3. *Понявина Н. А., Добросоцких М. Г., Золотухин С. Н., Потехин И. А.* «Потенциал сокращения негативного влияния строительной отрасли на окружающую среду за счет повторного использования строительных материалов» / Строительство и недвижимость. 2019. Т. 1. № 1 (4). С. 19–25.
4. *Понявина Н. А., Зубарева Ю. В., Зуев Е. А.* «Применение ИОТ на этапе эксплуатации объектов недвижимости» / Строительство и недвижимость. 2018. Т. 1. № 21 (3). С. 29–33.
5. *Белкин А. Н.* Экодом: энергоэкономичность и экологичность: [передовой зарубежный опыт внедрения энергоэффективных систем и технологий в строительстве] / А. Н. Белкин, И. Н. Гольцов, Е. В. Филиппов // Жилищное строительство. 2011. № 7. С. 41–43.

6. *Блинов Б.* Азбука градостроительной экологии // Наука и жизнь. 2002. № 3. С. 24–30.
7. *Бринчук М. М.* Экологоправовой механизм: понятие и сущность [Текст] / М. М. Бринчук // Астраханский вестник экологического образования. 2014. № 2 (28). С. 5–16.
8. *Гридэл Т. Е.* Промышленная экология. М.: Юнити-Дана, 2014. 345 с.
9. *Денисова В. В.* Экология города. СПб: Нева, 2015. 334 с.
10. *Казанцев В.* Основы экологической архитектуры и дизайна. М.: LAP, 2012. 212 с.
11. *Клочкова О. Н.* Проблемы экологического сертифицирования зданий в России [Текст] / О. Н. Клочкова, Е. А. Сухинина // Вестник МГСУ. 2017. № 4 (103). С. 396–404.
12. *Кругляк В. В.* Адаптивные системы озеленения в градостроительстве [Текст] / В. В. Кругляк // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2014. Т. 1. № 4 (17). С. 60–64.
13. *Ларионов А. Н.* Экологическое жилищное строительство: проблемы и перспективы развития [Текст] / А. Н. Ларионов, Ю. В. Иванова // Academia. Архитектура и строительство. 2009. № 1. С. 57–61.
14. *Мурзин А. Д.* Алгоритм управления социоэколого-экономическими рисками развития урбанизированных территорий [Текст] / А. Д. Мурзин // Научное обозрение. 2012. № 6. С. 577–579.
15. Обзор рынка экологического строительства в России [Электронный ресурс]: тренды и прогнозы / Jones Lang Lasalle IP, INC. 2014. 8 с.
16. *Онищенко М. В.* Международный опыт развития «зеленой экономики» [Текст] / М. В. Онищенко // Каспийский регион: политика, экономика, культура. 2013. № 3 (36). С. 409–413.
17. *Попов Р. А.* Развитие энергоэффективности зданий в России и Европе [Текст] / Р. А. Попов, А. А. Поспелов // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. 2016. № 8. С. 167–175.
18. *Сазанов Э. В.* Экология городской среды. М.: Приор, 2016. 438 с.
19. *Сергеева Д.* Эко-жильё в Москве – новые тренды на столичном рынке новостроек // <http://www.gdeetotdom.ru/articles/2027383-2014-03-17>.
20. Система добровольной экологической сертификации объектов недвижимости «Зеленые стандарты» [Электронный ресурс]: критерии и нормативно-правовая документация / Министерство природных ресурсов и экологии РФ. [Б. м.: б. и.], 2010. 284 с.
21. *Теличенко В. И.* Эффект экологического резонанса при концентрации строительства (недвижимости) / В. И. Теличенко, А. Л. Большеротов // Промышленное и гражданское строительство. 2010. № 6. С. 14–16.
22. *Томаков В. И.* Актуальные экологические проблемы городского строительства и экологического образования в аспекте устойчивого развития горо-

дов [Текст] / В. И. Томаков, М. В. Томаков // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2016. № 4 (21). С. 82–96.

23. *Филипенко В. М.* Развитие современного «зеленого» строительства в России [Текст] / В. М. Филипенко, Р. Г. Абакумов // Инновационная наука. 2017. Т. 1. № 4. С. 207–210.

24. *Хомич В. А.* Экология городской среды. М.: МГАСУ, 2016. 374 с.

25. *Щукин А.* Жизнь по зеленому коду: [экостроительство] / А. Щукин // Эксперт. 2012. № 13. С. 30–36.

26. *Шумилов М. С.* Градостроительная экология. М.: Наука, 2016. 257 с.

27. Экология городской среды / Колл. авт. М.: Арфа, 2016. 455 с.

УДК 69.059.7

*Вера Михайловна Челнокова,*  
канд. техн. наук, доцент  
*Василий Юрьевич Русинович,*  
студент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный  
университет)  
*E-mail: rusinovich-vy@ya.ru,*  
*ver-m@list.ru*

*Vera Mihailovna Chelnokova,*  
PhD in Tech. Sci., Associate Professor  
*Vasily Yurievich Rusinovich,*  
student  
(Saint Petersburg  
State University of Architecture  
and Civil Engineering)  
*E-mail: rusinovich-vy@ya.ru,*  
*ver-m@list.ru*

## **ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЗДАНИЯ ПОД СОВРЕМЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

### **ADAPTION OF THE PRODUCTION BUILDING FOR MODERN USE**

В статье рассмотрены особенности организационно-технологических решений при приспособлении производственных зданий, внесенных в реестр Объектов культурного наследия (ОКН) Санкт-Петербурга, под современное использование. Проанализирован перечень документации, получаемой в КГИОП, в течение периода реконструкции. Приведена процедура проведения работ по выявлению ОКН. Проанализирован примерный перечень работ, необходимых при приспособлении ОКН под современное использование. Рассмотрен объект культурного наследия «Левашовский хлебозавод». Выявлены проблемы приспособления производственных зданий как объектов культурного наследия для современного использования.

*Ключевые слова:* объект культурного наследия, реконструкция, приспособление, современное использование; историческая справка; разрешительная документация.

The article discusses the features of organizational and technological solutions when adapting production buildings included in the register of Cultural Heritage Objects (OKN) of St. Petersburg for modern use. The list of documentation received at KGIOP during the reconstruction period is analyzed. The procedure for identifying OKN is described. The approximate list of works required when adapting a window to modern use is analyzed. The object of cultur-

al heritage “Levashovsky bakery” is considered. The problems of adaptation of industrial buildings as objects of cultural heritage for modern use are identified.

*Keywords:* object of cultural heritage, reconstruction, adaptation, modern use; historical reference; permits.

На территории Санкт-Петербурга расположено большое количество объектов, обладающих историко-культурной ценностью, сохранение которых является актуальной задачей в настоящее время. В Санкт-Петербурге, как и в других регионах России, есть значительное количество старинных зданий, которые на протяжении многих лет либо не подвергались восстановительным работам, либо даже не эксплуатировались. В список этих зданий входит ряд промышленных объектов, к ним относятся различные заводы, например, знаменитые Петербургские газгольдеры.

Промышленные объекты, имеющие историко-культурную ценность могут не только подвергаться реставрации, но также реконструкции, в том числе, приспособлению для современного использования. Технологии проектирования, строительства и реконструкции позволяют сохранить и придать новые функции историческим постройкам, а объемно-планировочные и конструктивные решения промышленных зданий подходят для изменения их функционального назначения под парковки, многофункциональные центры, зоны отдыха и развлечений и других зданий.

Согласно определению Градостроительного кодекса РФ приспособление объекта культурного наследия (ОКН) для современного использования включает в себя научно-исследовательские, проектные и производственные работы, проводимые в целях создания условий для современного использования объекта культурного наследия, включая реставрацию представляющих собой историко-культурную ценность элементов объекта культурного наследия [1].

В соответствии с Федеральным законом №73-ФЗ проектные и производственные работы на ОКН могут производиться только лишь в рамках работ по сохранению объекта и требуют получения разрешительной документации в Комитете по государственному контролю, использованию и охране памятников истории и культуры (КГИОП) [2]. Организации, выполняющие работы по отношению к ОКН, должны иметь соответствующие лицензии [1].

До начала работ по приспособлению ОКН для современного использования необходимо разработать научно-проектную документацию на проведение работ, а по окончании строительства представить научный отчет о выполненных работах [2].

В настоящее время региональные и муниципальные органы охраны объектов культурного наследия активизировали проведение работ по выявлению и государственному учету объектов, обладающих признаками объекта культурного наследия (ОКН) [3]. На основании документов и материалов об историко-культурной ценности объекта он может быть включен в перечень выявленных объектов культурного наследия, что утверждается соответствующим распоряжением КГИОП.

К разрешительной документации, получаемой в КГИОП в течение всего периода приспособления объекта, относятся следующие документы:

1. Задание КГИОП на проведение работ по сохранению ОКН.
2. Заключение государственной историко-культурной экспертизы проектной документации (ПД).
3. Заключение государственной экспертизы ПД.
4. Согласование ПД в КГИОП на основании положительного результата экспертизы.
5. Разрешение КГИОП на проведение работ по сохранению.
6. Разрешение КГИОП на строительство.
7. Согласование КГИОП научного отчета о выполнении работ.
8. Акт приемки работ по сохранению ОКН.
9. Разрешение на ввод объекта в эксплуатацию.

Примерный перечень работ по приспособлению ОКН под современное использование приведен в таблице.

В качестве примера сохранения ОКН в Санкт-Петербурге, можно привести здание Левашовского хлебозавода.

Здание бывшего Левашовского хлебозавода является объектом культурного наследия регионального значения под названием: «Левашовский Хлебозавод. Здесь выпекали хлеб в годы блокады Ленинграда 1941–1944 годов». Земельный участок, на котором оно расположено, находится в границах единой зоны регулирования застройки и хозяйственной деятельности 2 (участок ОЗРЗ-2(07)01) и на территории предварительных археологических разведок ЗА 2 [4].

**Примерный перечень работ по приспособлению ОКН  
под современное использование**

<b>Работы по приспособлению ОКН под современное использование</b>		
<i><b>Научно-исследовательские</b></i>	<i><b>Проектные</b></i>	<i><b>Производственные</b></i>
<p><b>«Научно-исследовательские материалы для получения заключения КГИОП»:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Историческая справка.</li> <li>2. Опорный план.</li> <li>3. Фотофиксация.</li> <li>4. Анализ и обоснование приспособления ОКН для современного использования.</li> </ol> <p><b>«Отчетная документация по результатам инженерных изысканий»:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отчет об инженерно-геодезических изысканиях.</li> <li>2. Отчет об инженерно-геологическом и гидрологическом состоянии территории.</li> <li>3. Отчет о техническом обследовании существующих зданий в прилегающей зоне.</li> <li>4. Отчет о техническом состоянии объекта.</li> <li>5. Отчет по инженерно-экологическим изысканиям</li> </ol>	<p><b>«Сбор исходно-разрешительной документации для разработки проектной документации»</b></p> <p><b>Стадия «Эскизный проект»</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Предварительные планировочные решения.</li> <li>2. Формирование альбома для согласования КГИОП.</li> <li>3. Согласование ЭП в КГИОП. Получение заключения КГИОП.</li> </ol> <p><b>«Проектная документация»</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разработка объемно-планировочных решений (ОПР).</li> <li>2. Согласование ОПР в КГА. Получение согласования КГА.</li> <li>3. Разработка проектной документации в объеме согласно ПП РФ №87 от 16.02.2008 в соответствии с Приложением №4.</li> <li>4. Согласование ПД. Экспертиза проекта, снятие замечаний, получение положительного заключения экспертизы.</li> </ol> <p><b>«Рабочая документация»</b></p>	<p><b>«Работы по реконструкции объекта»</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подготовительные работы.</li> <li>2. Снос, перенос и разборка конструкций, их вывоз.</li> <li>3. Наружные инженерные системы.</li> <li>4. Комплекс работ по ремонту конструкций надземной и подземной части здания.</li> <li>5. Устройство внутренних стен и перегородок.</li> <li>6. Крыля.</li> <li>7. Внутренние инженерные системы.</li> <li>8. Отделка фасадов и витражи.</li> <li>9. Монтаж оконных блоков и дверных.</li> <li>10. Внутренние отделочные работы.</li> <li>11. Технологическое оборудование.</li> <li>12. Благоустройство.</li> <li>13. Сдача объекта.</li> </ol> <p><b>«Разрешение на ввод объекта в эксплуатацию»</b></p>

Предметами охраны рассматриваемого объекта согласно распоряжению КГИОП являются (рисунок):

1. Объемно-пространственные решения (исторические габариты и конфигурация здания Литер А-7, А-7а, А-4, А-2а, А-1, и трубы А-19).
2. Конструктивная система здания.
3. Историческая форма и габариты крыш зданий Литер А-7, А-7а, А-4, А-1, А-1а.
4. Объемно-планировочное решение интерьеров А-7, А-7а, А-4, А-1, А-1а.
5. Архитектурные и художественные решения фасадов.

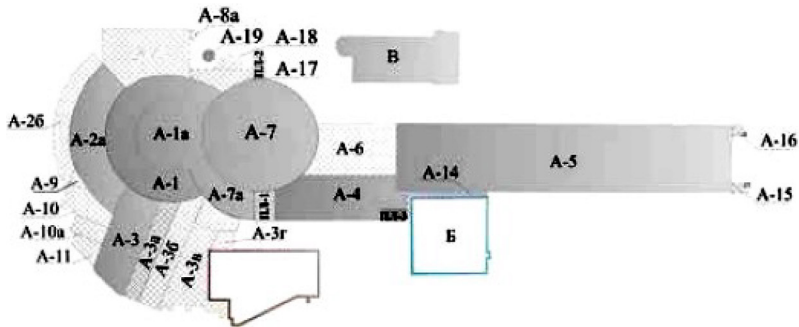


Рис. 1. Схема разделения комплекса построек хлебозавода на литеры

В соответствии с проектом продолжительность работ по приспособлению производственного здания под современное использование составляет 914 дней. Проектом предусмотрены комплексы работ по восстановлению объекта, приведенные в таблице в графе 3.

По окончании реконструкции здание Левашовского хлебозавода станет общедоступным культурным пространством с выставочными помещениями, лекционными площадками, открытой прогулочной территорией и уличными световыми инсталляциями.

К историческому центру Санкт-Петербурга прилегают промышленно-селитебные территории, которые были сформированы в XIX века (территории «Серого пояса»). Развитие промышленных функций данных территорий не имеет значимых перспектив из-за



вытеснения экономически более эффективными видами использования территории. С 2015 года значительно возросла инвестиционная активность по реализации строительства и реконструкции объектов общественно-делового и жилого назначения [5].

Успешному развитию реконструкции промышленных зданий, в том числе, их приспособление под современное использование будет содействовать повышение окупаемости инвестиций для девелоперов таких проектов. Для этого необходимо решение ряда существующих в настоящее время проблем. Во-первых, требуется создание современной нормативно-правовой базы регулирования отношений участников восстановления объектов культурного наследия, так как существующие нормативные документы значительно устарели. Кроме того, отсутствует механизм ограничения права собственности на объекты историко-культурного наследия, что иногда приводит к невозможности своевременного их восстановления и, в дальнейшем, к их утрате.

## Литература

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации N 190-ФЗ от 29.12.2004 (ред. от 02.08.2019) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.11.2019).
2. Федеральный закон «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» № 73-ФЗ от 25.06.2002 (с изм. и доп.).
3. Приказ Министерства культуры России № 1905 от 02 июля 2015 г. «Об утверждении порядка проведения работ по выявлению объектов, обладающих признаками объекта культурного наследия, и государственному учету объектов, обладающих признаками объекта культурного наследия».
4. Закон Санкт-Петербурга № 820-7 от 19.01.2009 (ред. от 07.07.2016, с изм. от 13.09.2017) «О границах объединенных зон охраны объектов культурного наследия, расположенных на территории Санкт-Петербурга, режимах использования земель и требованиях к градостроительным регламентам в границах указанных зон» (принят ЗС СПб 24.12.2008).
5. Постановление Правительства Санкт-Петербурга № 551 от 30.06.2014 (ред. от 09.08.2019) «О государственной программе Санкт-Петербурга “Экономическое и социальное развитие территорий Санкт-Петербурга”».

**УДК 721.011:004**

*Елена Александровна Чеснокова,*  
канд. экон. наук, доцент  
*Виктория Викторовна Хохлова,*  
студент  
*Александр Сергеевич Чесноков,*  
канд. техн. наук, доцент  
(Воронежский государственный  
технический университет)  
*E-mail: zhdamirova@vgasu.vrn.ru*

*Elena Alexandrovna Chesnokova,*  
Dr. of Sci. Ec., Associate Professor  
*Victoria Viktorovna Khokholova,*  
student  
*Alexander Sergeevich Chesnokov,*  
PhD of Tech. Sci., Associate Professor  
(Voronezh State  
Technical University)  
*E-mail: zhdamirova@vgasu.vrn.ru*

## **ВНЕДРЕНИЕ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ БОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТАМИ НЕДВИЖИМОСТИ**

### **IMPLEMENTATION OF BIM TECHNOLOGIES FOR MORE EFFECTIVE MANAGEMENT OF REAL ESTATE**

В современном мире очень активно внедряются в жизнь человека и его деятельность различные автоматизированные программные комплексы, которые повышают эффективность процессов производства и эксплуатации за счет их применения. Внедрение новшеств должно сократить лишние потери и увеличивать эффективность всех этапов строительства и эксплуатации зданий и сооружений. Для более эффективной эксплуатации объектов недвижимости возможно привлечение BIM и программного комплекса класса Facility Management, который служит непосредственным инструментом для осуществления более эффективного управления объектами недвижимости.

*Ключевые слова:* BIM, BIM-технологии, Facility Management, информационная модель, информационное моделирование.

In the modern world, various automated software systems that increase the efficiency of production and operation processes through their application are very actively being introduced into human life and its activities. The introduction of innovations should reduce unnecessary losses and increase the efficiency of all stages of the construction and operation of buildings and structures. For more efficient operation of real estate, it is possible to use BIM and

a software package of the Facility Management class, which serves as a direct tool for more efficient management of real estate.

*Keywords:* BIM, BIM-technologies, Facility Management, information model, information modeling.

На сегодняшний день активно реализуется программа внедрения технологий информационного моделирования в строительстве. С появлением более новых и совершенных аппаратных комплексов для реализации создания информационной модели здания и поддержке на государственном уровне переход на BIM проектирование становится более комфортным и легко реализуемым. Однако российские компании по-прежнему скептически относятся к данному виду моделирования, но опираясь на опыт зарубежных фирм все большее количество организаций при разработке проектов используют BIM для проектирования лишь отдельных его частей. В связи с этим все участники проекта не могут по достоинству оценить большое количество преимуществ применения технологии информационного моделирования.

Четко сформулированного определения BIM технологий на данный момент все еще нет, но обобщив все имеющиеся можно сказать, что принцип информационного моделирования сводится к созданию «живой» модели здания, в которой хранятся все данные о конструктивных элементах, инженерных сетях, материалах и их стоимости, что в дальнейшем позволяет более эффективно управлять объектом недвижимости.

Созданная в BIM комплексах модель подвластна изменениям на всех стадиях проектирования и сотрудниками разных уровней, что приводит к минимизации проектных ошибок, затраченных средств и временных ресурсов на их исправление. Это неоспоримое преимущество перед стандартным способом проектирования, где у смежных специалистов нет возможности одновременно вести работу над одним объектом, а чертежи передаются ступенчато и в большой вероятности возникают несостыковки инженерных сетей и конструктивных элементов.

Однако стоит отметить, что лишь 10–15 % затрат несет в себе этап проектирования и строительства, а оставшиеся почти 90 %

приходится на этапы эксплуатации и управления [1, 3]. И здесь BIM технологии становятся средством возврата первоначальных инвестиций за счет грамотного управления объектом на основе всей имеющейся информации в модели. К основным преимуществам применения BIM можно отнести:

- огромный объем и точность данных, имеющихся в информационной модели;

- взаимодействие на начальном этапе служб эксплуатации и специалистов, вовлеченных в создание проекта, для определения каким образом здание будут обслуживать после того, как оно будет сдано;

- запланированный, своевременный ремонт и профилактическое обслуживание оборудования на основе точных и полных данных, уменьшение числа отказа и непредвиденных поломок оборудования и в целом увеличение срока службы здания и его компонентов;

- детальное и точное управление поставкой оборудования, запасных частей, материалов, более грамотный учет складских запасов и ведение инвентаризации;

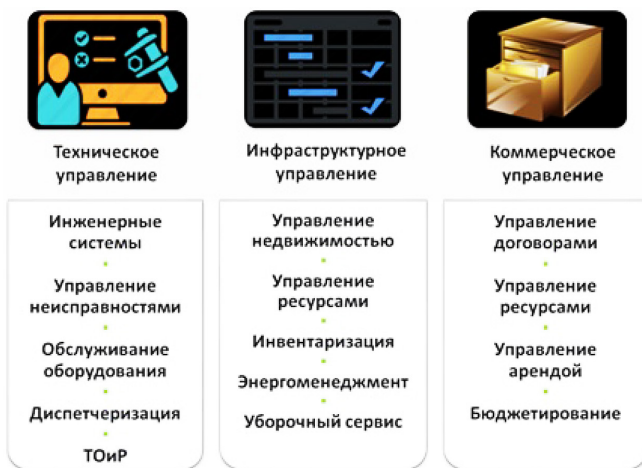
- повышение эффективности труда рабочего персонала, вовлеченного в процесс управления, эксплуатации и техобслуживания за счет постоянной возможности получить доступ к актуальной информации;

- повышение уровня взаимоотношений между всеми участниками жизненного цикла объекта недвижимости за счет своевременной поставки материалов, в срок проведенного ремонта, запланированного технического обслуживания и минимальной возможности возникновения аварий или поломок при эксплуатации.

Повышение эффективности строительного производства и последующего управления созданным объектом является главной задачей на данный момент и на это направлено всеобщее внимание. Наибольшие затраты в течение жизненного цикла объекта недвижимости происходят из-за несогласованности и неправильной реализации передачи информации между его этапами. Информационное моделирование решает эту проблему посредством синхронизированного создания трехмерной модели специалистами,

разрабатывающими объемно-планировочные решения, конструктивные элементы, инженерные сети и сметы. Совместная работа исключает возникновение несостыковок при объединении разделов проектной документации, что в дальнейшем позволяет выполнить процесс возведения без дополнительных затрат и подготовить достоверную информацию для осуществления этапа эксплуатации. Однако здесь помимо BIM потребуются программные комплексы класса FM (Facility Management) [2, 4, 5]. Эти системы являются непосредственным инструментом для осуществления эксплуатации, основой для которых выступает информация, содержащаяся в информационной модели.

Благодаря этим комплексам управляющая компания может осуществлять техническое управление, информационное и коммерческое управление, а собственники в свою очередь, в любой момент могут узнать график проведения ремонтных работ, количество материала для выполнения любого вида работ, стоимость этих работ и сроки их выполнения (рисунок). Появляется возможность более детального контроля, как самой работы, так и средств, выделенных на ее выполнение, особенно актуален этот аспект применительно к бюджетным средствам.



Основные расходы, связанные с внедрением BIM [1]

Масштабное внедрение технологии информационного моделирования потребует огромных затрат, сопряженных с подготовкой квалифицированных кадров, создание и наполнение информацией модели каждого здания, разработку полноценной нормативно-правовой базы, регулирующей отношения в области информационного проектирования. Но преимущества и экономический эффект от внедрения и применения BIM в долгосрочной перспективе в разы покрывают затраты на их внедрение, программные комплексы для управления и эксплуатации так же способствуют сокращению колоссальных объемов затраченных средств.

Следовательно информационную модель нужно тщательно вести с самого начального этапа зарождения проекта, постоянно наполнять ее данными и только в этом случае связка BIM и FM позволит создать единое и целое информационное пространство и в полной мере раскрыть потенциал и огромный экономический эффект данных программных комплексов.

## Литература

1. BIM с позиции эксплуатации объекта: от информационной модели к Facility Management. URL: <http://integral-russia.ru/2017/11/05/bim-s-pozitsii-ekspluatatsii-obekta-ot-informatsionnoj-modeli-k-facility-management/>
2. Обоснование эффективности применения программ на основе BIM-технологий при эксплуатации и управлении объектами недвижимости. URL: <http://integross.net/obosnovanie-effektivnosti-primeneniya-programm-na-osnove-bim-texnologij-pri-ekspluatatsii-i-upravlenii-obektami-nedvizhimosti/>
3. *Чеснокова Е. А., Хохлова В. В., Чунтонова Е. В., Берет Е. Ж.* Применение BIM-технологий в современном строительстве / Строительство и недвижимость. 2018. № 1-1 (2). С. 47–54.
4. *Понявина Н. А., Зубарева Ю. В., Зуев Е. А.* Применение ИОТ на этапе эксплуатации объектов недвижимости / Строительство и недвижимость. 2018. Т. 1. № 2–1 (3). С. 29–33.
5. *Чесноков А. С., Тарасов А. А.* Применение BIM-технологий при проектировании высотных зданий / Строительство и недвижимость. 2018. № 2–1 (3). С. 125–128.

**УДК 69.003.12**

*Кирилл Алексеевич Леоненко,*  
аспирант  
*Василий Тимофеевич Шаленный,*  
д-р техн. наук, профессор  
(Федеральное государственное  
автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Крымский федеральный университет  
им. В. И. Вернадского» Академия  
строительства и архитектуры  
(структурное подразделение))  
*E-mail: Leonenkoka@gmail.com,*  
*v\_shalennyj@mail.ru*

*Leonenko Kirill Alekseevich,*  
post-graduate student  
*Shalenny Vasilij Timofeevich,*  
Dr. of Sci. Tech., Professor  
(Federal State Autonomous  
Educational institutions  
of higher education  
«Crimean Federal University  
named after V. I. Vernadsky»  
The Academy of Construction  
and Architecture (structural division))  
*E-mail: Leonenkoka@gmail.com,*  
*v\_shalennyj@mail.ru*

## **ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА КАМЕННО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ ЭРГОНОМИКИ**

### **INTENSIFICATION OF THE STONE-MOUNTING WORKS ACCORDING TO THE ERGONOMICS REQUIREMENTS**

В статье рассмотрены доступные решения по устройству заполнения каркаса из мелких стеновых блоков и устройства перекрытий. Проведена апробация при устройстве стен и перекрытий на конкретном объекте – усадебном жилом доме в с. Пионерское Республики Крым. При этом были запроектированы и реализовались на практике четыре решения по заполнению каркасов: из кирпичей на цементно-песчаном растворе, из известняковых блоков (ракушечника) на растворе, из газобетонных блоков на растворе и таких же блоков на клей-пене и три решения по устройству перекрытий: сборных, монолитных, сборно-монолитных. Порядок выполнения строительных операций был выстроен с учетом критерия Сеченова. Проведен сравнительный анализ с учетом критерия эргономических показателей. На его основании предложена более рациональная, с точки зрения тяжести труда рабочих-строителей, технология. В результате удалось установить зависимости конкурентных показателей строителей от тяжести труда, что в итоге привело к повышению их работоспособности и снижения уровня производственного

травматизма. Одним из путей решения проблемы эргономики предлагается малая механизация.

*Ключевые слова:* энергоэффективность; тяжесть труда; методы оценки энергозатрат и тяжести труда; эргономика; кирпич; газобетон; заполнение каркасов.

The article discusses the available solutions for the device filling the frame of small wall blocks and the device of the floors. Testing was carried out during the installation of walls and ceilings at a specific object – a manor house in the village. Pioneer Republic of Crimea. At the same time, four solutions for filling casings were designed and put into practice: from bricks on cement-sand mortar, from limestone blocks (shell rock) on mortar, from aerated concrete blocks on mortar and the same blocks on adhesive foam, and three solutions for the device of overlappings: prefabricated, monolithic, precast monolithic. The order of construction operations was built taking into account Sechenov's criterion. A comparative analysis was carried out taking into account the criterion of ergonomic indicators. On its basis, a more rational technology was proposed, in terms of the severity of labor of construction workers. As a result, it was possible to establish the dependence of the competitive performance of builders on the severity of labor, which ultimately led to an increase in their efficiency and a decrease in the level of industrial injuries. One way to solve the problem of ergonomics is proposed by small mechanization.

*Keywords:* energy efficiency; the severity of labor; method of energy and labor costs count; ergonomics; brick; aerated concrete; frame filling.

### **Введение, анализ публикаций**

На территории Республики Крым, по причине высокой сейсмичности района строительства, наибольшее распространение получили монолитные железобетонные каркасные конструктивные системы за счёт своей повышенной жёсткости и простоте производства железобетонных работ в разборно-переставных промышленных опалубочных системах [1] непосредственно на строительной площадке. При этом наиболее экономически эффективным для наружных конструкций каркасных зданий выступает заполнение пустот каркасов мелкими стеновыми блоками. Для этой цели, наибольшее распространение в Крыму получили известняковые блоки за счет своей низкой стоимости и газобетонное заполнение за счет своей высокой производительности. При этом каменные работы по сей день остаются одними из наиболее трудоёмких, а вопросу



снижения построечной тяжести труда на сегодняшний день изучен недостаточно. Одним из путей решения этой проблемы представляется внедрение малой механизации в строительный процесс.

На рынке перекрытий значительный перевес имеют монолитные перекрытия по причине своей адаптивности и высокой жёсткости. Но, по соображениям экономической эффективности за счёт создания пустот и снижения степени механизации строительства, в последнее время как в России, так и за рубежом, все большее распространение получают компромиссные сборно-монолитные конструктивно-технологические системы малоэтажного гражданского строительства. Доля сборно-монолитных конструкций для перекрытий в странах Евросоюза по разным оценкам составляет от 20 % до 35 %. В России до 2008 года такие перекрытия не применялись вовсе [2].

### Гипотеза

Между тяжестью труда и энергозатратами есть взаимосвязь. Применение сборно-монолитных конструктивно-технологических систем, по сравнению с наиболее распространёнными монолитными перекрытиями, ведёт как к снижению построечной трудоёмкости, так и тяжести труда строительных рабочих, как эргономического показателя современных строительных процессов, а путем разработки и внедрения средств малой механизации, работы по возведению конструкций из мелких блоков и кирпичей станут менее энергозатратными.

В настоящей научно-прикладной работе поставлены **задачи** и произведена сравнительная оценка тяжести труда рабочих-строителей для обоснования целесообразности выбора и совершенствования технологии устройства заполнения каркасов из мелких стеновых блоков и устройства перекрытий **с целью** повышения эффективности эргономического показателя, как современного критерия эффективности строительных процессов, так и снижения себестоимости и трудоёмкости строительства, как классических критериев эффективности строительства.

## Материалы и методы исследования

Методы исследования и аппаратурное обеспечение производственного эксперимента описаны в статье «Justification of Energy-Saving Technology of Prefabricated Monolithic Slabs of Limestone Blocks» [3]. Результат использования приведенных там методом применительно к заполнению каркасов представлен в этой статье.

### Анализ заполнения стен каркасов

Обработка полученной информации из видеозаписей и физиологического состояния рабочих, работавших на объекте строительства, позволили составить графики изменения пульса во времени (рис. 1), а также временные и силовые параметры выполняемых при этом этапов работ.

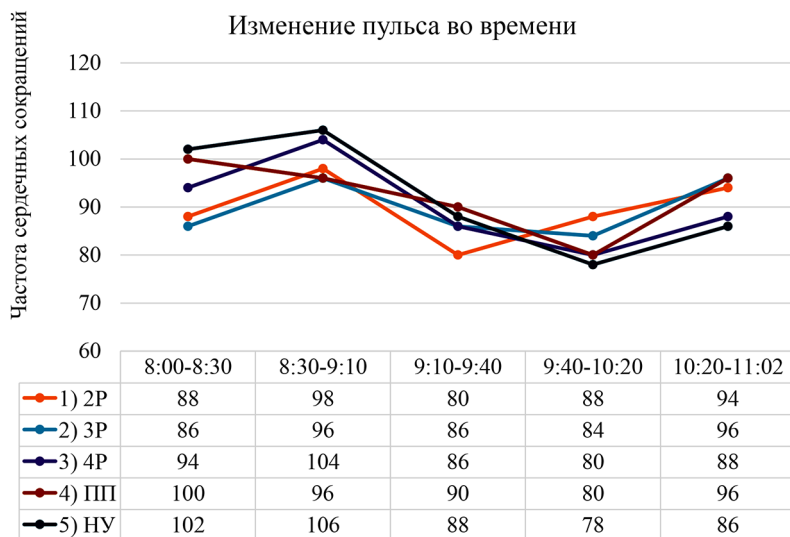


Рис. 1. Пример изменения пульса во времени для каждого из пяти испытуемых во время кладки заполнения из кирпича

Из анализа данных хронометражных наблюдений и технологических карт на заполнение каркасов следует, что минимальная категория тяжести труда составляет 4–5 по причине приготовления

цементно-песчаного раствора, во время которой рабочий находится в несвободной позе, более 50 % времени рабочей смены в наклонном положении, осуществляя при этом до 300 наклонов за смену до 60 градусов. Кроме того, необходимо перемещать существенные объемы массивных строительных материалов в пространстве. Таким образом, нагрузка на поясницу будет сверх нормативной. Минимальный интегральный балльный показатель тяжести труда в таком случае 5, а фактический будет около 5,3, что находится на стыке 4 и 5 категорий тяжести труда из 6. Таким образом, с точки зрения эргономики, работы по заполнению каркасов из стеновых блоков относятся к категории тяжелых.

Возможным решением проблемы сокращения энергозатрат является направление механизации работ по возведению конструкций [4].

При выполнении работ механизированным способом, очевидно, будет затрачено меньше энергии рабочими, что повлияло и на классические показатели эффективности строительных процессов (таблица).

#### Технико-экономические показатели процессов

№ п/п	Наименование показателей	Единица измерения	Значение для материала стен и способов механизации		
			Кладка из кирпича вручную	Кладки из блоков вручную	Кладка из блоков механизировано
1	Объем работ	м <sup>3</sup>	34,8	34,8	34,8
2	Состав звена	чел.	2	2	2
3	Трудозатраты	чел. / час	197	154	100
4	Удельная себестоимость	руб. / м <sup>3</sup>	9219	6651	6446

### Анализ устройства перекрытий

Минимальный интегральный бальный показатель тяжести труда в таком случае 5, а фактический будет около 5,3, что находится на стыке 4 и 5 категорий тяжести труда из 6. Таким образом с точки зрения эргономики, работы по устройству монолитных перекрытий относятся к тяжелым.

В качестве решения проблемы высоких показателей тяжести труда, была разработан и апробирован элемент сборно-монолитного перекрытия (рис. 3).

Технологический порядок операций был выстроен с учетом критерия Сеченова, признаком которого является то, что при смене вида деятельности к состоянию возбуждения приходят другие нервные клетки, а у тех, кто участвовали в операции, возбуждение сменяется торможением, что обеспечивает эффект активного отдыха (рис. 4). И с учетом динамики работоспособности рабочих-строителей.

Тогда, интегральный показатель тяжести (4,47) и показатель тяжести, вычисленный по методике учёта энергозатрат на основе частоты сердечных сокращений рабочих (184,07 ккал / час.).

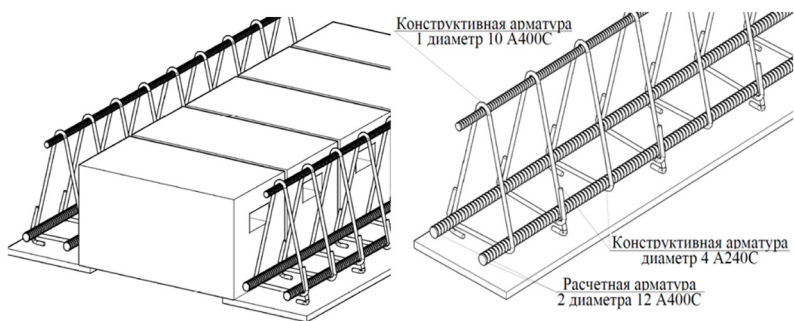


Рис. 3. Элемент сборной системы и полученные сечения пространственного арматурного каркаса монолитной несущей балки запроектированного перекрытия – объекта исследования

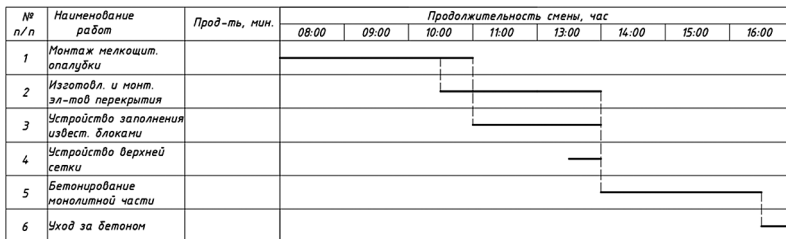


Рис. 4. График производства работ на устройство сборно-монолитных перекрытий с использованием местных материалов Республики Крым

## Выводы

1. Обоснованно выбраны и адаптированы под строительную отрасль наиболее рациональные способы оценки тяжести труда рабочих-строителей.

2. Дана количественная оценка наиболее актуальным технологиям производства работ по заполнению каркасов и устройству перекрытий в сфере применения к малоэтажной застройке Крыма.

3. На основании количественной оценки степени повышения эргономичности (снижения тяжести труда) наиболее актуальных технологий производства работ по заполнению каркасов и устройства перекрытий, удалось добиться снижения трудозатрат и себестоимости работ по устройству заполнения каркасов и устройства перекрытий. Установлена взаимосвязь между тяжестью труда, сроками возведения объекта и себестоимостью строительства объекта, а в результате снижения первой удалось добиться снижения последних.

Таким образом, в области заполнения каркасов, наиболее приоритетной с точки зрения эргономики и трудозатрат оказалось технология тонкошовной кладки из ячеистобетонных блоков на полиуретановой клей-пене, а наиболее экономически целесообразной – кладка из известняковых блоков (ракушечника). При этом, введение средств малой механизации усиливает эффект.

В области устройства перекрытий наиболее приоритетной оказалась предложенная технология сборно-монолитного перекрытия, как более экономически и эргономически эффективная

в сравнении как с монолитными и сборными схемами, так и с имеющимися аналогами.

## Литература

1. Шаленный В. Т. Сборно-монолитное домостроение : учебник / В. Т. Шаленный, О.Л. Балакчина. – Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. – 178с.
2. К. Leonenko, V. Shalenny, Justification of Energy-Saving Technology of Prefabricated Monolithic Slabs of Limestone Blocks, *Advances in Intelligent Systems and Computing*, Vol. 982, pp 778-786 (2020) [https://doi.org/10.1007/978-3-030-19756-8\\_74](https://doi.org/10.1007/978-3-030-19756-8_74)
3. Теплова Ж. С., Виноградова Н. А. Сборно-монолитные перекрытия системы «МАРКО» // *Строительство уникальных зданий и сооружений*. – 2015. – № 8 (35). – С. 48-59.
4. Пат. №153871 России, МПК В25J 18/04, В66С 23/06. Кран-манипулятор / С. Ф. Акимов, В. Т. Шаленный, К. А. Леоненко-№2015111881/02; заявл. 01.04.2015, опубл. 10.08.2015; Бюл. № 22 – 4 с.
5. Шаленный В. Т., Леоненко К. А. Сравнительный анализ и обоснование целесообразной методики оценки тяжести труда рабочих-строителей для улучшения эргономических показателей каменно-монтажных работ // *Биосферная совместимость: человек, регион, технологии*. – 2017. – № 4(20). – С.80–85.
6. Леоненко К. А., Шаленный В. Т. Разработка технологии устройства сборно-монолитных железобетонных перекрытий из Крымского ракушечника на основе оценки тяжести труда рабочих-строителей // *Строительство и технологическая безопасность*. – 2019. – № 14 (66). – С. 35–43.
7. Гринфельд Г. И. Оптимизация стен из газобетона: упрощение конструктивных решений и повышение теплотехнической однородности // *Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века*. – 2015. – № 3(194). – С. 26–29.
8. Еришов М. Н. Эргономика строительных процессов, доступные решения. М. Н. Еришов – М.: Издательство АСВ, 2010. – 248 с.
9. Гигиена труда: учебник / Под ред. Н. Ф. Измерова, В. Ф. Кириллова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008, – 592 с.: ил.

**УДК 699.841**

*Гамид Арсенович Вагабов,*  
студент  
*Роман Владимирович Мотылев,*  
канд. техн. наук, доцент  
(Санкт-Петербургский  
государственный архитектурно-  
строительный университет)  
*E-mail: vagabovgamid97@mail.ru*

*Gamid Arsenovich Vagabov,*  
student  
*Roman Vladimirovich Motylev,*  
PhD of Tech. Sci., Associate Professor  
(Saint Petersburg  
State University of Architecture  
and Civil Engineering)  
*E-mail: vagabovgamid97@mail.ru*

**АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИОННО-  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ  
ВОЗВОДИМЫХ ФУНДАМЕНТОВ  
ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ СБОРНО-МОНОЛИТНЫХ  
ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ В ЗОНАХ ПОВЫШЕННОЙ  
СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ**

**ANALYSIS OF THE ORGANIZATIONAL-  
TECHNOLOGICAL SPECIFIC FEATURES  
OF ELEMENTABLE FOUNDATIONS  
IN THE CONSTRUCTION OF COMBINED-  
MONOLITHIC BUILDINGS IN THE ZONE  
OF THE INCREASED SEISMIC ACTIVITY**

В данной научной статье производится анализ возводимых несущих конструкций, в частности фундаментов, в районах с повышенной сейсмической активностью на территории Российской Федерации. С помощью нормативно-правовых документов, научных исследований, ранее выполненных, по данной теме и учебного материала была проделана работа для ясного представления обозреваемой цели данной статьи. Ввиду интенсивного роста застройки, и возведения жилья на местах разрушенных или снесенных аварийных зданий на территории Кавказа и Дальнего Востока исследование использования наиболее рациональных конструктивных элементов основания зданий является актуальной проблемой наших дней.

*Ключевые слова:* строительство, сборно-монолитное здание, фундаменты, несущие конструкции основания, сейсмический район, сейсмостойкость, нормативно-правовой документ.

This scientific article analyzes the constructed load-bearing structures, in particular foundations, in areas with increased seismic activity in the territory of the Russian Federation. With the help of regulatory documents, research, previously performed on this topic and educational material, work has been done to clearly present the apparent purpose of this article. In view of the intensive growth of development, and the erection of housing on the site of destroyed or demolished emergency buildings in the Caucasus and the Far East, the study of the use of the most rational structural elements of the base of buildings is an urgent problem of our day.

*Keywords:* construction, prefabricated monolithic building, foundations, load-bearing base structures, seismic area, earthquake resistance, regulatory document.

Сегодня, ввиду быстрого и безвозвратного изменения климата на планете, стихийные бедствия учащаются в устрашающем темпе. Несмотря на пристальное внимание к этой проблеме, даже при замедлении перемен в экосистеме Земли, природные сейсмогенные явления в виде землетрясения, неизбежны. Сейсмическая угроза с каждым разом возрастает по мере освоения сейсмоактивных районов и техногенного влияния на литосферную оболочку планеты (бесконтрольное выкачивание из недр Земли нефти и газа, добыча благородных полезных ископаемых, строительство высоких плотин и возведение крупных водохранилищ, выброс промышленных отходов в тектонические разломы и т. п.).

Целью данной работы является выявление современных и наиболее оптимальных конструкций основания и способов их возведения для сборно-монолитных жилых зданий.

Карта А (рис. 1) предназначена для проектирования объектов нормального и пониженного уровня ответственности (п. 4.3\* [1]).

**Сборно-монолитное здание** – конструкции, состоящие из заранее изготовленных на заводах отд. элементов, соединенных (замоноличенных) в единое целое на месте строительства. После замоноличивания сборные и монолитные части благодаря жесткой связи между ними работают совместно. Сборными элементами сборно-монолитных конструкций могут служить железобетонные или металлические балки в сочетании с пустотелыми керамических или легковесными блоками; железобетонные колонны, ригели и плиты и т. д. [2].



**Сейсмическое воздействие** – движение грунта, вызванное природными или техногенными факторами (землетрясения, взрывы, движение транспорта, работа промышленного оборудования), обуславливающее движение, деформации, иногда разрушение сооружений и других объектов [1].

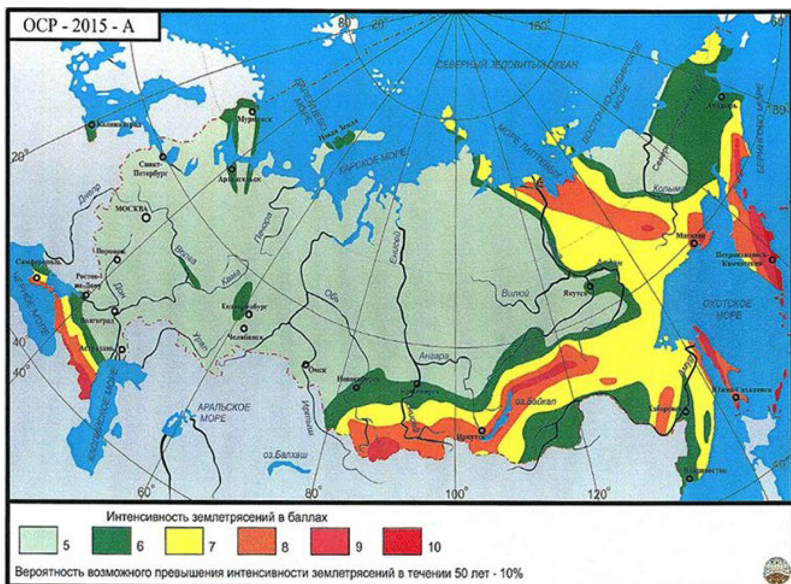


Рис. 1. Карта общего сейсмического районирования на территории Российской Федерации

Сборно-монолитные здания рассматриваются как пример наиболее рационального выбора конструктивной схемы здания на сегодняшний день. Ввиду того, что только этот класс строительства зданий и сооружений может включать в себя лучшее от железобетона: использование высокопрочных сталей; употребление сборных предварительно-напряжённых конструкций из тяжёлых и лёгких бетонов; замена ручного труда машинами и механизмами с изготовлением большей части конструкций на предприятиях и заводах железобетонных изделий; возведение жёстких конструктивных схем, которые не уступают монолитным.

Преимущества сборно-монолитного строительства перед панельным зданием приведены на рис. 2.



Рис. 2. Сопоставление сборно-монолитного и панельного строительства

Одно из самых больших значений в строительстве в зонах повышенной активности имеет фундамент. Виды фундаментов, которые применяются в сейсмических районах:

- Фундаменты мелкого заложения (плитный, ленточный, столбчатые).
- Свайный.

Основное требование к сейсмостойкости здания состоит в том, чтобы при действии обычных нагрузок и сейсмических сил фундаменты не разрушились, не сдвинулись и не опрокидывались, а основание в свою очередь не теряло свою устойчивость, тем самым обеспечивая общую устойчивость зданий или сооружений (рис. 3, таблица).

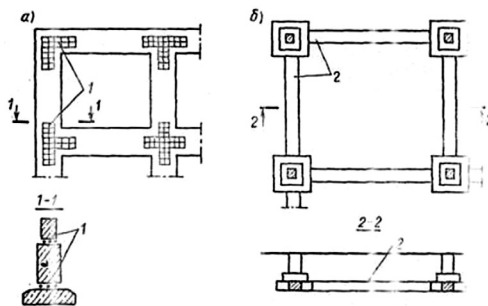
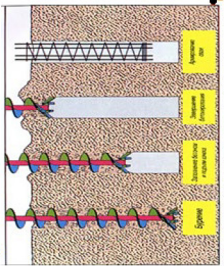
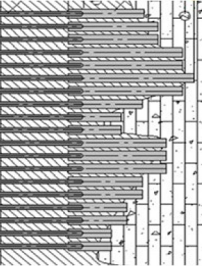
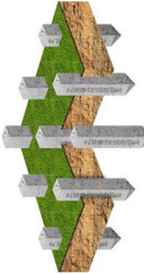
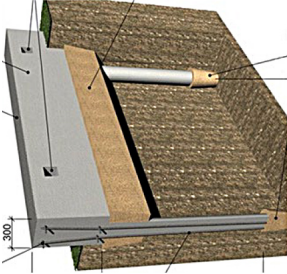


Рис. 3. Конструкции фундаментов в сеймоопасных районах, *а* – из перекрестных лент, *б* – закрепление отдельно стоящих фундаментов железобетонными вставками; 1 – сварные сетки; 2 – связевые вставки

**Применяемые несущие конструкции основания  
сборно-монолитных зданий в сейсмических районах России**

Регион исследования	Преобладающие типы грунтов	Характеристики грунтов	Рекомендуемые типы возводимых фундаментов	Иллюстрация
Кавказ, Крым (24-этажное жилое здание)	Лёссовые грунты Скальные	Структурно-неустойчивые грунты, нарушение структуры в которых с появлением значительных просадок возникает при замачивании их под нагрузкой Грунт, характерный жесткими структурными связями цементного или кристаллизационного типа	<p>а) буронабивные сваи; закрепление просадочных грунтов;</p> <p>б) грунтовые сваи для плитных и столчатых фундаментов</p>	 <p>а)</p> <p>б)</p>
Дальний Восток (заселенная часть юг) – 18-ти этажное жилое здание	Крупно-обломочные грунты с песчано-глинистыми включениями в зоне вечной мерзлоты	Грунты, которые находятся в мерзлом состоянии от трех лет и более. Являются ярко выраженными структурно-неустойчивыми грунтами, в виду того, при оттаивании происходит просадки. В результате промерзания оттаявшего грунта возможно его пучение	<p>а) буронабивные сваи</p> <p>б) в случае пучинистых грунтов – буронабивные сваи с утеплителем</p> <p>грунта. Для повышения температуры промерзающего слоя грунта</p>	 <p>б)</p>

<p>Южная Сибирь (21-этажный жилой дом)</p>	<p>Лессовые грунты</p>		<p>Забивные призматические железобетонные сваи</p>	
<p>Краснодарский край (24-этажный жилой дом)</p>	<p>Просадочные грунты (торф)</p>	<p>Неустойчивая физико-механическая форма (повышенная пористость), с содержанием грунта, состоящего из плотной массы, образовавшейся из перегнивших остатков болотных растений, улотр. как топливо</p>	<p>Плитный фундамент на армированном основании (свайный фундамент с промежуточной подушкой (СФП))</p>	

К проектированию фундамента отводятся самое большое внимание, так как оно имеет сразу несколько важных функций на данных территориях:

1. Фундаменты передают колебания грунта на само сооружение, а силы инерции, которые при этом образуются, будут создавать сейсмическую нагрузку.

2. Фундаменты должны без разрушения воспринимать сейсмическую нагрузку, и передавать её на основание.

Актуальные пути решения устройства фундаментов на плохих основаниях:

*Мероприятия с основаниями:*

- улучшения свойств грунтов;
- замена просадочного слоя грунта;
- вымачивание котлована.

*Мероприятия с применением новых технологий и материалов фундаментов:*

– метод струйной цементации: основанный на фиксировании грунтов путём их размыва и перемешивания высоконапорной струёй цементного раствора. В итоге получения струйной цементации формируются грунтобетонные сваи 300–2500 мм в диаметре;

– свайные фундаменты из буровых и грунтоцементных свай (слабые грунты и плотная застройка): имеют высокий показатель условия опирания сваи на грунт, в том числе имеет более высокое сцепление по ее боковой поверхности сваи с грунтом.

После проведения исследований для высотного здания, возводимого на слабых грунтах, были сделаны следующие выводы:

1. Использование плитного фундамента, даже при замене просадочных грунтов на более прочные (непросадочные), не будет обеспечивать деформации в пределах нормы.

2. Возведение традиционного свайно-плитного фундамента дает возможность снизить осадки за счет передачи большей части нагрузки на прочные и малосжимаемые песчаные грунты. Но устанавливаемые в ходе расчетов и наблюдений значения горизонтальных сил и моментов в оголовках свай, вызывают напряжения на их боковой поверхности, превышающие значение прочности грунта, который окружает сваю.

3. Выбранный наиболее эффективный вариант армирования основания жесткими вертикальными элементами позволяет не только уменьшить деформации основания, но и распределить напряжение от здания между фундаментной плитой и массивом армированного основания наиболее рационально.

Также в процессе исследования материала для данной статьи была раскрыта проблема ликвидации в 2004 г. Междуведомственной комиссии по сейсмическому районированию и сейсмостойкому строительству (МСК). Что сказывается на качестве строительства и безопасности в зонах сейсмической активности.

## Литература

1. СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\* (Изменения № 1, 2) / институт ОАО «НИЦ «Строительство» (НИИОСП им. Н. М. Герсеванова). Москва, Россия, Минрегион, 2011. 228 с.

2. СП 14.13330.2018. Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81\*/ ОАО «НИЦ «Строительство». Москва, Россия, Минстрой, 2014г. с. 131.

3. СП 337.1325800.2017. Конструкции железобетонные сборно-монолитные. Правила проектирования / АО «НИЦ «Строительство» – НИИЖБ им. А. А. Гвоздева // Москва, Россия, Стандартинформ, 2018. 56 с.

4. *Маковецкий О. А., Зуев С. С.* Опыт армирования слабых грунтов в основании фундаментных плит с применением струйной геотехнологии / Международная конференция по геотехнике. Москва, 2010.

5. *Столяров В. Г.* О сейсмических воздействиях и сейсмостойких фундаментах // Вестник Северо-Кавказского государственного технического университета, № 3, 2005. С. 34–38.

6. *Сеитов Б. М.* «Сейсмостойкость здания и сооружения» [Текст] / Сеитов Б.М., Б. С. Ордобаев // Бишкек: Аят, 2015. 256 с.

УДК 725.1:62:72.025.5:005.53

*Виктория Денисовна Казберова,*  
студент  
*Чейнеш Очур-ооловна Бахтинова,*  
канд. техн. наук, доцент  
(Санкт-Петербургский  
государственный архитектурно-  
строительный университет)  
*E-mail: bahtinova.ch.o@gmail.com*

*Viktoriia Denisovna Kazberova,*  
student  
*Chejnesh Ochur-oolovna Bahtinova,*  
PhD of Tech. Sci., Associate Professor  
(Saint Petersburg  
State University of Architecture  
and Civil Engineering)  
*E-mail: bahtinova.ch.o@gmail.com*

## **ПОРЯДОК ДЕЙСТВИЙ ПРИ ВЫБОРЕ НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНОГО РЕШЕНИЯ ПО ИЗМЕНЕНИЮ НАЗНАЧЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ**

### **PROCEDURE FOR ACTIONS IN SELECTING THE MOST EFFECTIVE DECISION TO CHANGE THE PURPOSE OF INDUSTRIAL BUILDINGS**

Представлен порядок действий при выборе наиболее эффективного решения на этапе предпроектной подготовки, изменения назначения промышленных зданий. Приведен алгоритм, который позволит выбрать организационно-технологическое решение по изменению назначения промышленных зданий, учитывающий месторасположение здания, состояние его конструкций и действующие ограничения.

*Ключевые слова:* промышленное здание, порядок действий, измененный назначений, физический износ.

The procedure for choosing the most effective solution at the stage of pre-project preparation, changing the purpose of industrial buildings is presented. An algorithm is presented that allows you to choose an organizational and technological solution for changing the purpose of industrial buildings, taking into account the location of the building, the state of its structures and current restrictions.

*Keywords:* industrial building, procedure, changes in purposes, physical deterioration.

### **Постановка проблемы**

Известно, что промышленные здания, построенные в период до 90-х годов прошлого века, имеют множество несоответствий нормам, требованиям и запросам современных технологических процессов. При этом в настоящее время не все промышленные здания находятся в критическом состоянии.

Строительство нового здания всегда очень затратный процесс, поэтому для снижения экономических и иных затрат зачастую прибегают к усилению конструкций, производят значительные объемы ремонтных работ, изменяют назначение зданий на более актуальные и востребованные. Кроме этого, реконструкция промышленных зданий позволяет продлить срок его эксплуатации.

За развитием городов последовало увеличение занимаемой ими территории. Тем временем, промышленные здания, находившиеся на окраинах или за пределами городов, оказались в пределах и иногда даже в центральных их частях.

Изменение функционального назначений зданий позволяет уделить строительные работы и получать востребованные и встроенные в инфраструктуру города объекты.

### **Анализ последних исследований и публикаций**

Во время проведения исследования были изучены различные научно-исследовательские работы, в которых отражен опыт реконструкции и перепрофилирования промышленных и производственных зданий [2], [5–8], нормативные документы, связанные с определением физического износа [1, 3, 4].

### **Изложение материала**

Важной задачей является выбор реализации проекта. Для достижения назначенной цели необходимо изучить множество входных параметров и исходных данных о проекте. Для этого производится оценка технического состояния здания: исследование состояния несущих конструкций, инженерных систем, производится осмотр, определяется степень износа конструкций.

Физический износ здания заключается в ухудшении технических качеств или состояния конструктивных элементов (в потере



прочности, ухудшении вида и т. д.), может быть вызван воздействием природных, технологических или функциональных факторов, а также дефектами и повреждениями, полученными при проектировании, строительстве и эксплуатации.

После обследования определяются самые критичные конструкции, а затем рассчитывается общая величина физического износа здания. Данная величина измеряется в процентах от общей восстановительной стоимости здания. Восстановительная стоимость – это первоначальная стоимость здания без учета его износа, определённую в ценах времени обследования. Также есть понятие о действительной стоимости, которая равна разнице между восстановительной стоимостью и процентом износа.

Обследование зданий проводится для выявления таких видов физического износа как:

- коррозионный износ металлических, бетонных и железобетонных конструкций, а также биологические повреждения деревянных конструкций;
- деформации и ослабление отдельных деталей и конструкций;
- наличие трещин, механических повреждений;
- сверхнормативный прогиб.

Оценка состояния несущих элементов может осуществляться двумя способами: визуальный осмотр всех элементов и инструментальной (детальной) проверкой конструкций. Инструментальная проверка позволяет более глубоко исследовать прочностные физико-механические характеристики конструкций.

После проведения обследования составляются: заключение по обследованию технического состояния объекта, классификация и причины возникновения дефектов и повреждений (оснований и фундаментов, бетонных и железобетонных, металлических, деревянных конструкций), показатели морального износа инженерного оборудования. К отчету должны прикладываться фотографии и ведомости дефектов и повреждений конструкций, а также карты с указанием места их расположения и размерами, анализ причин дефектов и повреждений, также должен составляться топографический план местности [1].

Для успешного изменения назначения здания важно правильно оценить его возможности, определить экономическую целесо-

образность проекта, а также определить, возможно ли изменить назначения здания в запланированное, учитывая все нормативные, технические и технологические требования. Одним из немаловажных и определяющих факторов является социальная востребованность объекта. Следует оценить, насколько будет посещаем объект (например, если это будет выставочный комплекс или торговый комплекс), насколько он будет востребован (например, строить торговый комплекс рядом с уже построенным – не всегда экономически оправдано).

Анализ экономической целесообразности проекта – один из важнейших показателей. Он равен отношению ожидаемой прибыли (после реконструкции объекта) и затрат труда и средств на реконструкцию. Если будущая прибыль превышает затраты, то проект экономически эффективен [6].

Для начала перепрофилирования здания (сооружения) необходимо произвести следующую последовательность работ:

- иметь отчет по обследованию несущих и ограждающих конструкций, включающий в себя фото фиксацию дефекта или повреждения, а также планы этажей с размерами конструкций;
- паспорт объекта с указанием степени физического износа;
- разработать проектную документацию;
- согласовать проектную документацию на здание;
- пройти комиссию по перепрофилированию заявленного здания;
- получение распоряжения по изменению профиля.

### **Порядок действий при выборе наиболее эффективного решения по изменению назначения промышленных зданий**

Алгоритм наиболее эффективного изменения функционального назначения производственных зданий включает в себя следующую последовательность действий:

- произвести оценку экономической целесообразности будущего проекта;
- произвести обследование технического состояния несущих и ограждающих конструкций производственного объекта;
- произвести технический анализ возможности внесения изменений в конструктивные и архитектурные решения существующих

шего здания, с целью обеспечения соответствия объекта современным техническим нормам;

– произвести анализ экономической целесообразности будущего проекта.

Только после выполнения всего алгоритма действий рекомендуется приступать к получению разрешения на реконструкцию и дальнейшим проектным работам.

Немаловажным при выборе наиболее эффективного решения при перепрофилировании объекта является целеполагание. Так как в данной статье речь идет об имеющемся строении (эксплуатируемом длительный промежуток времени), необходимо обязательно опираться на его конструктивное решение, а также фактический физический износ сооружения и его отдельных конструкций. По этой причине наиболее эффективно рассматривать несколько экономических моделей для возможного перепрофилирования существующего здания, так как затраты на внесение изменений в конструктивный тип объекта или его конструкций могут оказаться существенными.

## Литература

1. ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния».
2. *Жадановский Б. В., Синенко С. А., Кужин М. Ф.* Анализ данных, необходимых для организационно-технологического проектирования работ по реконструкции зданий и сооружений. / *Технология и организация строительного производства.* 2014. № 3. С. 43–45.
3. Методика определения физического износа гражданских зданий.
4. *Мешечек В. В., Матвеев Е. П.* Пособие по оценке физического износа жилых и общественных зданий. М., 1999.
5. *Олейник П. П., Бродский В. И.* Организация предпроектного обследования технического состояния реконструируемых производственных зданий и сооружений. / *Системные технологии.* 2019. № 3 (32). С. 5–7.
6. *Снитко А. В.* Основы реконструкции исторических промышленных предприятий: учебное пособие. / А. В. Снитко. Иваново. 2007.
7. *Топчий Д. В.* Реконструкция и перепрофилирование производственных зданий: монография / Д. В. Топчий. Москва: АСВ, 2008. 145 с.
8. *Топчий Д. В.* Оценка потенциала перепрофилирования промышленных объектов: статья / Д. В. Топчий. – Москва: Международный центр по развитию и внедрению механизмов саморегулирования, 2014. С 40–42. ISSN: 2305-9966.

**УДК 69.003:658**

*Андрей Валерьевич Мищенко,*  
студент  
*Елена Петровна Горбанева,*  
канд. техн. наук, доцент  
(Воронежский государственный  
технический университет)  
*E-mail: mishenko@vgasu.vrn.ru,*  
*elenagorbaneva@rambler.ru*

*Andrey Valerievich Mishchenko,*  
student  
*Elena Petrovna Gorbaneva,*  
PhD of Tech. Sci., Associate Professor  
(Voronezh State  
Technical University)  
*E-mail: mishenko@vgasu.vrn.ru,*  
*elenagorbaneva@rambler.ru*

**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ  
ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ  
НА ВСЕХ ЭТАПАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ОБЪЕКТА  
НЕДВИЖИМОСТИ**

**APPLICATION OF INFORMATION MODELING  
TECHNOLOGIES AT ALL STAGES OF DESIGNING  
A LIFE CYCLE OF A REAL ESTATE PROPERTY**

В данной статье рассматривается вопрос о проблемах применения информационного моделирования, а именно применения BIM-технологий в сфере строительного производства. Технологии информационного моделирования все плотнее входят в производственную деятельность предприятий строительной отрасли. При этом до сих пор нет определенного понимания какую экономическую выгоду они несут предприятию. Рассмотрена их окупаемость на примере модели организации, выполняющей геодезические изыскания. Средствами информационного моделирования для них служат программные и программно-аппаратные комплексы, обеспечивающие построение информационной модели местности на основе данных тахеометрической съемки, а также возможность использования программно-аппаратных комплексов лазерного сканирования (наземного, мобильного или воздушного). Практический опыт показал, что эффективным для большинства строительных объектов и самым недорогим из них является наземное.

*Ключевые слова:* BIM-технологии, строительство, строительное производство, моделирование, геодезические изыскания.

The article discusses the problem of the application of information modeling, namely the use of BIM-technologies in the field of construction production. Information modeling technologies are increasingly becoming part of the production activities of construction industry enterprises. However, there is still no definite understanding of what economic benefits they bring to the enterprise. Their payback is considered on the example of an organization model performing geodetic surveys. The means of information modeling for them are software and hardware-software systems that provide the construction of an information model of the terrain based on tacheometric survey data, as well as the ability to use hardware-software complexes of laser scanning (ground, mobile or air). Practical experience has shown that it is effective for most construction projects and the most inexpensive of them is land.

*Keywords:* BIM-technologies, construction, building production, modeling, geodetic surveys.

Пожалуй, нет сейчас такого специалиста в строительной сфере, который бы не слышал про BIM-технологии и не понимал бы что это такое. Внедрению BIM-технологий на предприятиях посвящено множество всевозможных семинаров и форумов, на которых докладчики из года в год описывают конкурентные преимущества данной технологии, рассказывают про этапы ее внедрения и опыте успешного применения [1–8,12]. И демонстрируют, как эффективно программа может автоматически пересчитать спецификацию, если «сдвинуть» перегородку, или как можно быстро поменять тип этой стены и представить заказчику для сравнения нескольких вариантов. На фоне всех семинаров складывается впечатление, что BIM-технологии – это некая заветная кнопка успеха любого предприятия. И потому тренд успешности от применения BIM-технологий невероятно популярен и стремление предприятий быть «в тренде» объяснимо.

Между тем, применение информационного моделирования на некоторых предприятиях в строительной сфере осуществляется уже более 10 лет. Накоплен достаточный практический опыт для объективной оценки эффективности применения данной технологии. И если на презентациях и семинарах в течении тех же 10 лет говорят про преимущества применения, а основной проблемой внедрения считается переобучение персонала, то в прак-

тическом применении это давно уже не проблема, а реальные проблемы намного серьезнее, глубже, и носят системный характер. Именно этим проблемам не уделено должного или совсем не уделено никакого внимания. А раз они не выносятся на обсуждение, может быть их нет?

Чтобы выявить причины, по которым BIM-технологии при видимых преимуществах не реализуют свой потенциал и потому не обеспечивают должную эффективность, необходимо проанализировать понятие технологии, определить процессы, для которых технологии должны применяться, а также условия, при которых протекают эти процессы [13–16].

Любая технология в широком смысле представляет собой совокупность методов и инструментов для достижения желаемого результата. В производственной деятельности данными методами являются четко прописанные технические регламенты, инструкции, условия и другие нормативные документы, а инструменты - это всевозможное оборудование, станки и программное обеспечение. Рассматривать технологию отдельно только как регламент или как инструмент нельзя, т.к. это не будет являться технологией по определению и по сути. И обязательным условием любой эффективной технологии должно быть соответствие регламентов применяемым инструментам и наоборот. Несоответствие одного другому не может обеспечивать эффективное производство. И чем сложнее технология, чем больше в ней действующих элементов, тем большее влияние оказывает данное несоответствие на эффективность.

Применение BIM в сфере строительного производства, как и любую другую технологию так же следует рассматривать как систему из инструментов и нормативной документации, регламентирующей их применение для каждого вида деятельности, задействованного в производстве (изыскания, обследование, проектирование, строительство и пр.). Эти требования важны, т. к. они позволяют упорядочить деятельность участников строительного производства и определяют требования к продукции каждого из его участников [17–19].

На текущий момент времени действующие нормативы РФ в строительной сфере не учитывают специфики BIM ни для кого

из участников. Разработка нормативной базы для BIM находится лишь в зачаточном состоянии. Соответственно, при использовании новых инструментов (различного 3-D оборудования, BIM-программ и методик) в условиях, не соответствующей нормативной базы, не обеспечивается эффективность производства в целом. И, напротив, при использовании инструментов, адаптированных под действующие нормативные документы, имеем эффективную систему, действовавшую задолго до появления BIM. Т.е. технология имеющая взаимно адаптированные нормативы и средства реализации (инструменты) всегда эффективнее. При всех преимуществах BIM в отсутствие адаптированных норм применение данной технологии не эффективно. *Отсутствие адаптированных норм является проблемой номер один на пути эффективного использования BIM.*

Для эффективности BIM-технологии важны не только нормы, но и инструменты, поэтому следует уделить внимание средствам, которыми необходимо вооружить участников строительного производства. Поскольку этих участников много, задачи у них разные, степень применения BIM тоже разная, то анализу эффективности различных средств по каждому профильному направлению можно посвятить не одну научную работу. Но даже при беглом взгляде можно выделить общие закономерности и необходимые подходы, которые влияют на эффективность применения этих инструментов в рамках технологии.

Когда мы говорим о BIM, то подразумеваем использование различных программных средств, для создания моделей существующей обстановки, проектирования новых объектов, получения необходимых данных с моделей и последующего оперирования этими данными для различных целей (формирования спецификаций, ведомостей, составления графиков и пр.) [9, 10, 11]. На сегодняшний день рынок ПО насыщен различными программами, преимущественно иностранного производства, по заверениям производителей способных решать все эти задачи. Опустим способность этих ПО обеспечивать соответствие нормам (зависит от программы и производителя). Основное, на что стоит обратить внимание, это на отсутствие универсального единого программного комплекса, способного решать различные задачи для разных

участников строительного производства. Отчасти это вызвано отсутствием BIM-нормативов, т.к. невозможно сделать комплекс, который должен решать производственные задачи и выдавать документацию, требования к которым нигде не прописаны (справедливо только для отечественных разработчиков). В большей же степени это вызвано желанием производителей получить максимальную прибыль от продажи узкоспециализированного ПО. Примером же успешного применения единого комплекса может служить применение Автокада, который удовлетворяет требованиям подавляющего большинства производств в строительной сфере. Поэтому *отсутствие единого программного комплекса является проблемой номер два и тесно связана с первой.*

В условиях отсутствия единого программного комплекса возникает еще одна группа проблем, связанная с использованием имеющегося на рынке ПО. Одна из них, это *стоимость необходимых программных средств*. Наиболее крупными потребителями (пользователями) программного обеспечения в строительном производстве являются проектировщики. На примере проектной организации, выполняющей комплекс работ и выпускающей документацию по различным разделам (частям), можно достаточно точно посчитать суммарные денежные затраты на необходимое программное обеспечение. Это так же касается остальных участников строительного производства.

Для того, чтобы «состыковать» все эти программы и обеспечить приемлемое взаимодействие между разными специальностями в рамках одного предприятия (или нескольких – в случае возможных субподрядных работ), а также в случае использования иностранного ПО, адаптировать его под существующие требования, необходима выработка технологии, индивидуальной для каждого предприятия и зависящей от набора, используемого ПО. То есть, достаточно приобрести программы и начать работать уже не получится. И чем больше комплекс работ, выполняемых предприятием, тем сложнее технология внутреннего взаимодействия между его подразделениями.

Как правило, для решения вопросов адаптации и выработки технологии внутреннего взаимодействия, на крупных предприятиях



создаются специализированные отделы, по численности, не уступающие производственным, но не задействованные в самом производстве напрямую. Дополнительные отделы создаются также для наполнения различных библиотек информационных моделей элементов и оборудования. Штаты для обслуживания этих информационных систем - это весомая дополнительная статья расходов предприятий.

*Еще одной проблемой является продвижение и лоббирование иностранных производителей ПО, из-за чего часто остаются в тени отечественные программные продукты, которые более адаптированы, как минимум, под действующие нормы и к тому же существенно дешевле. В целом, к выбору программной продукции нельзя подходить, основываясь на красивую рекламу или выбирая крупного производителя. Программное средство это прежде всего инструмент, эффективность которого определяется степенью дополнительной обработки и доведения до требуемых параметров получаемой продукции с помощью других инструментов. Эффективный инструмент не требует никакого «допиливания» получаемой продукции. Это единственный верный принцип выбора эффективных программных средств. Определить действительную эффективность программных средств возможно только опытным путем, применительно к конкретным условиям. Является очевидным, что одно и тоже программное средство в разных условиях может быть как эффективным, так и нет.*

Подводя итог исследованию данных проблем, стоящих на пути эффективного применения ВІМ, стоит отметить, что никакие средства (будь то ВІМ или «Не ВІМ») не могут заменить квалифицированного специалиста. А на общую эффективность любого производства влияют, в первую очередь, грамотные технические решения и грамотное планирование производственных процессов, а никак не выбор программ.

На текущий момент времени ВІМ существует в условиях отсутствия норм и единого программного комплекса, в условиях «разношерстности» существующего ПО, которое дорого в приобретении и в обслуживании. В процессе анализа эффективности ВІМ-технологии следует учитывать все эти факторы. За более чем

10 лет применения ВМ в РФ до сих пор нет исследований эффективности, основанных на опыте практического применения с подсчетами стоимости затрат на приобретение, адаптацию, поддержку, с оценкой сроков окупаемости и скорости разработки конечной продукции и сравнения этих показателей с существующими технологиями, а также выявления факторов, влияющих на эффективность. Без результатов этих исследований, выраженных в наглядных показателях и цифрах, говорить о какой-либо эффективности не представляется возможным.

К сожалению, для обсуждения вышеизложенных проблем не существует открытых площадок, а формат существующих форумов и семинаров носит много более «радужный» характер. Неуделение внимания действительным проблемам ВМ, только тормозит развитие перспективной технологии, а ведь точно сформулированная и хорошо осмысленная проблема это уже половина ее решения. Так раз все-таки проблемы есть, может, стоит о них поговорить?

Технологии информационного моделирования все плотнее входят в производственную деятельность предприятий строительной отрасли. При этом до сих пор нет определенного понимания, какую экономическую выгоду они несут предприятию.

Рассмотрим их окупаемость на примере модели организации, выполняющей геодезические изыскания. Средствами информационного моделирования для них служат программные и программно-аппаратные комплексы, обеспечивающие построение информационной модели местности на основе данных тахеометрической съемки (рис. 1). Также при проведении геодезической съемки возможно использование программно-аппаратных комплексов лазерного сканирования (наземного, мобильного или воздушного). Практический опыт показал, что эффективным для большинства строительных объектов и самым недорогим из них является наземное.

Поскольку данные работы являются узкоспециализированными, то для организации, выполняющей геодезические изыскания, достаточно иметь небольшой штат сотрудников. Как правило, бригады из 2-х человек достаточно для выполнения работ на одном объекте. Небольшая фирма, состоящая из 3-х полевых бригад

и топографа, способна выполнять достаточно большой объем изыскательских работ. Для рассматриваемой модели фирмы в штат также включен бухгалтер.



Рис. 1. Применение информационного моделирования на этапе инженерных изысканий

Специфика работы фирмы, занимающейся геодезическими изысканиями предполагает быстрый оборот денежных средств (получение доходов, затраты на расходы, выплата зарплаты сотрудникам и др.), без формирования или с формированием небольшого резервного денежного фонда. Уровень заработной платы соответствует среднему по региону (табл. 1).

Определим требуемый состав программно-аппаратных комплексов для данной модели фирмы (табл. 2). Перечень сформирован из наиболее распространенных комплексов и программ, представленных на рынке.

По справочнику базовых цен на инженерные изыскания для строительства, стоимость геодезических работ (полевые + топоплан) на площадке с высотой профиля – 0,25м, категории сложности – I, с текущим коэффициентом цен – 4,15 (2 кв. 2019 г.), составляет 32952,66 руб. (27 460,55 руб. + 20 % НДС) за 1 га.

При средней загрузке фирмы по 1 га в день, общий доход только от тахеометрической съемки и выполнения топопланов составит  $32,95266 \times 247$  (раб. дни за 2019 г.) = 8139,31 тыс. руб.

**Расчет фонда заработной платы модели организации,  
выполняющей геодезические изыскания**

Должность	Численность	Ставка, тыс. руб.	Сумма за месяц, тыс. руб.	Сумма за год, тыс. руб.
Генеральный директор-инженер геодезист (полевые работы)	1	100	100	1200
Инженер-геодезист (полевые работы)	5	54	270	3240
Геодезист-топограф (камеральный работник)	1	54	54	648
Бухгалтер	1	36	36	432
<b>Всего</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>460</b>	<b>5520</b>

Так как стоимость работ по лазерному сканированию определяется индивидуально, а рыночная стоимость данных работ составляет 25–30 руб. за 1 м<sup>2</sup> сканируемой площади (площади территории) на сентябрь 2019 г., то при условии загрузки фирмы работами по лазерному сканированию, составляющими 5 % от общего объема, общий доход составит  $32,95266 \times 234,65 (95 \%) + 250,00 \times 12,35 (5 \%) = 7732,34 + 3087,5 = 10819,8$  тыс. руб. Соответственно, даже в первый год применения средств лазерного сканирования как элемента технологий информационного моделирования приносит предприятию прибыль в размере  $10819,8 - 5520,0 - 3730,0 - 95,0 - 289,7 - 133,7 = 1051,4$  тыс. руб.

Таким образом, на текущий момент времени, период окупаемости оборудования и программных средств для фирм, реализующих технологии информационного моделирования при выполнении инженерно-геодезических изысканий может составлять менее одного года, а включение работ по лазерному сканированию в состав работ, выполняемых фирмой, приносит дополнительный доход, который зависит от объемов и характера выполняемых работ. Следует отметить, что выполнение работ по лазерному сканированию по их текущей рыночной стоимости выгодно только

для фирм, занимающихся данным видом работ, а не для отрасли в целом. При массовом использовании и внесении данных работ в базовые справочники, цена на них будет существенно снижена, а период окупаемости программ и оборудования будет увеличен.

Таблица 2

**Определение потребности в программных средствах и их стоимости**

Назначение комплекса	Наименование комплекса	Стоимость, тыс. р.	Требуемое кол-во	Сумма затрат
Геодезическая съемка	Тахеометр Trimble M3 DR TA 1**	796,144*	3*	2388,432*
	Спутниковый приемник RTK Trimble R8*	267,000*	3*	801,00*
Лазерное сканирование	Лазерный сканер-тахеометр Trimble SX-10	3 730,000	1	3 730,00
Обработка результатов тахеометрической съемки	Trimble Business Center Complete	95,000	1	95,000
Обработка результатов лазерного сканирования (облаков точек)	Trimble RealWorks Base	289,684	1	289,684
Построение 3D модели местности Оформление документации	Autodesk Autocad	66,828	2	133,656

*Примечание.* 1. Отмеченные звездочкой программные и аппаратные средства, или им подобные, уже входят в перечень используемых фирмой и не будут использованы для дальнейших расчетов.

2. Программные комплексы Trimble Business Center Complete и Trimble RealWorks Base не требуют ежегодного продления лицензии.

## Литература

1. СП 404.1325800.2018 // Информационное моделирование в строительстве. Правила разработки планов проектов, реализуемых с применением технологии информационного моделирования.
2. СБЦ // Справочник базовых цен на инженерные изыскания для строительства.
3. СБЦП 81 - 2001 – 25 // Справочник базовых цен на обмерные работы и обследования зданий и сооружений.
4. СБЦП 81-02-03-2001 // Справочник базовых цен на проектные работы в строительстве «Объекты жилищно-гражданского строительства».
5. СБЦП 81-02-13-2001 // Справочник базовых цен на проектные работы в строительстве «Объекты нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности».
6. СБЦ // Методические рекомендации по расчету стоимости проектирования при использовании технологии информационного моделирования.
7. *Горбанева Е. П., Севрюкова К. С.* Вклад информационно-коммуникационных технологий в повышение энергоэффективности строительного сектора / Информационные технологии в моделировании и управлении: подходы, методы, решения. Сб. научн. статей I Всероссийской научной конференции: 12–14 декабря 2017. В двух частях, Ч. 2. Тольятти, 2017. С. 67–74.
8. *Духанов А. В.* Имитационное моделирование сложных систем: курс лекций / А. В. Духанов, О. Н. Медведева; Владим. гос. ун-т. Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2010. 107 с.
9. *Жигулина А. Ю., Маракаев П. Е.* Особенности внедрения BIM-технологий в проектную деятельность организации // В сборнике: Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Архитектура и дизайн сборник статей, электронный ресурс. под редакцией М. В. Шувалова, А. А. Пищулева, Е. А. Ахмедовой. Самара, 2018. С. 108–112.
10. *Умывакин В. М., Власов В. Б., Климов А. В.* Двухкритериальная модель управления устойчивым развитием территорий / Экономические науки. 2010. № 71. С. 269–272.
11. *Уткина В. Н., Смолин А. Н.* Российский опыт применения BIM-технологий в строительном проектировании // В сборнике: Долговечность строительных материалов, изделий и конструкций Материалы Всероссийской научно-технической конференции. Ответственный редактор Т. А. Низина. 2018.
12. *Корнев Д. В.* Использование BIM-технологий в строительстве // В сборнике: Конгресс магистрантов – 2018 материалы Международной научно-практической конференции интегративного характера. Под общей редакцией О. В. Шаталовой. 2018. С. 32–35.
13. *Макарцова Т. Н., Фирсанова Н. В.* Проблемы применения BIM-технологий в России // В сборнике: Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации сборник

статей XII Международной научно-практической конференции: в 2 ч.. 2018. С. 55–57.

14. *Толстолицкая А. А.* Информационное моделирование и применение BIM-технологий на этапе эксплуатации здания // В сборнике: Молодежь и научно-технический прогресс Сборник докладов IX международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 4 томах. 2018. С. 251–254.

15. *Сорокин Ю.* BIM-технологии в инфраструктуре: взвешиваем все «за» и «против» // САПР и графика. 2017. № 11 (253). С. 14–17.

16. *Сорокина Е. А., Клашанов Ф. К.* BIM-технологии – инструмент организации работ на строительной площадке // Экономика и предпринимательство. 2018. № 5 (94). С. 1188–1190.

17. *Valeriy Mishchenko, Sergei Kolodyazhniy, Elena Gorbaneva* Energy consumption reduction at all stages of the real estate life cycle by means of the queuing systems / MATEC Web of Conferences conference proceedings. International Scientific Conference Environmental Science for Construction Industry ESCI. 2018. С. 05043.

18. *V Ya Mishchenko, S G Sheina and E P Gorbaneva* Increase of energy efficiency during overhaul of housing stock in Russian Federation / Published under licence by IOP Publishing Ltd. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019, Volume 481, Number 1 – 012031.

УДК 625.855.3

*Валентина Викторовна Телегина,*  
студент  
*Сергей Александрович Черевко,*  
ст. преподаватель  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный  
университет)  
*Дмитрий Аркадьевич Басовский,*  
канд. техн. наук, доцент  
*Дегтярева Ирина Георгиевна,*  
специалист  
(Санкт-Петербургское государственное  
бюджетное профессиональное  
образовательное учреждение  
«Академия управления городской  
средой, градостроительства и печати»)  
*E-mail: tsmm@spbgasu.ru,*  
*dpo@agp.edu.ru*

*Valentina Viktorovna Telegina,*  
student  
*Sergey Alexandrovich Cherevko,*  
Senior Lecturer  
(Saint Petersburg  
State University of Architecture  
and Civil Engineering)  
*Dmitry Arkadyevich Basovskiy,*  
PhD of Tech. Sci., Associate Professor  
*Irina Georgievna Degtyareva,*  
Specialist  
(Saint-Petersburg  
state-budget professional  
educational institution  
«Academy of Urban Management,  
Planning and Printing»)  
*E-mail: tsmm@spbgasu.ru,*  
*dpo@agp.edu.ru*

## **ПРИМЕНЕНИЕ РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЛИНЕЙНЫХ ОБЪЕКТОВ**

### **APPLICATION OF RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION OF LINEAR OBJECTS**

В статье представлены предложения по выявлению и использованию резервов эффективности при проектировании и эксплуатации линейных инженерных сооружений на примере автомобильных дорог. Дан обзор основных направлений интенсификации и ресурсосбережения при строительстве и эксплуатации автомобильных дорог. Проведен сравнительный анализ результатов исследований асфальтобетонных покрытий. Продемонстрированы возможности инновационных технологических решений со значительным ресурсосберегающим эффектом, приведена оценка их перспектив и преимуществ. Описаны основные этапы реализации эффективных технологических решений в производстве и применении асфальтобетонных смесей, в повышении качества асфальтобетона и совершенствовании конструкций дорожных покрытий.



*Ключевые слова:* ресурсосберегающие технологии, дорожное строительство, автомобильная дорога, дорожное покрытие, асфальтобетонная смесь.

The article presents proposals for identifying and using efficiency reserves in the design and operation of linear engineering structures using the example of roads. A review of the main areas of intensification and resource conservation in the construction and operation of roads is given. A comparative analysis of the results of studies of asphalt concrete pavements. The possibilities of innovative technological solutions with a significant resource-saving effect are demonstrated, an assessment of their prospects and advantages is given. The main stages of the implementation of effective technological solutions in the production and use of asphalt mixtures, in improving the quality of asphalt concrete and improving the design of road surfaces are described.

*Keywords:* resource-saving technologies, road construction, road, road surface, asphalt mix.

Важнейшим условием перехода экономической системы к устойчивому развитию является ресурсосбережение. В связи с этим особую актуальность приобретают вопросы выявления и использования резервов эффективности, прежде всего в наиболее ресурсоемких отраслях экономики, таких как строительство линейных объектов. При этом при разработке и выявлении инновационных ресурсосберегающих технологий необходимо задействовать резервы, реализации которых не требует значительных затрат.

Эффективность решения проблем ресурсосбережения при проектировании и эксплуатации линейных инженерных сооружений, в особенности автомобильных дорог с асфальтобетонным покрытием, обусловлена значительными объемами потребления строительных материалов в дорожном строительстве и высокими энергозатратами на их переработку и транспортирование.

Значительный ресурсосберегающий эффект может дать широкое использование инновационных решений в следующих направлениях:

– разработка новых ресурсосберегающих технологий получения ремонтно-строительных материалов и выполнения ремонтно-строительных работ;

- выявление возможностей использования при строительстве и эксплуатации автомобильных дорог местных материалов, вторичных материальных ресурсов, отходов промышленного производства;
- совершенствование существующих и проектирование новых рациональных конструкций дорожных сооружений с более высокими эксплуатационными характеристиками;
- прогнозирование и учёт условий эксплуатации автомобильных дорог с учетом региональных условий и природных сезонных факторов;
- применение нового технологического оборудования, в том числе для оценки транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог, диагностики повреждений и осуществлению мероприятий по их предупреждению;
- внедрение прогрессивных планово-экономических методов организации дорожного строительства, планирования и экономического стимулирования, что позволяет ускорить внедрение интенсивных ресурсосберегающих технологий при эксплуатации автомобильных дорог и сооружений из них;
- оптимизация нормативной правовой базы по эксплуатации дорожных объектов.

Таким образом, основные направления интенсификации и ресурсосбережения при эксплуатации автомобильных дорог лежат в широком круге проблем, которые необходимо при этом решить.

Важным элементом ресурсосбережения является энергоэффективность работ по строительству и ремонту автомобильных дорог, так как производство, транспортирование и переработка применяемых материалов связаны со значительными, порядка 25–45 % от общей суммы, энергетическими затратами [1]. Энергозатраты на транспортирование щебня, песка, минерального порошка и битума к месту приготовления асфальтобетонной смеси зависят от дальности и способа перевозки материалов и составляют с учетом погрузочно-разгрузочных работ в среднем около 25–30 % от общей суммы энергозатрат.

Одним из наиболее эффективных направлений ресурсосбережения является повышение долговечности дорожных покрытий, продление их сроков службы и соответствующее сокращение

затрат на проведение ремонтных работ в процессе эксплуатации.

Согласно действующим нормам межремонтных сроков в среднем один раз в три – четыре года при проведении ремонтных работ с целью восстановления целостности, ровности и сцепных характеристик дорожного покрытия на 1 км двухполосной дороги необходимо затрачивать в среднем около 200 тонн асфальтобетонной смеси [2].

Так как общая протяженность дорог с асфальтобетонными покрытиями в России составляет более 300 тыс. км, то для поддержания всей сети дорог в требуемом технико-эксплуатационном состоянии ежегодно необходимо расходовать на ремонтные работы не менее 60 млн. т асфальтобетонных смесей стоимостью порядка 120 млрд. руб. [1].

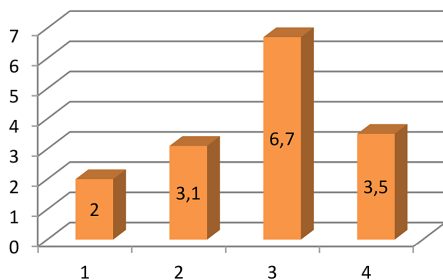
Внедрение инновационных технологических решений, таких как совершенствование технологии производства и применения асфальтобетонных смесей; повышение качества асфальтобетона и совершенствование конструкций дорожных покрытий позволит, по расчетам, вдвое продлить сроки службы дорожных покрытий, тем самым обеспечив до 60 млрд руб. экономии ежегодно.

Основой дорожной сети России являются автомобильные дороги с асфальтобетонными покрытиями, протяженность которых составляет более 90 % общей протяженности дорог с покрытиями усовершенствованного капитального типа.

Асфальтобетонное покрытие представляет собой уплотненный слой искусственного строительного материала. Для производства асфальтобетонной смеси используют в специально подобранных соотношениях заполнители (щебень, песок), минеральный порошок (тонкоизмельченные породы доломитов, известняков, доломитизированных известняков, металлургических шлаков и др.) и битум.

Анализ результатов многолетних испытаний лаборатории кафедры транспорта и дорожного строительства (ТиДС) УГЛТУ показывает, что прочность и износостойкость покрытия автомобильных дорог в первую очередь зависят от типа асфальтобетона и качества исходных материалов (щебень, песок, битум, минеральный порошок, стабилизирующая добавки) (рисунок). Прочностные показатели щебня, минерального порошка, стабилизирующей добавки

обычно соответствуют требованиям качества. Не рекомендуется применять вместо природного или дробленого песка песчано-щебеночную смесь [3].



Износ покрытия в зависимости от применяемого щебня, мм:

1 – Груберский щебеночный завод; 2 – Месторождение «Гора змеевая»;  
3 – Шарташский гранитный карьер; 4 – Баженовский асбестовый карьер

Минеральный порошок, используемый для асфальтобетона, является гранулометрической добавкой структурирующей состав битума и влияющей на свойства: прочность, плотность, теплоёмкость и долговечность асфальтобетона. В практическом применении асфальтобетон с минеральным порошком имеет более высокие значения в длительной водостойкости, сдвигоустойчивости и трещиностойкости, обуславливающих долговечность покрытия.

Битум (от лат. *bitūmen* — горная смола, асфальтовый) – это твёрдый или смолоподобный продукт, представляющий собой смесь углеводов и их азотистых, кислородистых, сернистых и металлосодержащих производных. Битумы бывают природными и искусственными [4].

Природные битумы являются составной частью горючих полезных ископаемых органического происхождения. Они распространены в местах нахождения нефти. Это естественные производные нефти, образованные в процессе природных, биохимических, химических, окислительных реакций полимеризации нефти.

Искусственные битумы (технические битумы) – это продукты переработки нефти, каменного угля и сланцев. Искусственные или технические битумы сходны по химическому составу с природными

битумами, но имеют более стабильный химический состав, чем природные.

Имеется ряд эффективных разработок, обеспечивающих возможность устройства слоев дорожных асфальтобетонных покрытий и оснований с использованием местных материалов и отходов промышленности.

Одной из таких разработок, например, является технология производства дорожных асфальтобетонных смесей с использованием щебеночных материалов различного происхождения и с различными техническими характеристиками. В этом случае сокращение потребности в высокопрочном щебне составляет от 20 % до 50 % и более от общего объема потребности в щебеночных материалах при сохранении расчетных параметров дорожной конструкции.

Новым эффективным техническим решением использования вторичных материальных ресурсов является использование в составе асфальтобетона гранулята старого асфальтобетона, образующегося при фрезеровании изношенного асфальтобетонного покрытия или продуктов переработки изношенных автомобильных шин, проблема утилизации которых имеет большое экономическое и экологическое значение.

Демонтаж старого асфальтобетона производится либо холодным фрезерованием (на требуемую толщину), либо с помощью ударно-отбойного инструмента. В последнем случае получается асфальтобетонный лом. И если после фрезерования получается гранулят в готовом к использованию в некоторых типах смесей виде, то после второго типа демонтажа снятое дорожное покрытие поступает в виде кусков разного размера – лома, который перед использованием в составе асфальтобетонной смеси должен пройти дополнительную переработку: дробление и разделение по фракциям.

Количество вторичного гранулята для использования в асфальто-бетонных смесях определяется в зависимости от типа смеси, температуры размягчения вяжущего, содержания вяжущего вещества, доли зёрен заполнителей мелких и крупных фракций [5].

Для использования в АБС вторичного гранулята, необходимо определить максимальное количество этого продукта. Эти значения подбираются в зависимости от смеси, температуры размягчения

вяжущего, содержания вяжущего вещества, доли зёрен заполнителей мелких и крупных фракций.

Затем следующим этапом будет подбор состава АБС, для чего нужно:

- рассчитать гранулометрическую кривую АБС с учетом гранулометрического состава гранулята – по критериям двух кривых;
- определить количество добавляемого битума;
- рассчитать температуру размягчения добавляемого битума.

Зная температуру размягчения битума (вяжущего) из гранулята и температуру размягчения добавляемого свежего битума, всегда можно спрогнозировать температуру размягчения конечного (смешанного) битума в АБС.

Битум, извлеченный из гранулята, показывает значительные снижения свойств, которые вызваны воздействием высоких температур во время приготовления асфальтобетонной смеси, адсорбционным старением и структурообразованием при транспортировке и укладке, а также различными воздействиями во время эксплуатации асфальтобетона [6].

Анализ экспериментальных данных позволяет сделать вывод о том, что двойное старение по методике ГОСТ 33140–2014 не приближает свойства битума к состоянию битума после четырехлетней эксплуатации. Для улучшения свойств конечного битума в асфальтобетон вводят различные добавки, которые способствуют увеличению показателя пенитрации, снижают растяжимость и температуру размягчения.

Данная ресурсосберегающая технология, несомненно, требует дальнейшего изучения, а также разработки соответствующих стандартов.

Резиновая крошка получается в результате переработки старых изношенных шин, либо из заводского брака, образующегося в процессе производства покрышек. Традиционно применяются три способа переработки шин.

1. Механическое измельчение /основной способ переработки.
2. Обработка криогенной коммутацией с использованием жидкого азота.
3. Смешанный способ.

Резиновая крошка изготавливается различных фракций: 0–0,5 см; 1–2 см; 2–4 см; 5–8 см, 10–15 см. Для применения в асфальтобетоне используют фракцию 0–0,5, для лучшего растворения и связи с битумным вяжущим.

В настоящее время в дополнение к традиционным технологиям применяются другие менее распространенные запатентованные процессы уменьшения размеров частиц резины.

Мокрое шлифование – запатентованный процесс измельчения, в котором мелкие частицы резины дополнительно уменьшают в размере путём измельчения в жидкой среде (обычно в воде). Шлифование происходит между двумя близко расположенными подвижными валами.

Гидроструйное уменьшение размеров частиц – метод обработки резиновой крошки в более мелкие частицы с помощью воды под давлением [6].

Применяют:

- мокрый способ введения крошки в состав смеси: в дорожный битум при температурах 170-210°C с целью набухания резины в битуме и их объединения на границе поверхности контакта;
- сухой способ: непосредственное добавление резиновой крошки или более сложных модификаторов на её основе в смеситель.

Мокрый способ считается более трудозатратным, требует наличия специального оборудования, увеличивает время приготовления асфальтобетона, а, следовательно, и увеличивает стоимость такой смеси. Преимуществом этого способа является законченность формирования структуры резинобитумного вяжущего.

Одним из существенных достижений в технологии модификации асфальтобетона путем введения в смесь отходов от переработки покрышек, является разработка модификаторов на основе активированной и прореагировавшей резиновой крошки (*Reacted and Activated Rubber (RAR)*). Данные модификаторы предназначены для сухого метода производства асфальтобетонной смеси.

*RAR* – это композиционный материал, состоящий из подготовленной мелкодисперсной резиновой крошки, нефтяного битума и различных структурообразующих компонентов. Сырьём для производства резиновой крошки для такого композиционного

материала являются вулканизированные резиновые смеси, состоящие из различных синтетических каучуков, активного наполнителя – технического углерода и ряда ингредиентов масел, восков, серы, ускорителей вулканизации и др. в оптимальных пропорциях. В составе асфальтобетонной смеси РБВ является асфальтовязующим, поэтому модификаторы на основе активированной резиновой крошки следует рассматривать как активный структурообразующий наполнитель асфальтобетона, а не частичную замену органического вяжущего [7].

Повышение качества асфальтобетона предусматривает изменение в составе асфальтобетонных смесей модифицирующих компонентов, а именно – полимеров, поверхностно-активных веществ, волокон и пр. Подобные инновационные разработки наряду с традиционными направлениями реализуются в двухстадийной технологии производства, когда на первой стадии битум смешивается с минеральным порошком, а на второй это асфальтовое вяжущее перемешивается с песком и щебнем [8].

При этом удается исключить принципиальный недостаток традиционно применяемой одностадийной технологии, при которой добавляемый в сухую смесь всех компонентов битум как связывающий компонент распределяется на запыленной минеральным порошком поверхности частиц щебня и песка. Наличие пыли и грязи на контактирующих поверхностях становится первопричиной резкого ухудшения качества склеивания, понижения водостойкости асфальтобетонных смесей и как следствие – в процессе эксплуатации приводит к образованию многочисленных выбоин, ухудшающих технико-эксплуатационные характеристики дорожных покрытий.

Двухстадийная технология может быть реализована в направлении предварительного приготовления гранулированного асфальтового вяжущего с добавлением, как вариант, модифицирующих полимерных добавок, ПАВ или волокон, с последующим введением гранул в смесь песка и щебня.

Применение в составе асфальтобетонных смесей различного рода модифицирующих компонентов (полимеров, поверхностно активных веществ волокон и т. д) значительно повышает качество



асфальтобетона. Однако решение о применении каких-либо модификаторов из большого разнообразия существующих должно приниматься с учетом технических, технологических и экономических критериев эффективности.

Инновационным решением при конструировании дорожных одежд с увеличенными прочностными характеристиками является использование цементобетонных покрытий в строительстве магистральных автомобильных дорог, в том числе в неблагоприятных климатических условиях. В мировой практике в строительстве магистральных дорог предпочтение отдается дорожной одежде преимущественно с цементобетонным покрытием, причем применяется как обычный бетон, так и предварительно напряженный. По статистике бетонных дорог в США – 60 %, в Германии – 38 %, в Австрии – 46 %, в то время как в России – всего 3 %. Цементобетонные покрытия разделяются на монолитные и сборные, однослойные и двухслойные, армированные и неармированные. Цемент для каждой из этих конструкций должен удовлетворять дополнительным специфическим требованиям. Цементобетонные дороги в 5–6 раз долговечнее асфальтобетона, их срок службы может достигать 50 лет и более, что позволяет сократить расходы на содержание и ремонт до минимума. Они стойки к агрессивному воздействию среды, обеспечивают высокое сцепление с колесом и отсутствие пыли. Полотно относительно мало истирается (0,1 мм в год), толщина покрытия из него не превышает 16–22 см. Их прочность и износостойкость позволяют пропускать грузовые автомобили с большим объемом грузов и повышать интенсивность дорожного движения, что приобретает особое значение в контексте транспортных проблем России.

Помимо прямых экономических выгод при строительстве бетонное покрытие по сравнению с асфальтобетонными дает значительные технико-экономические преимущества при эксплуатации дороги, такие как:

- отсутствие пропускной избирательности по видам транспорта;
- повышенная прочность покрытия, незначительный износ;
- возможность больших скоростей на магистральных дорогах во влажную погоду за счет высокой шероховатости;

- большой срок службы до капитального ремонта и незначительный объём работ по текущему ремонту;
- возможность механизации всех видов дорожно-строительных работ.

Дополнительным преимуществом является то, что в России строительство и реконструкцию дорог с цементобетонным покрытием можно осуществлять исключительно за счет отечественных материалов – необходимые ресурсы есть практически в любом регионе.

Несмотря на неоспоримые преимущества у цементобетонных дорог есть недостатки:

- самый главный недостаток очевиден: строить цементобетонные дороги на 20–25 % дороже, чем асфальтобетонные;
- трудоёмкость строительства и ремонтных работ, так как из-за незначительных повреждений необходимо менять всю дорожную плиту;
- худшее сцепление с дорогой в зимнее время, а, следовательно, скольжение и тормозной путь увеличиваются, бетон более чувствителен к воздействию противогололёдных реагентов;
- цементобетонные дороги являются менее восприимчивыми к применению ресурсосберегающих технологий.

Совершенствование существующих и проектирование новых рациональных конструкций дорожных сооружений с более высокими эксплуатационными характеристиками требует в первую очередь компьютерного моделирования вариаций физико-механических характеристик асфальтобетона в процессе эксплуатации, так как физико-механические характеристики асфальтобетона меняются в широких пределах в зависимости от температуры. Компьютерное моделирование, позволяющее наиболее точно учитывать особенности эксплуатационных и климатических условий работы дорожных конструкций, позволит продлить на этой основе их сроки службы и получить существенный ресурсосберегающий эффект.

Наряду с инновационными технологическими решениями, направленными на повышение долговечности дорожных покрытий, существенный ресурсосберегающий эффект дают разработки прогрессивных планово-организационно-управленческих технологий,

направленных на создание экономических условий, обеспечивающих рациональное эффективное сочетание интересов отдельных работников, производственных коллективов с интересами общества.

Таким образом, реализация комплекса направлений ресурсосбережения при строительстве, эксплуатации и ремонте автомобильных дорог позволит обеспечить значительное сокращение материальных, энергетических и финансовых затрат в дорожной отрасли Российской Федерации и направить освобождающиеся ресурсы на совершенствование и развитие автодорожной системы страны.

## Литература

1. Руденский А. В., Ресурсосбережение в строительстве на примере дорожной отрасли / МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2011; Июль-август. С. 4–7.

2. Авсиенко А. А., Васильев Ю. Э., Справочно-методическое пособие. Москва: МАДИ 2007. 46 с.

3. Булдаков С. И. Результаты испытаний покрытий автомобильных дорог Екатеринбурга. Электронный архив УГЛТУ, Екатеринбург.

4. Белухина С. Н. Строительная терминология: объяснительный словарь / С.Н. Белухина, О.Б. Ляпидевская, Е.А. Безуглова. Москва: МГСУ, 2015. 560 с.

5. Davide lo Presti «Constructions and building materials» том 49, Nottingham Transportation Engineering Centre, University of Nottingham, Nottingham, UK, 2013, С 863–881.

6. Майданова Н. В., Шибалов С. А. «Вторичное использование гранулята старого асфальтобетона в составе асфальтобетонных смесей». СПб, 2018.

7. Майданова Н. В. «Применение эластомерных добавок на основе резиновой крошки для модификации асфальтобетонных смесей». СПб, 2013.

8. Руденский А. В. Актуальные проблемы ресурсосбережения при строительстве и ремонте дорожных асфальтобетонных покрытий / Дороги и мосты. 2016. № 1 (35).

**УДК 69.003.12**

*Ольга Дмитриевна Чуприна,*  
студент  
*Татьяна Леонидовна Симанкина,*  
канд. техн. наук, доцент  
(Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого)  
*E-mail: olcha96@mail.ru,*  
*talesim@mail.ru*

*Olga Dmitrievna Chuprina,*  
student  
*Tatyana Leonidovna Simankina,*  
PhD of Tech. Sci., Associate Professor  
(Peter the Great St. Petersburg  
Polytechnic University)  
*E-mail: olcha96@mail.ru,*  
*talesim@mail.ru*

## **МЕТОДИКА РАСЧЕТА СТРОИТЕЛЬНОЙ ГОТОВНОСТИ ОБЪЕКТА**

### **THE METHODOLOGY OF PROJECT'S COMPLETION PERCENTAGE CALCULATION**

В статье рассмотрены недостатки методик расчета готовности строительного объекта, в частности, методики расчета готовности объекта недвижимости, рассчитанной исходя из размера фактически понесенных затрат на строительство и методики расчета готовности здания в соответствии с готовностью конструктивных элементов, ввиду неполноты полученной информации по результатам расчета. Предложена методика, аккумулирующая эти подходы к расчету объектов незавершенного строительства, в которой расчет проводится одновременно по ряду определенных параметров: степени готовности конструктивных элементов, фактически понесенных затрат на строительство и других затрат.

*Ключевые слова:* строительство, строительная готовность объекта, конструктивные элементы, объект незавершенного строительства.

The paper deals with problems of project's completion percentage calculation methodology due to an incompleteness of accounting results. In particular, it discusses different ways of status determination: basing on actual costs and on structural elements' readiness. The work presents a methodology established on an analysis of a variety of parameters (actual costs, structural elements' readiness and other costs) and includes all of these approaches. It is assumed that every structural element of a building has its own percentage. An expert determines an amount of the executed works depending on an absence of elements and works needed for a construction of a building.

*Keywords:* construction, project's completion percentage, completion status, structural element, incomplete construction project.

В настоящее время расчет строительной готовности объекта является весьма актуальной проблемой, требующей специальных знаний и опыта. Частично недостроенный объект обладает небольшой функциональностью до стадии завершения строительства [1]. На сегодняшний день в Санкт-Петербурге и области строится около 500 многоэтажных жилых домов, часть из которых имеют встроенные коммерческие помещения и/или подземные паркинги.

Согласно методическим рекомендациям [2], застройщик вправе самостоятельно определять степень строительной готовности объекта. В постановлении Правительства РФ № 480 от 22 апреля 2019 г. приведена методика по которой следует определять процент готовности объекта недвижимости:

$$\mathcal{E}_n = \frac{A - (A_0 + A_c)}{A}, \quad (1)$$

где  $C_{\phi3}$  – степень готовности проекта строительства, рассчитанная исходя из размера фактически понесенных затрат на строительство;  $C_{кэ}$  – степень готовности проекта строительства, рассчитанная суммарно в соответствии с готовностью конструктивных элементов всех объектов недвижимости, указанных в разрешении на строительство (далее – степень готовности конструктивных элементов).

$$C_{\phi3} = \frac{100 \cdot \text{Размер фактически понесенных затрат}}{\text{Планируемая стоимость строительства}} \quad (2)$$

Методика подразумевает сопоставление фактических затрат при строительстве и проектных затрат.

Согласно формуле (1) полностью потраченные средства при отсутствии каких-либо конструктивных элементов здания, готовность проекта будет равна 50 %.

Применение данной методики целесообразно при наличии твердой сметы на строительство объекта, а также в том случае, когда строительство не замораживается на неопределенный период, при этом постановка объекта незавершённого строительства

на кадастровый учет осуществляется в ходе строительства, например, для залога в банк и получения кредита [3].

$$C_{КЭ} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{вес}_i \cdot C_i}{100}, \quad (3)$$

где  $i$  – номер конструктивного элемента по порядку;  $n$  – общее количество конструктивных элементов в объекте недвижимости;  $\text{вес}_i$  – значение удельного веса  $i$ -го конструктивного элемента в объекте недвижимости, %;  $C_i$  – доля построенной части  $i$ -го конструктивного элемента, %.

Применение формулы (3) подразумевает применение метода определения готовности здания в соответствии с готовностью конструктивных элементов.

Метод достаточно популярен и долгое время активно применялся; в его основе лежит методика укрупненных показателей восстановительной стоимости (УПВС), разработанная в советское время [4]. Суть методики заключается в том, что все здания и сооружения типизированы и разделены по отраслям «народного хозяйства». Каждому конструктивному элементу здания соответствует «удельный вес». Сумма удельных весов здания равна 100. Ниже приведена таблица удельных весов для жилых многоэтажных зданий (табл. 1).

Так как сумма удельных весов всех конструктивных элементов равна 100, то процент готовности объекта можно определить исходя из готовности/неготовности конструктивных элементов. Так, например, если у здания возведены стены, крыша, но отсутствуют отделочные работы, нет окон, дверей и коммуникаций, то согласно табл. 1, можно было бы поставить процент готовности равный 51 %.

Однако, эта система имеет ряд недостатков, один из которых заключается в том, что УПВС разрабатывались в годы повсеместного типового строительства. Очевидно, что с помощью системы УПВС невозможно описать разнообразие применяемых сегодня конструктивных элементов. Здание из газосиликатных блоков (которые отсутствуют в УПВС) может стоять на свайном фундаменте,

а может на монолитном железобетонном цоколе. Соответственно и процент готовности у каждого из этих зданий будет различен.

Таблица 1

**Удельные веса отдельных конструктивных элементов в процентах**

№ п/п	Конструкции	Удельный вес КЭ
1	Фундамент	8
2	Стены и перегородки	27
3	Перекрытия	15
4	Крыша	1
5	Полы	5
6	Проёмы	10
7	Отделочные работы	9
8	Внутренние санитарно-технические и электрические устройства	18
9	Прочие работы	7
	Итого	100

Определим степень готовности конструктивных элементов на примере строительства многоэтажного жилого здания с подземным паркингом, которое имеет следующий перечень конструктивных элементов:

- устройство котлована (шпунтовое ограждение, земляные работы);
- конструкции нулевого цикла (а также подземные этажи при их наличии);
- конструкции надземной части здания;
- сети инженерно-технического обеспечения (в том числе внутренние и наружные сети);
- ограждающие конструкции здания;
- внутренние инженерные системы и оборудование;

- внутренние отделочные работы;
- внутриплощадочные сети;
- внутренние перегородки и стены;
- прочие работы.

Данные об удельных весах отдельных видов конструктивных элементов многоквартирного дома устанавливаются согласно Сборнику № 28 [4]. Для корректности выполнения расчетов, значения конструктивных элементов, указанных в постановлении Правительства РФ от 22.04.2019 № 480 [2], приведены к значениям конструктивных элементов, содержащихся в Сборнике № 28, в соответствии с типом материала наружных стен и этажностью объекта. Данные удельных весов указаны согласно таблице 36А Сборника (табл. 2).

Тогда, степень готовности конструктивных элементов многоэтажного жилого здания с подземным паркингом будет равна:

$$C_{кэ} = \frac{800 + 2295 + 1275 + 10 + 50 + 500 + 45 + 630 + 70}{100} = 57\% \quad (4)$$

Предполагается, что каждому конструктивному элементу здания присваивается свой «удельный вес» и по тому, каких элементов или работ в здании недостает, экспертом определяется объем выполненных строительных работ. В данном случае эксперт устанавливает процентное соотношение «удельного веса» отдельных элементов исходя из проектных затрат.

Таким образом, объект незавершённого строительства рассчитывается по ряду определенных параметров, которые включают степень готовности конструктивных элементов. Ввиду своей специфики они имеют ряд особенностей, которые необходимо учитывать при расчёте процента строительной готовности. Определяется доля построенной части конструктивного элемента как часть в единицах объема для конструктивных элементов здания, площади, например, для отделочных работ и т.д. от проектного показателя. Дополнительно оценивается возможность ( $\gamma$ ) достроить здание по формуле



**Расчет степени готовности конструктивных элементов  
многоэтажного жилого здания с подземным паркингом**

Конструктивный элемент в соответствии с постановлением Правительства РФ от 22.04.2019 № 480	Конструктивный элемент в соответствии со Сборником № 28	Удельный вес конструктивного элемента в объекте, $вес_i$ , (%)	Доля построенной части конструктивного элемента, $C_p$ , (%)	Произведение процента готовности на удельный вес конструктивного элемента, $вес_i * C_p$ , (%)
Устройство коглована (шпунтовое ограждение, земляные работы)				
Конструкции нулевого цикла (а также подземные этажи при их наличии)	Фундамент	8	100	800
Ограждающие конструкции здания				
Внутренние перегородки и стены	Стены и перегородки	27	85	2295
Конструкции надземной части здания	Перекрытия	15	85	1275
	Крыша	1	10	10

Конструктивный элемент в соответствии с постановлением Правительства РФ от 22.04.2019 № 480	Конструктивный элемент в соответствии со Сборником № 28	Удельный вес конструктивного элемента в объекте, $w_{c_p}$ (%)	Доля построенной части конструктивного элемента, $C_p$ (%)	Произведение процента готовности на удельный вес конструктивного элемента, $w_{c_p} * C_p$ (%)
Внутренние отделочные работы	Полы	5	10	50
	Проемы	10	50	500
	Отделочные работы	9	5	45
Внутренние инженерные системы и оборудование				
Сети инженерно-технического обеспечения (в том числе внутренние и наружные сети)	Внутренние сантехнические и электротехнические устройства	18	35	630
Внутриплощадочные сети				
Прочие работы	Прочие работы	7	10	70

$$\gamma = \frac{(C_{кз} - C_{фз})100}{C_{кз}}. \quad (5)$$

Например, было потрачено 80 % проектных затрат, тогда для рассмотренного выше примера получаем  $\gamma = (57 - 80) * 100 / 57 = -40 \%$ , что говорит о перерасходе денежных средств в процентах от проектных затрат.

Формула (5) позволяет контролировать перерасход или экономию денежных средств при строительстве.

## Литература

1. Информационные методы оценки недвижимости. Болотин С. А., Брайла Н. В., Симанкина Т. Л. / учебник / Москва ИД «Академия», 2014. ISBN 978-5-4468-0572-3.

2. Постановление Правительства РФ от 22 апреля 2019 г. № 480 «О критериях, определяющих степень готовности многоквартирного дома и (или) иного объекта недвижимости (проекта строительства) и количество заключенных договоров участия в долевом строительстве, при условии соответствия которым застройщику предоставляется право на привлечение денежных средств участников долевого строительства без использования счетов, предусмотренных статьей 15.4 Федерального закона «Об участии в долевом строительстве многоквартирных домов и иных объектов недвижимости и о внесении изменений в некоторые законодательные акты Российской Федерации», по договорам участия в долевом строительстве, представленным на государственную регистрацию после 1 июля 2019 г.» 2019.

3. Айхель М. В., Охотникова Т. В. Методические основы оценки объектов незавершенного строительства. 2017. С. 54–57.

4. Сборник № 28 Укрупнённых показателей восстановительной стоимости жилых, общественных зданий и сооружений коммунально-бытового назначения для переоценки основных фондов, утверждённый Государственным комитетом Совета Министров СССР по делам строительства. 1970. 38 с.

**УДК 658.5:692**

*Сергей Георгиевич Шевченко,*  
студент

*Вера Михайловна Челнокова,*  
канд. техн. наук, доцент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный  
университет)

*E-mail: 02s@mail.ru,*  
*ver-m@list.ru*

*Sergei Georgievich Shevchenko,*  
student

*Vera Mihailovna Chelnokova,*  
PhD of Tech. Sci., Associate Professor  
(Saint Petersburg  
State University of Architecture  
and Civil Engineering)

*E-mail: 02s@mail.ru,*  
*ver-m@list.ru*

## **РАЗВИТИЕ МЕТОДИКИ ПОТОЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ**

### **DEVELOPMENT OF THE METHODOLOGY OF FLOW ORGANIZATION OF CALENDAR PLANNING OF ROAD CONSTRUCTION WORKS**

В статье рассматриваются вопросы календарного планирования сооружения автомобильных дорог. Определены методы организации работ, структура поточной организации строительства. Развита методика формирования комплексных потоков для планирования дорожно-строительных работ. В методике предложено выделение объектных потоков и включение их в комплексный. Представлен пример расчета комплексных потоков комбинированных (КПК) для дороги 2 типа, осуществлен переход к параллельно-поточной организации работ. Проведено сравнение поточной и параллельно-поточной организации работ при формировании комплексных потоков. Показана эффективность предложенной методики.

*Ключевые слова:* календарное планирование, автомобильные дороги, поточная организация, комплексные потоки, параллельно-поточная организации работ.

The article discusses the issues of scheduling the construction of roads. The methods of organization of work, the structure of the flow organization of construction are determined. A technique has been developed for the formation of complex flows for planning road construction works. The methodology proposed the allocation of object flows and their inclusion in the complex. An ex-

ample of the calculation of complex combined flows (CCP) for a type 2 road is presented, a transition to parallel-flow organization of work is carried out. A comparison of the flow and parallel-flow organization of work in the formation of complex flows. The effectiveness of the proposed methodology is shown.

*Keywords:* scheduling, roads, flow organization, complex flows, parallel and line organization of works.

При календарном планировании сооружения автомобильных дорог применяют различные методы организации работ [1].

Последовательный метод состоит в том, что все строительные процессы выполняют на одном участке дороги, а затем все силы и ресурсы перемещают на следующий участок. Недостатком этого метода организации работ являются неизбежные перерывы в использовании трудовых, технических и материальных ресурсов из-за отсутствия необходимых заделов, что удлинняет и удорожает строительство дороги в целом.

Параллельный метод организации позволяет сократить продолжительность строительства, но требует значительной концентрации трудовых ресурсов и техники на всем протяжении дороги, усложняет управление, удорожает строительство. Этот метод применяют при необходимости ввода в эксплуатацию дороги в сжатые сроки.

Поточный метод организации строительства способствует рациональному использованию техники, снижению стоимости работ, повышению качества и сокращению сроков строительства. Линейный характер дорожных объектов способствует успешному применению поточного метода организации работ.

Основными организационными единицами при поточном строительстве автомобильных дорог являются частные и специализированные потоки.

Частный поток – организация работы звена однотипных машин выполняющих заданный процесс на последовательных участках.

Специализированный поток представляет собой совокупность частных потоков, необходимых для строительства отдельной дорожной конструкции или выполнения отдельного вида работ.

Объединение в непрерывном строительном процессе всех специализированных линейных потоков образует *комплексный поток* по сооружению автомобильной дороги.

Предлагается расчет комплексных потоков по сооружению автомобильных дорог проводить по методике их формирования и расчета, разработанной на кафедре Организации строительства под руководством профессора В. А. Афанасьева [2]. Согласно данной методике комплексные потоки формируются из предварительно рассчитанных объектных потоков. Поэтому предлагается для дорожно-строительных работ ввести понятие объектный поток.

Для формирования объектных потоков всю протяженность дороги следует разделить на участки, по возможности, равной длины.

Объектный поток в дорожном строительстве представляет собой совокупность специализированных потоков, которые обеспечивают завершение полностью готового участка дороги.

Рассмотрим расчет комплексных потоков по сооружению дороги на примере строительства автомобильной трассы протяженностью 34 км; техническая категория автомобильной дороги – II.

На первом этапе осуществляется выбор механизмов на основе сравнения эффективности использования машин и механизмов [3].

Определение необходимых ресурсов для выполнения работ начинается с выбора основных видов работ и ведущих машин, затем подбирают вспомогательные машины, при помощи которых рационально выполнить работы, входящие в технологические процессы. При выборе машин для выполнения работ на участке необходимо произвести технико-экономическое сравнение, сопоставить производительность, себестоимость, трудоемкость и энергоемкость выполнения работ [4].

Проведено сравнение для основных видов работ, перечисленных в табл. 1.

Установив составы машин в каждом отряде необходимо определить расчетную длину сменных захваток для каждого конструктивного слоя дороги [5]. Для этого определяется максимально возможная длина сменной захватки  $L_{\max}$  по производительности наиболее экономически выгодного варианта комплекта машин отряда:

$$L_{\max} = P \cdot m / B \cdot n,$$

где  $P$  – производительность ведущей машины;  $m$  – количество одновременно работающих ведущих машин;  $B$  – ширина конструктивного слоя, м;  $n$  – количество слоев в конструктивном слое.

Таблица 1

**Основные работы по устройству участка дороги**

Шифр работ	Наименование работ	Продолжительность освоения участка, смен
А	Разработка грунта	27
Б	Устройство песчаной подготовки	54
В	Устройство щебеночного основания	57
Г	Укладка геоматериала	19
Д	Устройство асфальтобетонного покрытия	45
Е	Нанесение дорожной разметки, установка дорожных знаков	15
Ж	Устройство наружного освещения	15
И	Устройство обочин и газонов	30

Принятые по расчету частные потоки объединяются в специализированный поток по устройству дороги.

Проводится разделение общей длины трассы на участки. В примере трасса длиной 34 км делится на 4 участка дороги, длина участка, таким образом, составит 8500 м. Каждый участок будет представлять собой объект строительства дороги. На строительство каждого участка дороги разрабатывается объектный календарный график.

Определяется количество частных фронтов по каждому виду работ на каждом объекте строительства дороги исходя из длины участка и рассчитанной эффективной длины захватки.

Продолжительность освоения участка в сменах рассчитывается исходя из количества частных фронтов и количества проходок

по каждому частному фронту, зависящего от количества слоев в конструктивном слое.

По результатам расчета определяется начало и окончание каждой работы на объекте. Из объектных потоков формируется комплексный поток по строительству всей дороги длиной 34 км.

Комплексный поток рассчитывается комбинированным методом (КПК). В результате расчета КПК получают значительные растяжения ресурсных связей, то есть межобъектные простои бригад. Исключить простои бригад возможно при расчете комплексного потока агрегированного (КПА), но при этом, как показывает опыт расчетов, значительно (до 25–35 %) увеличится продолжительность строительства дороги.

Для сокращения продолжительность строительства дороги предлагается сформировать параллельно-поточный метод организации работ. Определяются работы с наибольшей их продолжительностью, и вводятся дополнительные бригады на эти работы. Закрепление бригад за объектами производится в ходе расчета по мере необходимости.

Проведено сравнение параметров поточной и параллельно-поточной организации работ, рассчитанной на основе комплексного потока комбинированного (табл. 2).

В результате получено сокращение общей продолжительности работ по сооружению дороги на 21 %. Простои бригад сократились на 60,5 %.

Несмотря на увеличение количества бригад с 8 до 11, суммарное время занятости всех бригад (с учетом простоев бригад) на комплексе объектов сократилось на 14 %.

Таким образом, при переходе на параллельно-поточную организацию строительства комплексным потоком комбинированным получилось значительное сокращение общей продолжительности строительства дороги, простоев бригад. При этом, несмотря на увеличение количества бригад, суммарное время занятости бригад на комплексе также значительно сократилось.

На 17 и 23 дня увеличились продолжительности строительства 3 и 4 участков дороги, но при этом общая продолжительность строительства дороги значительно сократилась. При сдаче



в эксплуатацию всей дороги раньше на 3,6 месяцев некоторое увеличение продолжительности строительства двух участков может быть не важно.

Таблица 2

**Сравнение вариантов комплексных потоков**

№ п/п	Показатели комплексных потоков комбинированных (КПК)	Методы организации работ (МОР)		Сокращение при параллельно-поточном методе, %
		поточная	параллельно-поточная	
1	Продолжительность строительства дороги: дни месяцы	275 12,5	217 9,9	21
2	Продолжительность строительства объектов, дни 1 объект 2 объект 3 объект 4 объект	104 104 104 104	104 104 121 127	–
3	Простои бригад (растяжение ресурсной связи), дни	459	181	60,5
4	Количество бригад	8	11	–
5	Суммарное время занятости бригад на комплексе объектов, дни	1343	1168	14

Аналогичный расчет выполняется для комплексных потоков агрегированных и комплексных потоков уплотненных [5].

Таким образом, предложена методика формирования комплексных потоков при календарном планировании дорожно-строительных работ. Методика предусматривает выделение объектных потоков при сооружении дорог, расчет поточной и параллельно-поточной организации работ. Данная методика способствует равномерному

вводу участков дороги, при этом, сокращение простоев бригад приводит к экономии непроизводительных расходов подрядных организаций на оплату организационных простоев рабочих и механизмов, что снижает себестоимость работ.

## Литература

1. *Болотин С. А.* Организация строительного производства: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / С. А. Болотин, А. Н. Вихров. – М., «Академия», 2007. 208 с.
2. *Афанасьев В. А.* Поточная организация строительства. Л.: Стройиздат, 1990. 303 с.
3. *Ушаков В. В., Ольховикова В. М.* Строительство автомобильных дорог. – М.: Кнорус, 2013. 210 с.
4. СП 34.13330.2012. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85\*. – М.: Министерство регионального развития РФ, 2013. 23 с.
5. *Челнокова В. М.* Планирование поточной организации работ при комплексном освоении территории // Вестник гражданских инженеров. 2013. № 3 (38). С. 107–112.

**УДК 658.51**

*Никита Юрьевич Можеровцев,*  
аспирант  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный  
университет)  
*E-mail: nyumojerovcev@gmail.com*

*Mozherovtsev Nikita Yuryevich,*  
post-graduate student  
(Saint Petersburg  
State University of Architecture  
and Civil Engineering)  
*E-mail: nyumojerovcev@gmail.com*

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ПРОЕКТНОГО БУФЕРА С УЧЕТОМ НЕОПРЕДЕЛЁННОСТЕЙ**

### **IMPROVEMENT OF PROJECT BUFFER CALCULATION METHODS TAKING INTO ACCOUNT UNCERTAINTY**

Управление проектами по методу критической цепи (CCPM), сопряжено с двумя аспектами-определение размера буфера и выравнивания ресурсов. CCPM не назначает время безопасности для каждой отдельной задачи, вместо этого рассчитывается проектный буфер безопасного времени и размещается в конце календарного графика, чтобы действовать в качестве буфера подстраховки. Использование буферов, в которых учитываются как ограничения длительности задач, так и ограничения ресурсов, служит для сокращения продолжительности проекта и повышения надежности планирования всего проекта. Рассчитываемые проектные буферы существующими методами, получаются либо слишком большими, либо маленькими, и недостаточно устойчивые к различным неопределенностям, которые могут возникать в строительных проектах. Для расчета буферов, которые будут учитывать отрицательные риски проекта, необходимо учитывать различные признаки проекта, такие как многозадачность проекта, загруженность ресурсов, и ожидание проектных рисков. В статье рассматриваются традиционные методы расчета проектного буфера, а также предлагается усовершенствованный метод определения проектных буферов с учетом неопределенностей, которые возникают в строительных проектах.

*Ключевые слова:* критическая цепь, проектный буфер, риски проекта, календарный план, ресурсы.

Critical chain project management (CCPM) involves two aspects-buffer size determination and resource alignment. CCPM does not assign a safety time

to each individual task, instead a project safe time buffer is calculated and placed at the end of the calendar schedule to act as a safety buffer. Using buffers that take into account both task duration constraints and resource constraints reduces project duration and increases the reliability of project planning. Calculated project buffers by existing methods are obtained either too large or small, and not sufficiently resistant to various uncertainties that may arise in construction projects. To calculate buffers that will take into account the negative risks of a project, it is necessary to take into account various characteristics of the project, such as project multitasking, resource utilization, and expectation of project risks. The article discusses the traditional methods of calculating the project buffer, and also offers an improved method for determining the project buffers, taking into account the uncertainties that arise in construction projects.

*Keywords:* critical chain, project buffer, project risks, calendar plan, resources.

## Введение

Основной задачей для успешной реализации планирования по методу критической цепи является правильное определение размера буферов. Существуют два метода по определению размера проектного буфера, это метод вырезки и вставки. (Cut and paste-C&P) и метод квадратного корня из суммы квадратов (Square Root of Sum of Squares-SSQ) [1], далее рассмотрим данные методы по построению проектного буфера на примере строительства пешеходного моста в г. Волгограде (рис. 1).

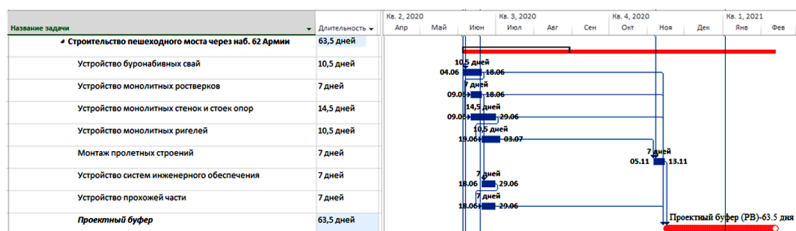


Рис. 1. Календарный план строительства пешеходного моста в г. Волгограде

## Анализ традиционных методов расчета проектного буфера

Первый метод определения размера буфера – это метод, предложенный Эльяху Голдраттом в книге критическая цепь [2].

В данном методе уменьшается продолжительность каждой задачи  $W_i$  на 50 %, и запас времени от каждой задачи заносится в конце календарного плана в проектный буфер (PB) из уравнения (1). Преимущество данного метода заключается в его простоте применения, а недостатком созданием большого проектного буфера, так как он линейно увеличивается от размера критической цепи.

$$PB = 0.5 \times \sum W_i \quad (1)$$

Общая продолжительность строительства моста составляет 127 дней. После применения метода определения буфера (C&P) с помощью формулы (1) продолжительность строительства составляет 63,5 дня (рис. 2).

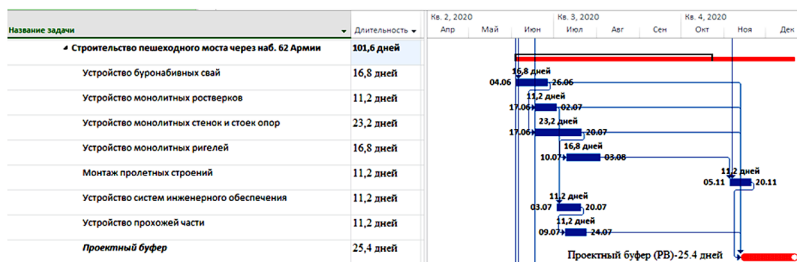


Рис. 2. Календарный план после применения формулы (1) по расчету проектного буфера по методу вырезки и вставки (C&P)

Если произвести анализ и рассмотреть структуру выполняемых работ, данный метод ограничений продолжительности работ в 50 % неприменим, так как технологически невозможно сократить продолжительности работ по устройству монолитных железобетонных конструкций, а именно в частности твердение бетонной смеси и дальнейшего распалубки несущих железобетонных конструкций. На основании «СП 435.1325800.2018 Конструкции бетонные и железобетонные монолитные. Правила производства и приемки работ» п. 10.13 распалубливание несущих железобетонных конструкций после достижения бетоном прочности 70 % от заданной марки, т. е. через 17–20 дней после укладки [3].

Применив метод (C&P) по определению размера проектного буфера можно сделать вывод, что сокращения времени безопасности каждого действия на 50 % является недопустимым в некоторых критических цепях в строительных проектах из-за технологической последовательности и времени действия задачи. Также основным недостатком данного метода является размер вычисляемого проектного буфера, который линейно увеличивается с длиной критической цепи, в результате график разработанный по методу (C&P), может содержать неоправданно большой объем защиты в виде проектного буфера, что может привести к потере денежных и временных ресурсов.

### **Квадратный корень из суммы квадратов (Square Root of Sum of Squares-SSQ)**

В методе (SSQ) проектный буфер (PB) вычисляется как квадратный корень из суммы квадратов продолжительности  $W_i$  (безопасной продолжительностью) и средней продолжительностью каждой задачи  $D_i$  (лучшая продолжительность), то есть размер буфера вычисляется как стандартное отклонение обоих продолжительностей  $W_i - D_i / 2$ , это означает что проектный буфер должен иметь два стандартных отклонения (см. формулу (2)) [4]:

$$PB = 2 \times \sqrt{(W_1 - D_1/2)^2 + (W_2 - D_2/2)^2 \dots (W_i - D_i/2)^2} \quad (2)$$

Преимущество метода SSQ заключается в том, что он позволяет учитывать известное изменение продолжительности задачи.

Для расчет проектного буфера применим оценку продолжительность задач  $W_i$  с 90 % вероятностью, а для продолжительности  $D_i$  с 50 % вероятностью.

После применения формулы (2), продолжительность строительства составляет 101,6 дней (рис. 3).

Применив метод (SSQ) по определению размера проектного буфера можно сделать вывод что метод (SSQ) производит две оценки для каждого действия в критической цепочке, безопасную оценку и среднюю оценку, и вычисляет разницу между этими двумя оценкам как квадратный корень из суммы квадратов этой разности для

каждого вида деятельности и данное значение сводится в проектный буфер (PB). ( $SSQ$ ) менее подвержена влиянию длины критической цепи, чем метод ( $C\&P$ ). Преимущество метода ( $SSQ$ ) в том, что не создает слишком большой проектный буфер (PB).

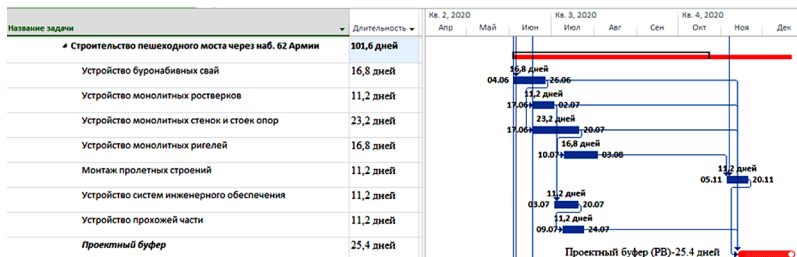


Рис. 3. Календарный план после применения формулы (2) по расчету проектного буфера (PB) по методу квадратного корня из суммы квадратов ( $SSQ$ )

### Предлагаемый метод расчета проектного буфера с учетом неопределенности

Строительные проекты подвержены различным неопределенностям, рассмотрим эти неопределенности в трех измерениях. Это многозадачность критической цепи ( $M_c$ ), загруженность ресурсов ( $R_a$ ), ожидание проектных рисков ( $R_p$ ). Далее рассмотрим данные неопределенности.

#### Многозадачность критической цепи ( $M_c$ )

Когда в критической цепи имеется многозадачность и задачи предшественники, есть вероятность того, что в цепи могут возникнуть задержки, следовательно, для таких задач необходимо иметь буфер больше, то есть при расчетах буфера необходимо учитывать этот фактор формулой (3), где  $T_{p,i}$  – количество предшествующих задач,  $T_{n,i}$  – количество задач в цепочке.

$$B = T_{p,i} / T_{n,i} \quad (3)$$

#### Загруженность ресурсов ( $R_a$ )

Для реализации проекта требуются различные ресурсы, которыми совместно пользуются одновременно выполняемые зада-

чи. Задачи, которые пользуются одним и тем же ресурсом могут привести к дефициту этого ресурса, от которого зависит срок выполнения задачи. Нехватка ресурсов может быть вызвана целым рядом факторов, таких как недостаточное снабжение, или перерасход ресурсов. Доступность ресурсов ( $R_a$ ) зависит от того, насколько ресурс доступен для конкретной выполняемой задачи, учитывая одновременный спрос на ресурс со стороны другой выполняемой задачи. Значение загруженности ресурсов ( $R_a$ ) определим с помощью формулы (4), где  $R_i$  – доступность ресурса в момент времени  $t$ ,  $r_{k,t}$  – возможный спрос на ресурс типа  $k$  в момент времени  $t$ ,  $n$  – количество задач выполняемых в момент времени  $t$ , где  $t$  принадлежит множеству времени начала  $[T_1]$  и окончания задачи  $[T_2]$  которые борются за ресурс.

$$R_a = \left( \sum_{k=1}^n r_{k,t} / R_i \right), t \in [T_1, T_2] \quad (4)$$

Когда значения  $R_a$  высокое, загруженность ресурсов становится более очевидным. Следовательно, для предотвращения возникновения задержек, связанных с ресурсами, требуются буферы покрупнее.

### **Ожидание проектных рисков $R_p$**

Управление рисками в строительных проектах – это комплексный и систематический способ выявления, анализа и реагирования на риски. Строительные проекты всегда уникальны, и риски возникают из ряда различных источников. Риск и неопределенность потенциально могут иметь разрушительные последствия для строительных проектов. На практике оценивание рисков на прямую зависит от опыта руководителей проекта и подрядчиков, которые могут давать разные оценки на ожидание рисков.

С помощью формулы (5) измерим значение ожидание проектных рисков  $R_p$ , предположив что продолжительность проекта определена в нормальном распределении рисков  $\tau_i$  за разностью распределению риска экспертной оценкой  $\mu$  к отношению проектного буфера  $PB_{(ssq)}$  определённого по методу квадратного корня из суммы квадратов (SSQ).



$$R_p = (\tau_i - \mu) / PB_{(ssq)} \quad (5)$$

Применим рассмотренные неопределённости к формуле (2) по расчету проектного буфера с помощью метода квадратного корня из суммы квадратов, умножив каждый коэффициент неопределенности  $M_c$ ,  $R_a$ ,  $R_p$  на проектный буфер ( $PB$ ), получив формулу (6).

$$PB = M_c \times R_a \times R_p \times \left[ 2 \times \sqrt{(W_1 - D_1/2)^2 + (W_2 - D_2/2)^2 \dots (W_i - D_i/2)^2} \right] \quad (6)$$

### Выводы

Размеры проектного буфера, рассчитанные с помощью учета коэффициент неопределенностей  $M_c$ ,  $R_a$ ,  $R_p$  не обязательно могут быть больше буферов, которые рассчитываются с помощью методов вырезки и вставки или методом квадратного корня из суммы квадратов. Когда проект планируется в незначительных неопределенностях, и когда коэффициенты неопределенности  $M_c$ ,  $R_a$ ,  $R_p$  ниже единицы, это значит, что проектный буфер будет меньше. Когда неопределенности выше единицы это означает, что проект подвержен различным неопределенностям, которые могут отрицательно повлиять на длительность всего проекта, и это сигнализирует о том, что буфер необходимо увеличивать, чтобы он адекватно реагировал на данные риски.

### Литература

1. Вовремя и в рамках бюджета: Управление проектами по методу критической цепи / Лоуренс Лич; Пер. с англ. – М.: Альпина Паблишерз, 2010. – 354 с.
2. Критическая цепь / Э. Голдратт; пер. с англ. Федурко Е. – Москва: Альпина Паблишер, 2014. – 280с.
3. СП 435.1325800.2018. Конструкции бетонные и железобетонные монолитные; введ. 2019-05-27. – Москва: Минстрой России, 2018. – 78 с.
4. Майк Кон Agile: оценка и планирование проектов / Майк Кон; пер. с англ. Ионов В. – Москва: Альпина Паблишер, 2018. – 247 с.

УДК 658.2

*Юсиф Бабакр Хуссейн Хошнава,*  
аспирант  
(Санкт-Петербургский  
государственный архитектурно-  
строительный университет)  
*E-mail: yousif.babakr@gmail.com*

*Yousif Babakr Hussein Khoshnaw,*  
post-graduate student  
(Saint Petersburg  
State University of Architecture  
and Civil Engineering)  
*E-mail: yousif.babakr@gmail.com*

## **НЕОБХОДИМОСТЬ РАЗРАБОТКИ СТРОИТЕЛЬНЫХ НОРМ В ИРАКЕ**

### **THE NEED TO DEVELOP BUILDING CODES IN IRAQ**

В данной статье рассмотрены существующие нормативные акты строительства в Ираке. Издревле люди осознают важность безопасности возводимых зданий и сооружений. По всему миру регулярно происходят различные природные бедствия (такие как пожары, землетрясения, наводнения и т. д.). В связи с этим, строители разных стран разрабатывают комплексы необходимых требований и норм для строительства безопасных зданий, с учетом особенностей местоположения страны. Учитывая прогрессивные методы возведения зданий в Ираке, автором отмечено, что существующих используемых норм оказывается недостаточно для реализации качественных и безопасных объектов. Сделан вывод о необходимости разработки новой системы строительных норм для Ирака.

*Ключевые слова:* строительство, безопасность, нормы строительства, Иракский кодекс, стандарты строительства

This article discusses existing building regulations in Iraq. From ancient times, people have realized the importance of the safety of buildings and structures under construction. Various natural disasters (such as fires, earthquakes, floods, etc.) regularly occur around the world. In this regard, builders from different countries are developing sets of necessary requirements and standards for the construction of safe buildings, taking into account the particular location of the country. Given the progressive methods of building buildings in Iraq, the author noted that the existing standards used are not enough to implement high-quality and safe facilities. The conclusion is drawn on the need to develop a new system of building codes for Iraq.

*Keywords:* construction, safety, construction standards, Iraqi code, construction standards.

Строительный кодекс является юридическим документом, который обеспечивает минимальный уровень безопасности зданий для здоровья граждан. На сегодняшний день почти каждая развитая страна имеет собственные нормативы строительства, с учетом географических и климатических особенностей местоположения. К сожалению, Ирак не имеет собственного строительного кодекса. Страна использует нормативы США без адаптации к собственным условиям. Зачастую это приводит к небезопасности возводимых объектов и разрушению зданий в дальнейшем.

### **Особенности строительного производства в Ираке**

Местоположение Ирака имеет ряд особенностей, оказывающих непосредственное влияние на строительную сферу.

Область строительства в Ираке до сих пор находится в стадии роста и развития. Здесь очень удобно реализовывать свои проекты местным нелицензированным компаниям, так как отсутствует должный контроль. Больше всего строительные проекты Ирака страдают от таких сложных проблем, как невыполнение сроков, стоимость, качество и безопасность.

Проблемы в строительной отрасли Ирака сохраняются, несмотря на серию национальных планов развития и предлагаемые инициативы по повышению производительности, начиная с 1951 года. Отсутствует общая государственная политика для строительной сферы. Кроме того, нет специализированной службы, управляющей её непрерывным улучшением. Иракская строительная индустрия имеет определенные сильные стороны. Они должны быть определены и использованы в качестве основы для дальнейшего повышения эффективности строительства. Наконец, отрасль сталкивается с такими важными проблемами, как влияние глобализации, увеличение приватизации, рост информационных и коммуникационных технологий, а также военные действия, происходящее в стране время от времени.

Несмотря на возросшее количество зданий повышенной этажности в Ираке, их строительство стало намного сложнее, из-за административных сложностей при планировании и регистрации строительных объектов.

Со вступлением иностранных компаний в строительство крупных проектов Ирака, там стали использовать разработку информационного моделирования зданий (BIM). Это инженерная техника в строительстве, имеющая множество преимуществ на всех этапах проекта, от планирования до сноса здания.

Более того, строительная промышленность Ирака страдает от нехватки экспертов и компетентных профессионалов при использовании современных технологий в строительных проектах. Как следствие, это оказывает отрицательное воздействие на прогресс работы с точки зрения задержки сроков и возрастающих затрат. Большинство проектов в Ираке по-прежнему основаны на традиционных методах проектирования и планирования, таких как использование 2D-графики и принятие метода критического пути (CPM) для расчета времени, необходимого для завершения проекта. Несмотря на то, что данные методы уже много лет используются в строительстве, они не могут применяться в крупных и сложных проектах, особенно, если речь идет об общественных зданиях повышенной этажности. Поэтому, хоть внедрение современных технологий (таких как технология BIM), подвержены ошибкам при разработке и внедрении инженерами, они имеют много преимуществ, по сравнению со старыми программами. Например, когда проектировщик изменяет свойства любого элемента, таких как окна, двери или стены, поправка автоматически появляется на всех уровнях в дополнение к корректировке в ведомости величин.

Национальный Комитет по стандартизации информации (NBIMS) в США определяет BIM технологию как цифровое представление физических и функциональных характеристик объекта. Метод BIM – это ресурс для создания проектов, который упрощает и облегчает координирование информации на протяжении всего цикла жизни проекта, от планирования до этапа сноса здания [1].

Поскольку Ирак относится к сейсмоактивным регионам, то большая часть строительства общественных зданий должна осуществляться на основе использования каркасно-панельной конструктивной системы. Для массового строительства необходимо применять конструкции с полным каркасом и сеткой колонн  $6 \times 6$  или  $6 \times 9$  м. Такая конструктивная система широко

используется в ОАЭ в зданиях детских садов, школ, магазинов, больницы, гостиниц и пр. и позволяет строить здания высотой до 30 этажей. Панельные бескаркасные конструктивные системы в сейсмических условиях позволяют строить здания высотой 9–12 этажей. В последние годы в Ираке получает развитие строительство общественных зданий из монолитного железобетона методом подъема этажей по скользящей опалубке. Применение этого метода в проектно-строительной практике Ирака весьма незначительно, и распространяется главным образом на уникальные типы общественных зданий и здания со сложными очертаниями планов [2].

Для повышения сейсмостойкости зданий и сооружений применяют такие традиционные способы, как создание бетонных армированных рубашек, усиление торкрет-бетоном, применение металлических ограждающих конструкций. Кладку кирпичных стен выполняют с «цепной» перевязкой. Кладочный раствор применяют со специальными добавками, повышающими сцепление раствора с кирпичом.

В настоящее время не представляется возможным заранее предсказать силу сейсмических волн будущих землетрясений. Поэтому в новых современных общественных зданиях Ирака применяются конструктивные решения, обеспечивающие устойчивость зданий при землетрясениях магнитудой колебаний 7,5 и выше, в том числе виброизоляторы, поглощающие подземные толчки; каркасные конструктивные схемы с усилением стальными балками; железобетонные наружные стены – для уменьшения резонансных явлений.

### **Нормативно-правовая база строительства в Ираке**

Как мы уже говорили, строительный кодекс – это документ, содержащий стандартизованные требования, определяющие минимально допустимый предел безопасности для зданий и сооружений. Коды основаны на опыте инженеров, экспериментальной работе и реальных условиях труда. Они призваны предотвращать различные риски при дальнейшей эксплуатации, такие как пожар, крушения, проблемы с необходимыми удобствами (вентиляция, освещение, сырость, звукоизоляция и санитария). Кроме

того, кодексы являются значительными инструментами при достижении стабильности и энергоэффективности проектов, с учетом всех аспектов строительства, таких как: безопасные выходы, электричество, сантехника, учет сейсмичности, структурная целостность и грамотное использование строительных материалов. Строительные нормы классифицируют структуры, разрабатывая и применяя различные стандарты [3].

В восьмидесятые годы прошлого века иракское министерство планирования разработало и предложило иракский код. Он был основан на американских и британских кодах, но охватывал только проектирование и внедрение железобетонных конструкций. В 1987 году было предложено использовать данный код в течение двух лет для оценки его эффективности [4]. По истечении установленного срока Правительство не утвердило кодекс законодательно. По этой причине иракские проектировщики и инженеры не использовали этот код и в течение последних сорока лет были в зависимости от *ACI* и британских кодов [4]. В 2013 году Министерство строительства и жилья приняло арабские кодексы. Эти кодексы выдаются Советом министров арабских министров жилищного строительства; в течение 2014 года иракские компании начали применять их для своих объектов. Коды включают в себя десять разделов по исследованию почвы и проектированию фундамента, а также другие этапы строительных работ, таких как конструкционная сталь и бетон, электрические, механические и т. д. [5].

В настоящее время строительные компании Ирака ориентируются, в основном, на нормативную базу США.

США выпустили два международных кодекса: Международный строительный кодекс (*IBC*) и требования к строительному коду для структурного бетона с комментариями (*ACI-318*) [3].

Кодексы строительства зданий (*Building Codes*) вместе с правилами зонирования регулируют строительную деятельность с целью защиты здоровья и безопасности населения путем учреждения минимальных стандартов качества. Они касаются только строительства зданий, их проектирование и сооружение. Первоначально такие кодексы были созданы для защиты общественной безопасности. Таким стал в 1905 году Национальный Кодекс Строительства

Зданий, провозгласивший требования противопожарной защиты и безопасности конструкций. Несмотря на определенные различия между штатами, все требования основываются на трех моделях строительного кодекса (Model Building Codes), который был составлен национальными организациями местных строительных кодексов.

Кодексы вступают в силу после одобрения их местным законодательным органом. Несмотря на то, что национальные кодексы имеют статус рекомендованных (то есть, не обязательных к применению), при возникновении ситуаций, связанных с неудачей или аварией – положения кодекса становятся минимально обязательными стандартами. Например, инженер имеет право выражать мнение, работать по своему видению, даже если его решение расходится с кодексом. Но, если в результате такой работы появляется проблема, то в отношении инженера действует презумпция виновности, преодолеть которую очень трудно [4].

Кодексы также устанавливают стандарты для естественного освещения, вентиляции, видов аварийных выходов, структуры сооружения, типов полов, стен, перекрытий, окон, дверей, кровель, каминов и пр.

Большое влияние на стандарты конструкций путем установления оценок инженерной безопасности оказывают страховые рейтинги компаний, страхующих от пожаров.

Несмотря на мировой стремительный рост строительной сферы в последние десятилетия, строительство в городах Ирака и качество обеспечения безопасности возводимых и эксплуатируемых там объектов, оставляет желать лучшего.

Правительство Ирака должно разработать свой собственный кодекс для обеспечения минимальных требований к безопасности и экономике зданий, с учетом особенности местоположения и географических особенностей страны.

Стоит отметить, что основной процент всех несчастных случаев вызван именно нарушениями при организации строительства.

В связи с тем, что в современном мире крупные мегаполисы предпочитают строить небоскребы не только по причине отсутствия земли, но и как символ богатства, могущества и величия, необходимо уделять должное внимание безопасности при строительстве и эксплуатации подобных высотных зданий. Мы видим,

что для повышения уровня безопасности на строительных объектах важно урегулировать ответственность должностных лиц и рабочих. Безопасность эксплуатируемых объектов зависит, в первую очередь, от правильной организации их функционирования и грамотного проектирования помещений и взаимосвязанных систем.

Принципы строительства и безопасности в небоскребах активно развиваются и изменяются, актуализируются на каждый новый момент времени. Поэтому так необходимо изучение новых технологий и внедрение инноваций различного рода, которые будут отвечать всем популярным запросам и веяниям времени, совмещая в себе необходимый уровень безопасности высотных зданий, их рациональность и инновационность.

Отсутствие мер безопасности приводит к несчастным случаям, которые, в свою очередь, ведут к гибели людей, травмам, финансовым потерям, задержке сроков завершения проекта и т. д.

Ввиду того, что в Ираке нет национального кодекса, инженерные проекты зависят от АСІ и британских кодексов и стандартов. Очень важно разработать иракский кодекс строительства, поскольку он улучшит качество и безопасность проектирования и возведения зданий, а также их экономическую ценность.

## Литература

1. «Что такое технология BIM? Ее применение в строительстве» – [Электронный ресурс] / (<http://fb.ru/article/324833/что-такое-tehnologiya-bim-ee-primenenie-v-stroitelstve>) Дата обращения – 20.11.2019.
2. *Hussein M. Hamada, Ahmad Haron, Zahrizan Zakiria, and Ali M. Humada* – Factor Affecting of BIM Technique in the Construction Firms in Iraq / 2017.
3. АСІ 318/318R-02 «Building Code and Commentary».
4. Справочник строителя. Справочник / Г. М. Бадьин, В. В. Стебаков. – М.: Издательство АСВ, 2003.
5. *James K. Wight, Basile G. Rabbat* – Building Code Requirements For Structural Concrete (ACI-318-05) and Comentary (ACI 318R-05) – 2004.
6. *Хошняв Ю. Б.* Самоуплотняющийся бетон. // Молодой ученый. – 2018, № 3. – С. 51-55.
7. *Хошняв Ю. Б., Волкова Л. В.* Безопасность общественных зданий при землетрясениях в условиях города Эрбиля (Республика Ирак) // – Сборник статей магистрантов и аспирантов Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета, Серия «Строительство». – 2018 – С. 89-93.



УДК 693.547

*Анна Алексеевна Царенко,*  
ассистент, аспирант  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный  
университет)  
*Annatsarenko1@yandex.ru*

*Anna Alekseevna Tsarenko,*  
teaching assistant, post-graduate student  
(Saint-Petersburg  
State University of Architecture  
and Civil Engineering)  
*Annatsarenko1@yandex.ru*

## **ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ВЫБОР СПОСОБА ЗИМНЕГО БЕТОНИРОВАНИЯ БУРОНАБИВНЫХ СВАЙ**

### **FACTORS INFLUENCING THE CHOICE OF WINTER CONCRETING METHOD FOR BORED PILES**

В статье выявлено увеличение объемов строительства из бетона и железобетона, в том числе и в зимних условиях. Выявлена проблема устройства буронабивных свай в промёрзшем грунте, основанная на сложности набора прочности бетона в верхней части монолитной конструкции. Рассмотрены различные способы зимнего бетонирования. Выявлены технологические факторы предварительного разогрева бетонной смеси и применения способа термоса, которые позволяют улучшить экономическую сторону производства работ и увеличить темпы бетонирования в зимних условиях. Определены основные факторы, влияющие на выбор способа бетонирования буронабивных свай в зимних условиях. Сформулированы выводы исследований в области рассматриваемого вопроса.

*Ключевые слова:* бетонная смесь, зимнее бетонирование, мерзлый грунт, предварительный разогрев, буронабивные сваи, факторы.

The article describes an increase in the volume of construction of concrete and reinforced concrete, including in winter conditions. The problem of the device of bored piles in the frozen ground, based on the complexity of the set of concrete strength in the upper part of the monolithic structure. Various methods of winter concreting are considered. Other technological factors based on the preliminary heating of the concrete mix to higher values and the use of the thermos method, which allow to reduce the economic side of the production work and increase the rate of concreting in winter conditions, are proposed. The main factors influencing the choice of the method of concreting bored piles in

winter conditions are determined. Conclusions of researches in the field of the considered question are formulated.

*Keywords:* concrete, winter concreting, frozen ground, the preheating, bored piles, factors.

В настоящий момент по причине принятия правительственных решений основным направлением является увеличение объемов жилой площади за короткий период времени, в связи с этим отмечен значительный рост объемов строительства из монолитного бетона и железобетона. Обеспечение бесперебойного производства работ ведет к необходимости выполнения бетонных работ и в зимнее время. В том числе возникает необходимость устройства основания зданий при отрицательной температуре окружающего воздуха и в сезонномёрзлом грунте.

Контакт температурных полей бетона буронабивной сваи и сезонномёрзлого грунта происходит на границе раздела промерзшей зоны грунта и бетона с внесенным теплом при изготовлении. Первоначально бетонная смесь отдает свое тепло, полученное при приготовлении, а также от экзотермического тепла, выделяемого при твердении бетона. При этом промерзший грунт прогревается на несколько градусов. Но после недлительного промежутка времени бетон остывает и уже промерзший грунт начинает охлаждать бетонную смесь, приостанавливая твердение и набор прочности бетона [1, 2].

При замораживании только что уложенного бетона на поверхности стальной арматуры и зерен заполнителя образуется ледяная корка, нарастающая за счет поступающей воды из внутренних зон бетона с более высокой температурой. Каждая ледяная корка постепенно прирашивает толщину стенок и отодвигает цементное тесто от контактной поверхности заполнителя и арматуры, что снижает прочностные характеристики бетона в целом и негативно влияет на его долговечность. В данном случае необходимо предусмотреть организационно-технологические операции, которые исключат замерзание бетонной смеси до набора, как минимум, критической прочности, а также следует предусмотреть ритмичное выполнение работ при сокращении трудоемкости и расходов материалов [3].

На сегодняшний день в современном строительном производстве существует значительно количество способов бетонирования монолитных конструкций в зимних условиях. Среди способов ускорения твердения бетона при отрицательных температурах стоит отметить, что наиболее часто применяют прогревные методы, требующие значительных затрат трудовых и материальных ресурсов, и способы выдерживания бетона при отрицательных температурах за счет тепловыделения от гидратации цементного клинкера, в данном случае подразумевается способ термоса, и применение противоморозных добавок.

При рассмотрении технологии устройства буронабивных свай различного сечения было определено, что в сваях меньшего сечения, а именно меньше 550 мм, невозможно расположить требуемую длину стальной изолированной проволоки, а также невозможно расположить электроды для прогрева бетонной смеси, соблюдая при этом минимальное расстояние между нагревателем и арматурным каркасом. Учитывая данные обстоятельства рассмотрен предварительный разогрев бетонной смеси на строительной площадке и выдерживание бетона способом термоса [4].

Бетонирование по методу «горячего термоса». Базируется на быстром прогреве бетона до 60-80°C и уплотнении смеси в конструкции. Далее бетонная смесь выдерживается по «термосной» технологии, либо выполняется ее дополнительный подогрев в течение срока набора критической прочности.

Анализ опыта применения данного способа зимнего бетонирования на практике, а также изучение научных трудов, посвящённых данному способу, показало, что даже при наличии фундаментальных исследований существуют нерешенные вопросы, а также существует возможность дальнейшего совершенствования и расширения границ применения способа термоса при возведении монолитных конструкций в зимних условиях.

При устройстве буронабивных свай в зимних условиях с соблюдением таких технологических факторов, как предварительный разогрев бетонной смеси до более высоких температур (свыше 40°C) и выдерживание бетона способом термоса, может значительно сократить экономическую сторону производства работ и увеличить темпы строительства при отрицательных температурах окружающей среды [5].

На основании изученной нормативной литературы, а также научных трудов ученых, занимающихся данным вопросом, отмече-

но, что выбор способа производства бетонных работ в зимних условиях зависит от ряда факторов, а именно от: модуля поверхности конструкции и объема бетона, объемно-планировочного решения здания, характера армирования и температуры наружного воздуха, вида опалубки и наличия утеплителя, но также необходимо уделить значительное внимание на такие показатели, как трудозатраты, сроки производства работ, затраты на оборудование и материалы.

Выполнив экспертный опрос специалистов в области производства бетонных работ в зимних условиях удалось выделить несколько основных факторов, влияющих на выбор способа зимнего бетонирования буронабивных свай. Каждому фактору присвоено одно из трех значений: нижнее значение («-1»), основное («0») и верхнее значение («+1»).

Факторы, влияющие на выбор способа зимнего бетонирования буронабивных свай:

1. *Трудоемкость выполнения работ.*

Данный фактор характеризуется количеством затраченного времени на выполнения бетонных работ в зимних условиях, а также количеством затрат труда.

Уровни варьирования:

– «нижнее значение» – будет присвоено, если на выполнение бетонных работ в зимнее время требуется значительное количество времени (бетонирование буронабивных свай диаметром менее 550 мм более 72 часов), а также весомые показатели трудозатрат (дополнительные затраты труда свыше 5 чел-ч на 1 м<sup>3</sup> бетонной смеси);

– «основное значение» – будет присвоено, если на выполнение бетонных работ в зимнее время требуется незначительное количество времени (бетонирование буронабивных свай диаметром менее 550 мм в течение 48 часов), а также незначительные показатели трудозатрат (дополнительные затраты труда менее 5 чел-ч на 1 м<sup>3</sup> бетонной смеси);

– «верхнее значение» – будет присвоено, если на выполнение бетонных работ в зимнее время требуется незначительное количество времени (бетонирование буронабивных свай диаметром менее 550 мм менее 48 часов), а также незначительные показатели трудозатрат (дополнительные затраты труда менее 3 чел-ч на 1 м<sup>3</sup> бетонной смеси).

## *2. Материалоемкость.*

Данный фактор характеризуется количеством требуемого материала для обеспечения выполнения бетонных работ буронабивных свай в зимних условиях.

Уровни варьирования:

– «нижнее значение» – будет присвоено, если для выполнения бетонных работ в зимнее время требуется значительное количество дополнительного оборудования и оснастки (более 7);

– «основное значение» – будет присвоено, если для выполнения бетонных работ в зимнее время требуется незначительное количество дополнительного оборудования и оснастки (не более 5);

– «верхнее значение» – будет присвоено, если для выполнения бетонных работ в зимнее время требуется незначительное количество дополнительного оборудования и оснастки (не более 3).

## *3. Стоимость выполнения работ.*

Данный фактор характеризуется суммой требуемых дополнительных материальных вложений для обеспечения бесперебойного выполнения бетонных работ буронабивных свай в зимних условиях.

Уровни варьирования:

– «нижнее значение» – будет присвоено, если для выполнения бетонных работ в зимнее время требуются значительные дополнительные материальные затраты (более 70 руб на 1 м<sup>3</sup>);

– «основное значение» – будет присвоено, если для выполнения бетонных работ в зимнее время требуются незначительные дополнительные материальные затраты (менее 70 руб на 1 м<sup>3</sup>);

– «верхнее значение» – будет присвоено, если для выполнения бетонных работ в зимнее время требуются незначительные дополнительные материальные затраты (менее 50 руб на 1 м<sup>3</sup>).

## *4. Возможность применения в стесненных условиях.*

Данный фактор определяет возможность применения способа зимнего бетонирования буронабивных свай в стесненных городских условиях.

Уровни варьирования:

– «нижнее значение» – будет присвоено, если бетонирование буронабивных свай при отрицательной температуре окружающего воздуха в стесненных условиях невозможно;

– «основное значение» – будет присвоено, если бетонирование буронабивных свай при отрицательной температуре окружающего воздуха в стесненных условиях возможно, но с дополнительными условиями;

– «верхнее значение» – будет присвоено, если бетонирование буронабивных свай при отрицательной температуре окружающего воздуха в стесненных условиях возможно.

*5. Возможность применения при низких температурах окружающего воздуха.*

Данный фактор определяет возможность применения способа зимнего бетонирования буронабивных свай при температуре окружающего воздуха ниже 20°C.

Уровни варьирования:

– «нижнее значение» – будет присвоено, если бетонирование буронабивных свай при температуре окружающего воздуха ниже 20°C невозможно;

– «основное значение» – будет присвоено, если бетонирование буронабивных свай при температуре окружающего воздуха ниже 20°C возможно, но с дополнительными условиями (сочетание способов);

– «верхнее значение» – будет присвоено, если бетонирование буронабивных свай при температуре окружающего воздуха ниже 20°C возможно.

*6. Возможность применения для маломассивных конструкций ( $M_n$  менее 3,5 м<sup>1</sup>).*

Данный фактор определяет возможность применения способа зимнего бетонирования буронабивных свай с диаметром менее 550 мм.

Уровни варьирования:

– «нижнее значение» – будет присвоено, если бетонирование буронабивных свай с модулем поверхности менее 3,5 м<sup>1</sup> невозможно;

– «основное значение» – будет присвоено, если бетонирование буронабивных свай с модулем поверхности менее 3,5 м<sup>1</sup> возможно, но с дополнительными условиями (сочетание способов);

– «верхнее значение» – будет присвоено, если бетонирование буронабивных свай с модулем поверхности менее 3,5 м<sup>1</sup> возможно.

Полученные факторы на основании опроса экспертов и специалистов в области производства бетонных работ при отрицательной температуре окружающего воздуха, с вариативными значениями, позволят сформировать математическую модель для выбора способа зимнего бетонирования буронабивных свай.

В заключении хотелось бы отметить, что вышеизложенное позволило сформулировать следующие задачи:

- изучение характера и установление зависимости влияния термообработки и выдерживания способом термоса бетонной смеси на кинетику нарастания и конечную прочность бетона;
- выявление экономического эффекта от нагрева бетонной смеси до более высоких температур (свыше 40 °С) и выдерживания способом термоса бетонных смесей;
- формирование математической модели для выбора способа зимнего бетонирования буронабивных свай, в зависимости от полученных экспертным опросом факторов.

## Литература

1. *Микульский В. Г.* Строительные материалы / В. Г. Микульский. – АСВ, 2004. – 536 с.
2. *Баженов Ю. М.* Технология бетона / Ю. М. Баженов – М.: АСВ, 2003. – 500 с.
3. Frozen ground engineering. Orlando B. Branko Ladanyi, FSCE Zhu Bofang. Temperature Control of Concrete Dam in Region // Thermal Stresses and Temperature Control of Mass Concrete/ 2014 / Pp. 431– 438.
4. *Царенко А. А., Колчеданцев Л. М.* Расширение границ применимости способа термоса // Организация строительного производства: материалы Всероссийской научной конференции. СПб.:2018. С. 70-73
5. *Царенко А. А.* Сочетание предварительно разогретой бетонной смеси повышенной температуры со способом термоса при устройстве буронабивных свай в зимнее время // Петербургская школа поточной организации строительства: I Всероссийская научно-практическая конференция. СПб.:2019. С. 47–51.

УДК 69.05

*Алексей Юрьевич Юргайтис,*  
аспирант  
(Национальный исследовательский  
Московский государственный  
строительный университет)  
*E-mail: aljurgaitis@gmail.com*

*Alexey Yurgaytis,*  
post-graduate student  
(National Research Moscow  
State University  
of Civil Engineering)  
*E-mail: aljurgaitis@gmail.com*

## **МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПЛАНОВ РАБОТ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

### **MATHEMATICAL METHODS AND MODELS FOR OPTIMIZATION OF PLANS OF WORKS IN PRODUCTION PROGRAM OF CONSTRUCTION ORGANIZATIONS**

В настоящей статье автором приводятся основные сведения о направлениях внедрения некоторых популярных математических методов в алгоритмы решения инженерной задачи формирования планов работ при разработке производственной программы строительной организации. Необходимость использования подобных математических методов диктуется в первую очередь многогранностью и комплексностью процессов оптимизации и гармонизации планов работ в условиях современной рыночной экономики, когда планы работ производственной программы и календарное планирование в целом должны своевременно реагировать на флуктуации строительной системы с ее набором дестабилизирующих факторов, в том числе – в отсутствие четкой системы текущего, оперативного и стратегического планирования, организационной структуры управления организации и стихийного добавления объемов работ в течение отчетного года, на который формируется такая программа.

*Ключевые слова:* оптимизация производственной программы, производственная программа, календарное планирование, трудовой ресурс, комбинаторика, дискретная математика, генетические алгоритмы.

In this article, the author provides basic information about the directions of introducing some popular mathematical methods into algorithms for solving



the engineering problem of forming work plans when developing a production program for a construction organization. The need to use such mathematical methods is dictated primarily by the multifaceted and complex processes of optimization and harmonization of work plans in the conditions of a modern market economy, when the work plans of the production program and scheduling as a whole must timely respond to fluctuations in the building system with its set of destabilizing factors, including - in the absence of a clear system of current, operational and strategic planning, the organizational structure of management organization and spontaneous addition of volumes of work during the reporting year for which such a program is being formed.

*Keywords:* production program optimization, production program, scheduling, labor, combinatorics, discrete mathematics, genetic algorithms.

Для реализации возможности оперативного и текущего управления комплексными процессами, такие как инвестиционно-строительные проекты, проекты военно-промышленного комплекса, во второй половине 1950-х годов в Соединенных Штатах Америки разрабатываются первые алгоритмы СПУ (сетового планирования и управления), основанные на моделях дискретной математики (рис. 1, табл. 1).

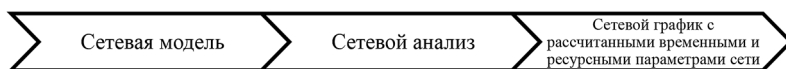


Рис. 1. Сетевое планирование (сетевой анализ) как прикладной инструмент управления комплексными проектами. Направление преобразования (расчета) сетевой модели в соответствии с действующей теорией

Таблица 1

### Группы методов сетевого планирования

№ п/п	Группы методов сетевого планирования	Примеры методов
1	Детерминированные	Метод критического пути
2	Вероятностные	Метод Монте-Карло, PERT – оценка и пересмотр планов
3	Альтернативные	GERT – графическая оценка и анализ

Сама по себе сетевая модель, как видно из табл. 2, является дискретной математической структурой (объектом) – графом, к моделированию и расчету которого очевидно применимы соответствующие математические правила, подходы и алгоритмы. В данном случае при исследовании таких математических операций логично обратиться к разделам дискретной математики (табл. 2, рис. 2, 3) и выявить схожие по своей постановке задачи, которые можно адаптировать и применять при решении инженерных задач строительного комплекса.

Таблица 2

**Принципиальное сравнение графического моделирования сети и графа**

Фрагмент сетевой модели	Элементарная структура графов

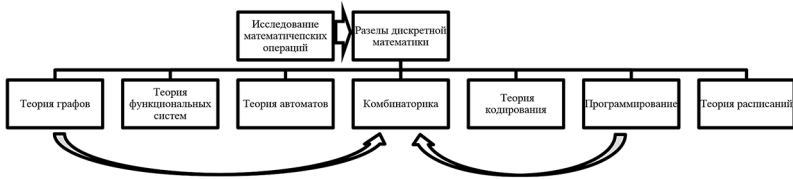


Рис. 2. Направления исследований дискретной математики (взаимовлияние различных разделов: например, теория графом активно применяется для моделирования и решения частных задач комбинаторики)

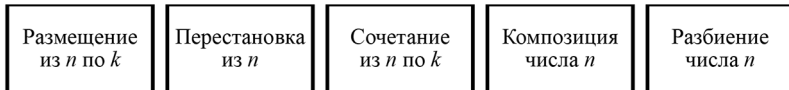


Рис. 3. Комбинаторные типовые задачи (конфигурации)

## Некоторые известные частные задачи комбинаторной оптимизации

№ п/п	Известная частная задача комбинаторного анализа	Оригинальное название	Логическая постановка и общие сведения	Решена
1	Задача о семи кёнигсбергских мостах	(лат.) Problema Regiomontaniū de septem pontibus	Как можно пройти по всем семи мостам Кёнигсберга, не проходя ни по одному из них дважды?	1736 г. Леонард Эйлер (с использованием Эйлеровых циклов)
2	Задача коммивояжёра	(англ.) Travelling salesman problem	Поиск самого выгодного маршрута, проходящего через указанные точки хотя бы по одному разу с последующим возвратом в исходную точку с учётом критерия оптимальности (стоимости, времени движения и т.д.)	1954 г. Впервые решена в качестве задачи дискретной оптимизации Джорджем Данцигом с коллетгами
3	Линейное программирование; Динамическое программирование; Целочисленное программирование	(англ.) Linear programming	Задача нахождения минимума линейной целевой функции (линейной формы) вида $f(x) = \sum_{j=1}^n c_j x_j = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n$ с заданными функциями - ограничениями	1949 г. Джордж Данциг (с использованием симплекс-метода)
4	Задача о ходе коня	(англ.) Horse progress task	Задача о нахождении маршрута шахматного коня, проходящего через все поля доски по одному разу	1766 г. Леонард Эйлер
5	Задача о рюкзаке (или задача о ранце)	(англ.) Knapsack problem	Уложить как можно больше число ценных вещей в рюкзак при условии, что вместимость рюкзака ограничена	1900-е годы Тобиас Данциг

Для решения подобных задач комбинаторной оптимизации (см. табл. 2) в том числе могут быть применены эволюционные алгоритмы, разработанные в США в качестве ветви развития искусственного интеллекта в 1957 году. Принятие управленческих решений и выработка оптимального значения функции при разрешении подобных задач был основан на анализе функционирования биологических систем, которые в процессе эволюции эвристическим путем добиваются оптимизации различных процессов жизнедеятельности. В качестве примеров перспективного развития подобных алгоритмов появляется ряд частных постановок, инспирированных изучением роевого поведения некоторых видов насекомых (муравьев и ос) [1–5]. Таким образом многие комбинаторные задачи, решаемые в первую очередь перебором, получили мощный математический инструмент обработки большого количества комбинаций элементов систем. Если обратиться к практике внедрения подобных методов при решении задач календарного планирования и ресурсного обеспечения, с которыми регулярно сталкиваются специалисты в области организации строительства как на стадии текущего планирования при формировании годовой (двухлетней) производственной программы строительной организации, так и на стадии оперативного управления строительным производством при составлении недельно-суточных планов, организационно-технологическом проектировании, планов диспетчеризации и т. д., – получим достаточно перспективный подход, наложенный на актуальные инженерные задачи строительной отрасли. Так, классическая задача распределения трудовых ресурсов (рис. 4), особо остро возникающая при рассмотрении именно **ряда объектов, объединенных в некоторую программу (портфель)** (рис. 5) может быть решена с использованием приведенных генетических алгоритмов.

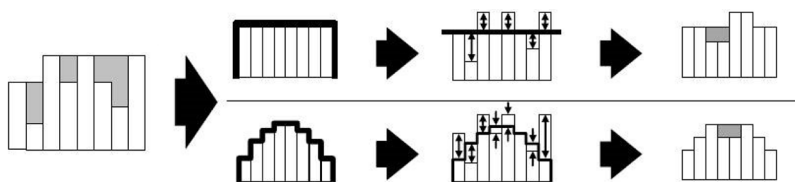


Рис. 4. Стандартная проблематика распределения ресурсов по неэффективным формам эпюр потребности

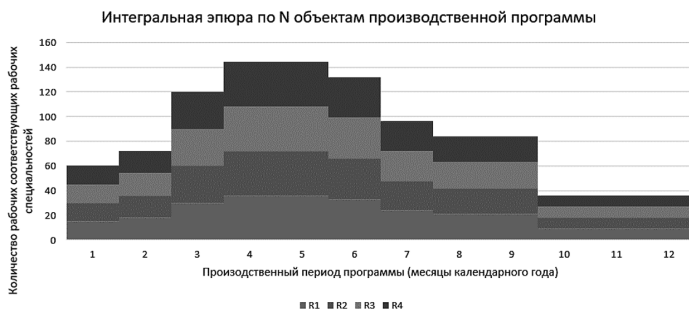


Рис. 5. Типовая суммарная эпюра распределения трудового ресурсного поля по объектам производственной программы строительной организации

Данный подход позволяет при соответствующей проработке математической постановки и учета необходимых ограничений автоматизировать процедуру поиска оптимального распределения трудового ресурса по объектам производственной программы строительной организации для формирования рациональных планов работ, при которых будет обеспечен постоянный режим пользования ресурса (постоянная загрузка) исходной мощности (плановой численности ресурса, обеспечивающего выпуск прогнозируемого количества готовой строительной продукции в отчетный период).

## Литература

1. МакКоннелл Дж. Основы современных алгоритмов. – М.: Техносфера, 2004. – 368 с.
2. Ю. А. Кочетов, А. А. Столяр, Новые жадные эвристики для задачи календарного планирования с ограниченными ресурсами, Дискретн. анализ и исслед. опер., 2005, том 12, номер 1, 12–36
3. Секаев В. Г. Использование алгоритмов комбинирования эвристик при построении оптимальных расписаний // Информационные технологии. – 2009. – № 10. – С. 61–64.
4. Dorigo M. The Ant Colony Optimization Metaheuristic: Algorithms, Applications and Advances / M. Dorigo, T. Stutzle // Handbook of Metaheuristics. – 2003.
5. Dorigo M., Maniezzo V., Colomi A. The Ant System: Optimization by a colony of cooperating agents. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics – Part B. – 1996. – V. 26. – № 1. – P. 1–13.
6. Штовба С. Д. Муравьиные алгоритмы // Exponenta Pro. Математика в приложениях, 2003. – № 4. – С. 70–75.

УДК 69.003.12

*Дарья Александровна Андреева,*  
студент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: darya-a@mail.ru*

*Darya Aleksandrovna Andreeva,*  
undergraduate student  
(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: darya-a@mail.ru*

## **ТЕХНИКИ СОСТАВЛЕНИЯ СМЕТНЫХ РАСЧЕТОВ В ЦЕЛЯХ СИНХРОНИЗАЦИИ С КАЛЕНДАРНЫМ ПЛАНОМ**

### **TECHNIQUES FOR DRAWING ESTIMATES FOR THE SYNCHRONIZATION PURPOSES WITH THE CALENDAR PLAN**

В приведенной ниже статье рассматривается основная проблема взаимосвязи сметных расчетов и календарного планирования в системе строительного бюджетирования, а также путь их возможного решения с минимизацией погрешностей при передаче данных, а также сокращением продолжительности выполнения данных работ. Указано программное обеспечение, позволяющее интегрировать данные. Перечислены требования к порядку составления сметной документации для увязки с календарно-сетевыми графиками, а также основные требования к специалистам строительных организаций, выполняющим обмен данными между автоматизированными программными комплексами.

*Ключевые слова:* смета, календарно-сетевой график, интеграция, строительное бюджетирование.

The following article discusses the main problem of the relationship between estimated estimates and scheduling in the construction budgeting system, as well as the way to solve them with minimizing errors in data transfer, as well as reducing the duration of these works. Specified software that allows you to integrate data. Listed are the requirements for the procedure for drawing up budget documentation for linking with calendar and network schedules, as well as the basic requirements for specialists of construction organizations that perform data exchange between automated software systems.

*Keywords:* estimate, work breakdown structure, integration, construction budgeting.

На сегодняшний день сфера строительного производства является очень важной и неотъемлемой частью экономики нашей страны, основной задачей которой являются строительство новых различных гражданских, промышленных и социально-значимых объектов, реконструкция и капитальный ремонт существующих зданий и сооружений. По объему выполняемой продукции на строительную отрасль приходится до 10 % от экономики страны в целом.

С каждым годом развитие строительной отрасли значительно увеличивается, что приводит к необходимости подстраиваться под темпы развития всем участникам инвестиционного процесса на каждом уровне управления. Высокая степень динамичности приводит к постоянным изменениям условий производства работ во времени, что не может не сказаться на необходимом повышении качества выпускаемой технической документации. Но невозможно повысить качество строительной документации без внедрения новых технологий ее составления. Одной из важной составляющей проектной документации являются сметные расчеты. На основе сметных расчетов определяется не только стоимость реализации проекта, но и организуется контроль и анализ расхода денежных средств. Проектно-сметная документация используется организациями для решения задач материально-технического снабжения, календарного планирования и оперативного управления [1]. Взаимосвязь на каждом уровне планирования календарных расчетов и сметного нормирования представлена на рис. 1.

В календарном плане строительства объекта определяются сроки выполнения всех строительных и монтажных работ и общая продолжительность строительства объекта, а также рассчитывается потребность в людских и материально-технических ресурсах, устанавливаются конкретные календарные даты обеспечения строительства этими ресурсами. На первом этапе отображаются основные, согласованные с заказчиком сроки, этапы и содержание проекта [2]. Выполнение этого графика чаще всего контролирует руководитель предприятия. В основе количественных показателей этого графика является смета, составленная по сметным нормам объектов – аналогов. Второй этап детализации – это составление сметной документации по каждому объекту проекта (объектные

сметы). На данном этапе возможен анализ затрат и корректировка планов. Однако именно подробные календарно-сетевые графики проектов связаны с локальными сметными расчетами, при интеграции которых возникает наибольшее количество проблем увязки одного с другим.

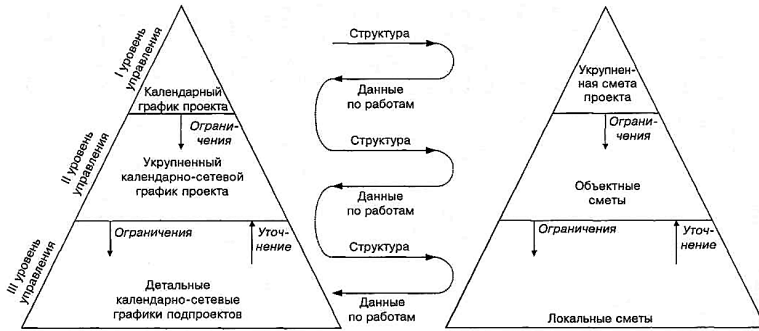


Рис. 1. Взаимосвязь календарно-сетевого планирования и разработки сметной документации

На стадии проектирования необходима довольно точная увязка сметной документации и календарных планов. Календарный график содержит перечень всех производимых на объекте работ с привязкой к временным показателям, а стоимостные показатели выполнения этих работ должны отображать локальные сметные расчеты. Точное составление сметных расчетов в соответствии с календарным графиком помогает правильно решать логистические вопросы о поставке и количестве необходимых ресурсов для непрерывного производства работ на объекте.

Таким образом, интеграция процессов календарного планирования и разработки сметной документации является одним из важнейших этапов создания комплексной информационной системы управления проектами в строительстве.

Рассмотрев стандартную схему составления сметной документации, можно прийти к выводу, что обычно в локальных сметных расчетах ведется учет объемов строительных работ по их виду, при этом объединяя их количественные показатели по всему объекту,



не зависимо от времени и места их проведения. Такая одна позиция локального сметного расчета крайне неинформативна для производителя работ, а также отдела закупок и поставки строительных материалов. Кроме того, человеческие ресурсы и потребность в машинах и механизмах так же невозможно учесть без деления расценки на позиции календарного графика производства работ. Все эти данные необходимы для правильного и эффективного составления инвестиционных затрат по объекту. С другой стороны, существуют виды работ, которые в смете отображаются как комплекс расценок, что так же не удобно для анализа и контроля.

Основной показатель для определения стоимости строительства это объем выполняемых работ на объекте. На анализ и компоновку этих показателей у специалистов сметного отдела уходит больше всего временных затрат, однако это не дает практически никакой информации для возможности управления проектом при работе с календарными планами. Следовательно, для передачи сметно-нормативной документации в дальнейшую работу необходимо привести в соответствие детализацию сметной документации по отношению к календарному планированию. Именно несоответствие уровней детализации приводит к значительному увеличению дополнительных временных затрат на обработку данных для возможности их использования при управлении проектом.

Интеграция подробных календарно-сетевых графиков и сметных расчетов позволяют руководителям проектов или отдельных самостоятельных разделов, контролировать выполнение технологических требований, соблюдать график производства работ и поставки оборудования. Именно на этом уровне управления взаимосвязанная информация календарного планирования и стоимостные показатели производства работ необходимы для контроля финансирования, отчетности и при необходимости корректировки целей управления. Вовремя проанализированные аналитические данные о ходе выполнения работ и затраченных средств на их выполнение позволяют внести изменения на каждом этапе управления проектом.

На сегодняшнем этапе развития информационных технологий большая часть работ по составлению смет и календарно-сетевому планированию выполняется с использованием специали-

зорованного программного обеспечения. Следовательно, задачей разработчиков данного программного обеспечения является предоставление возможности интегрировать данные между программами и пользователями.

Последние несколько лет активно применяется программный комплекс «1С: Предприятие 8. Комплект интегрированных решений для строительства». В состав комплекса программных средств входят различные конфигурации, предназначенные для эффективного управления строительной организацией. Использование системы интегрированных решений поддерживает автоматический обмен данными, а также между конфигурациями, при этом имея возможность внесения изменений на каждом этапе учета бюджетирования проекта (рис. 2).



Рис. 2. Система интегрированных решений программного продукта 1С: Предприятие 8

В динамично развивающейся строительной отрасли в условиях максимальной автоматизации процессов проектирования не целесообразно проводить дополнительный анализ и корректировку сметной документации для интеграции с календарными планами. Современная система управления проектами предусматривает возможность взаимосвязи всех отдельных разделов технической документации без дополнительной обработки.

Вследствие повышения степени использования программного обеспечения появляется необходимость в более квалифицированных кадрах, умеющих работать с новыми технологичными продуктами. На стадии создания локальных сметных расчетов предусматривается контроль корректности и полноты вводимых данных.

Для создания локального сметного расчета с возможностью увязки с календарно-сетевым графиком помимо правильного интегрирования систем, необходимо провести следующие подготовительные работы, связанные с грамотным определением строительных объемов:

1. Разделить исходные данные в соответствии с видами работ по календарно-сетевому графику, а также делением на фронты.
2. Скомпоновать работы по разделам.
3. Объединить полученные объемы.
4. В случае необходимости включения нескольких расценок для отображения одного вида работ по календарно-сетевому графику вынести их в отдельный подраздел.
5. Проверить соответствие учтенных материальных ресурсов и оборудования в сметно-нормативной базе и спецификациях проектной документации. При выявлении несоответствия, учесть основываясь на данные проектно-технической документации.
6. Правильно и грамотно присвоить названия каждого раздела для упрощения синхронизации сметной документации и календарно-сетевых графиков.

Таким образом, заслуживает особого внимания корректное составление сметной документации поскольку это представляет собой важную составляющую системы управления бюджетированием строительной организацией.

## Литература

1. Мазур И. И., Шапиро В. Д., Ольдерогге Н. Г. М12 Управление проектами: Учебное пособие / Под общ. ред. И. И. Мазура. – 2-е изд. – М.: Омега-Л, 2004. – 664 с.
2. СТО НОСТРОЙ 2.33.51-2011 «Организация строительного производства. Подготовка и производство строительных и монтажных работ».
3. Бовтеев С. В. Управление инвестиционно-строительными проектами: учебное пособие. СПб.: Изд-во Политехнического ун-та, 2013. 197 с.
4. МДС 12-46.2008 «Методические рекомендации по разработке и оформлению проекта организации строительства, проекта организации работ по сносу (демонтажу), проекта производства работ»

УДК 624.05: 658.5

*Надежда Александровна Бутина,*  
студент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный  
университет)  
*E-mail: butina\_nadya@mail.ru*

*Nadeghda Aleksandrovna Butina,*  
student  
(Saint-Petersburg  
State University of Architecture  
and Civil Engineering)  
*E-mail: butina\_nadya@mail.ru*

## **КОНТРОЛЬ, КООРДИНИРОВАНИЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ГАЗОДОБЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА В УСЛОВИЯХ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ**

### **CONTROL, COORDINATION AND INFORMATION INTERACTION DURING THE CONSTRUCTION OF A GAS PRODUCTION COMPLEX IN PERMAFROST CONDITIONS**

Развитие строительства нефтегазового комплекса в экономическом и хозяйственном развитии России было и остается чрезвычайно важным и имеет ключевое значение для возрождения экономической мощи страны. В условиях севера и вечномерзлых грунтов следует учитывать, что продолжительность зимнего периода 200–305 суток, с низкими отрицательными температурами, сильными ветрами и снегопадом. Поэтому для ускорения сроков производства работ важно максимально задействовать подрядные организации и минимизировать ограничение производства работ в зимнее время. При такой схеме работ и сосредоточение на одном участке производства нескольких, разных по своим направлениям подрядных организации, могут возникнуть опасные зоны. В настоящее время достаточно хорошо разработанный и легко применяющийся состав мероприятий по контролю, координированию и информационному взаимодействию при строительстве данных объектов, является проблематичным аспектом организации строительства.

Для бесперебойной работы, отлаженной системы взаимного функционирования рекомендуется использовать систему наряд-допусков. В данной статье рассмотрена возможность применение системы наряд-допусков, даны им определения, выделены их основы и принципы, а так же определены задачи, которые возможно решить с помощью данной системы.

*Ключевые слова:* нефтегазовый комплекс, сроки производства работ, вечная мерзлота, наряд-допуск.

The development of the construction of oil and gas complex in the economic development of Russia has been and remains extremely important and is key to the revival of economic power of the country. In the conditions of the North and permafrost soils, it should be taken into account that the duration of the winter period is 200-305 days, with low negative temperatures, strong winds and snowfall. Therefore, to speed up the timing of work, it is important to maximize the use of contractors and minimize the limitation of work in the winter. At such scheme of works and concentration on one site of production of several, different in the directions of the Contracting organizations, there can be dangerous zones. Currently, a fairly well-developed and easily applied composition of measures for control, coordination and information interaction in the construction of these facilities is a problematic aspect of the construction organization.

For smooth operation, debugged system of mutual functioning, it is recommended to use the system of tolerance limits. In this article the possibility of application of the system of tolerance tests is considered, their definitions are given, their bases and principles are highlighted, as well as the tasks that can be solved with the help of this system are defined.

*Keywords:* oil and gas complex, terms of works, permafrost, access control.

Система нарядов-допусков (НД) – это формальный процесс, применяемый для организации и контроля процесса производства работ, классифицированных как потенциально опасные. Она также представляет собой средство информационного взаимодействия между руководителями участков/строительно-монтажных работ, линейным и эксплуатационно-производственный персонал завода и лиц/бригад, выполняющих опасные работы [1]. Интегрированная система нарядов-допусков (ИСНД) – это нечто большее, чем система выдачи нарядов-допусков. Это комплексная система, состоящая из нескольких модулей и предлагающая расширенный набор возможностей в сравнении с системой контроля НД (рис. 1).

Целью ИСНД является получение четкого представления о функциях сотрудников, формирующих основу ИСНД. Основные (рис. 2) и второстепенные (рис. 3) функции и обязанности сотрудников приведены ниже.



Рис. 1. Схема составляющих ИСНД

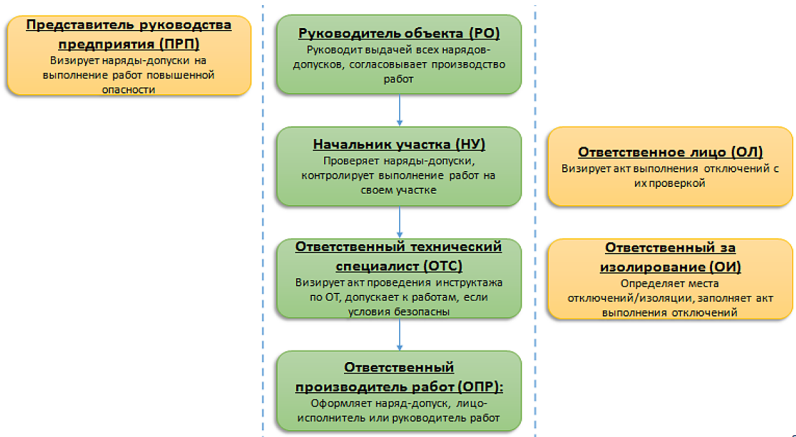


Рис. 2. Основные функции и обязанности сотрудников

В качестве дополнительной защиты меры, которая выполняет-ся в рамках оценки рисков, существует категория необходимости присутствия на месте производства работ. При помощи индикатора категории необходимости присутствия на месте производства работ ОПР может определить и согласовать с НУ периодичность и продолжительность пребывания на месте производства работ. [2] Существует три категории необходимости присутствия. Их описание и присущие элементы определенной категории приведены ниже в табл. 1

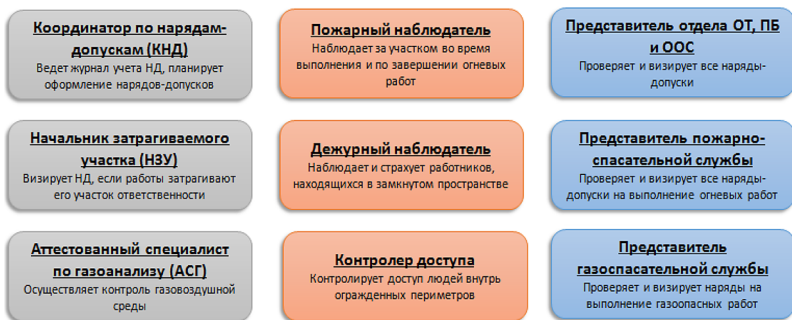


Рис. 3. Второстепенные (вспомогательные) функции сотрудников

Таблица 1

**Элементы категорий необходимости присутствия на месте производства работ**

Категория А	Категория В	Категория С
<p>1. Постоянное присутствие ОПР. 2. При отсутствии ОПР на месте производства работ они должны останавливаться. 3. Если ОПР отвечает за НД категории А, он не может быть держателем любых других НД. Категория А в обязательном порядке присваивается нарядам-допускам на огневые работы на опасных участках и на нарядах-допусках на вход в замкнутое пространство</p>	<p>Те же условия, что и при категории А, но допускается выполнение работ при кратковременном отсутствии ОПР. Один ОПР не может отвечать за выполнение более одного рабочего задания категории В, за исключением случаев, когда другие задания выполняются в непосредственной близости от места выполнения основного и есть возможность контролировать их безопасное производство силами одного ОПР. Типичным примером категории В является наряд-допуск на огневые работы в неопасной зоне с меньшими рисками, где отсутствует строгое требование постоянного присутствия ОПР на месте производства работ</p>	<p>ОПР необходимо провести инструктаж по ОТ, а затем ему требуется лишь периодически посещать место производства работ. Максимальное количество НД категории С у одного ОПР не должно превышать шести (6) и зависит от способности ОПР обеспечивать необходимый контроль выполнения всех рабочих заданий (т.е. каждое место производства работ должно посещаться не менее трех раз за смену). Категория С обычно присваивается менее опасным работам, выполняемым по нарядам-допускам на прочие работы</p>



ИСНД обладает правилами безопасности, которые являются обязательными к соблюдению, а также ограничениями на оформление документации по контролю работ [3].

Жизненный цикл наряд-допуска начинается с его запроса и заканчивается, когда работы завершены (рис. 4) [4]. К оформлению наряда-допуска рекомендуется приступать как минимум за 48 часов до запланированной даты работ, чтобы иметь достаточно времени для его подготовки и согласования. В табл. 2 приведены виды наряд-допусков и актов.

Таблица 2

**Виды наряд-допусков и актов**

Вид наряд-допуска	Вид акта
1. Наряд-допуск на проведение огневых работ	1. Акт изолирования
2. Наряд-допуск на проведение огневых работ	2. Акт на продление работ
3. Наряд-допуск на проведение газоопасных работ	3. Акт проведения инструктажа по ОТ
4. Наряд-допуск на земляные работы	4. Акт проведения газоанализа
5. Наряд-допуск на электротехнические работы	5. Акт оценки рисков 1-го уровня (L1RA)
6. Наряд-допуск на прочие работы	6. Акт оценки рисков 2-го уровня (L2RA)

Таким образом, можно выделить задачи бесперебойной работы, которые возможно решить с помощью системы наряд-допусков.

1. Обеспечивает контроль, координирование и информационное взаимодействие при выполнении работ, не относящихся к штатной эксплуатации.

2. Служит средством передачи лицам, выполняющим потенциально опасные работы, письменных инструкций и полномочий таким образом, чтобы все задействованные стороны понимали.

3. Специфику работ и способов их выполнения.

4. Вероятные факторы риска и меры по их минимизации, которые необходимо принять для выполнения работ.

5. Вероятные факторы риска и меры по их минимизации, которые необходимо принять в отношении окружающих факторов.
6. Порядок действий при чрезвычайных ситуациях.
7. Их собственные обязанности.

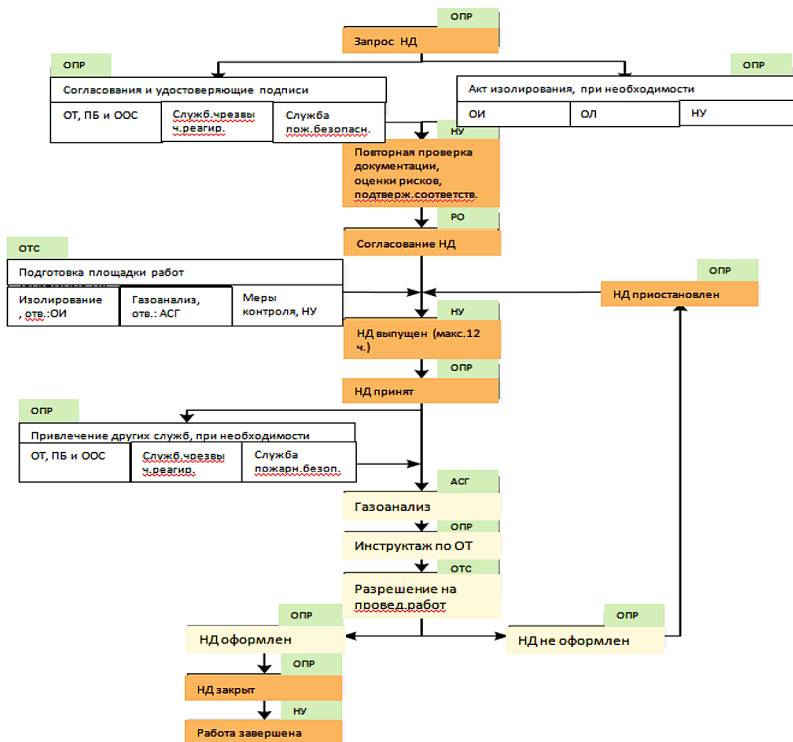


Рис. 4. Жизненный цикл наряд-допуска

## Литература

1. Аферыева Д. А. Производственная безопасность при работе на высоте / Д. А. Аферыева // Проблемы науки. 2017. № 9. С. 25–26.
2. Гарев В. М., Летчфорд А. Н., Орт А. И. Нормативные требования к качеству строительных и монтажных работ. СПб.: Центр качества строительства, 2014. 97 с.

3. *Кузякин П.* Противоречия в требованиях нормативно-правовых документов в области промышленной безопасности / П. Кузякин, Д. Новиков, Ю. Рябинин //Технадзор. 2015. №12. С. 590–591.

4. *Афьерева Д. А.* Требования безопасности во время производства работ с повышенной опасностью на производстве / Д. А. Афьерева // Теория. Практика. Инновации. 2017. № 10 С.36–40.

**УДК 69.05**

*Екатерина Александровна Догадина,*  
студент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: DogadinaEA@kxmps.ru*

*Ekaterina Aleksandrovna Dogadina,*  
student  
(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: DogadinaEA@kxmps.ru*

## **МЕТОДИКА ПЛАНИРОВАНИЯ РАБОТ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ НЕФТЕПРОВОДОВ**

### **WORK PLANNING TECHNIQUE ON OIL PIPELINE CONSTRUCTION**

В предложенной ко вниманию статье рассматриваются методики планирования работ по строительству нефтепроводов на территории Российской Федерации. Нефтегазовая отрасль играет весомую роль в экономике и политике нашей страны и мира в целом. Огромное количество высококвалифицированных специалистов занято в этой области, которые каждый день вносят свой вклад в ее развитие и стабильное снабжение объектов, городов, стран и материков энергоресурсами. Нефтяная компания – это гигантский аппарат по добыче, переработке и поставке нефти потребителям, одной из составляющих этой области является процесс движения энергоресурса по трубопроводному транспорту. Ввиду интенсивной добычи нефтяных продуктов, с каждым годом темпы увеличиваются, а сроки строительства, ремонта и реконструкции снижаются. Строительные компании ставят актуальной проблемой грамотное и оперативное планирование строительства таких объектов.

*Ключевые слова:* строительство, планирование, организация строительства, линейно-протяженные объекты, нефтепровод, нормативно-технический документ.

This article discusses methods of planning work on the construction of oil pipelines in the Russian Federation. The oil and gas industry plays a significant role in the economy and politics of our country and the world as a whole. A huge number of highly qualified specialists are employed in this area, who every day contribute to its development and stable supply of energy, facilities, cities, countries and continents. An oil company is a gigantic apparatus for the extraction, refining and supply of oil to consumers, one of the components of

this area is the process of moving energy through pipelines. Today, intensive production of oil products is underway, the pace is increasing every year, and the terms of construction, repair and reconstruction are decreasing. Construction companies pose a competent problem and efficient planning of the construction of such facilities.

*Keywords:* construction, planning, construction organization, linearly-extended objects, oil pipeline, regulatory and technical document.

Сегодня нефтяная отрасль переживает высокие темпы строительства, реконструкции, ремонта линейных объектов. С приходом больших объемов работ пришли сложности в организации и планировании прокладки нефтепроводов, усложненная сужением сроков строительства, климатическими особенностями и уровнем квалификации рабочих кадров.

Целью данной работы является выявление оптимальной методики планирования строительства нефтепроводов на территории Российской Федерации.

**Планирование** – процесс увязки осуществляемых строительно-монтажных работ во времени и пространстве, а также система доставки и расхода материально-технических ресурсов [1].

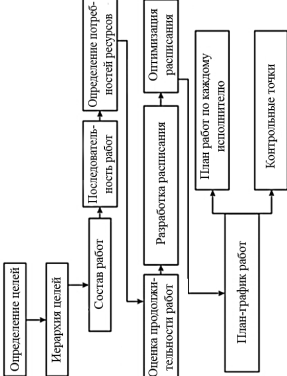
**Линейные объекты** – группа объектов таких как: линии электропередачи, линии связи, трубопроводы, автомобильные дороги, железнодорожные линии и другие подобные сооружения [1].

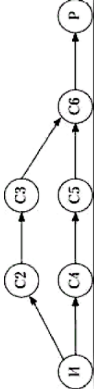
Планирование строительства занимает первую позицию в организационной структуре строительного процесса. Календарный план можно рассматривать в качестве своеобразной динамической модели производства, эталона, определяющего характер оперативного управления движением процессов проекта.

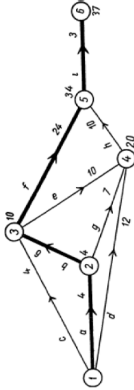
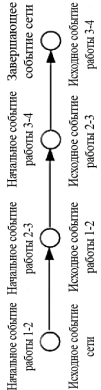
Можно выделить следующие виды графиков, которые применяются сегодня при строительстве линейно-протяженных объектов (таблица) [2]:

1. Календарно-сетевой график.
2. Метод с оценкой и анализа программы (*PERT*).
3. Метод критического пути (*МКП*).
4. Циклограммы (циклограммы М. С. Бутникова).

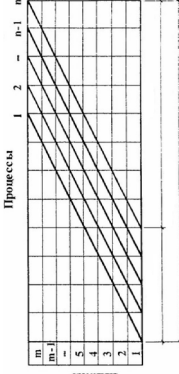
## Основные методики планирования строительства линейных объектов нефтяной отрасли

Метод КП	Краткая характеристика методики	Достоинства	Недостатки	Схема
1. Календарно-сетевое планирование	<p>Определяет структуру функциональных комплексов работ, сроки и особенности их выполнения. Процесс сетевого планирования предусматривает, что вся деятельность будет описана в виде иерархии задач, для этого необходимо определить: иерархическую структуру работ, определить последовательность выполнения задач и длительность их выполнения [3]</p>	<p>Простой в использовании инструмент, но при этом он надежный и мощный для анализа и оценки возможности реализации крупномасштабных, высокотехнологичных и многоразовных проектов</p>	<p>Если на одном из путей графика изменились сроки выполнения работ, то возникает необходимость пересмотра всего графика. А в случае постоянных изменений параметров график перестает быть надежным средством организации и контроля технологического процесса</p>	 <p style="text-align: center;">Схема календарно-сетевое планирования</p>

Метод КП	Краткая характеристика методики	Достоинства	Недостатки	Схема
2. Метод с оценкой и анализа программы (PERT) (сетевое планирование)	<p>Метод, при котором используется графическое моделирование планируемого комплекса выполняемых работ, которое отражает: логическую последовательность, существующую взаимосвязь и планируемую продолжительность. А также показывает оптимизацию модели по двум критериям: — минимизация времени выполнения комплекса планируемых работ при заданной стоимости проекта;</p> <p>— минимизация стоимости всего комплекса работ при заданном времени выполнения проекта.</p> <p>Program Evaluation and Review Technique (сокращенно PERT) предназначен для оптимизации длительности проектов за счет интересных логико-управленческих решений и, в большей степени, благодаря применению статистических методов [4]</p>	<p>Информация, доставляемая обобщенным методом PERT, позволяет руководству или планунику сравнить различные альтернативы программы на базе трех характеристик: их относительных шагов на выполнение, операций, из которых они состоят, и соответствующих им средних дат реализации. Применение этого метода является особенно целесообразным при управлении научно-исследовательским проектам, но он вполне применим так же и при управлении некоторыми опытно-конструкторскими проектами</p>	<p>Метод PERT недостаточно надежен для вероятной оценки сроков реализации комплексов проектов со сложной структурой. При наличии в проекте нескольких вариантов критических путей результаты расчета по методике PERT будут существенно завышены, что приведет к дезориентации заказчика и команды проекта</p>	 <p>Сетевой график планирования сроков выполнения работ, где И – исходные данные; С1 – С6 – планируемые события (мероприятия); Р – результат</p>

<p>3. Метод критического пути (МКП)</p>	<p>Метод критического пути обеспечивает непрерывность выполнения критических работ [5]. Проведение последовательного комплекса работ для перемещения из точки начального события в точку конечного события на упорядоченном сетевом графике отражается совокупностью дуг, соединяющих соответствующие вершины, и является путем от начальной к конечной вершине. Любой путь, проложенные от истока (начальной вершины сетевого графика в целом) к стоку (конечной вершине), является полным и представляет наибольший интерес среди всех путей сетевого графика. Длина полного пути – это сумма длин всех входящих в него работ, что и является полной длиной выполнения проекта.</p>	<p>– Данный метод гарантирует минимальную продолжительность потока работ; – Обеспечивает непрерывность выполнения критических работ; – Путь может быть определен не только для всего проекта в целом, но и для отдельных его этапов.</p>	<p>– Работы, входящие в состав критического пути, являются критическими, и увеличение их длительности ведет к увеличению времени выполнения всего проекта; – Критические работы требуют повышенного внимания, а при необходимости и привлечения дополнительных ресурсов – материальных, трудовых, интеллектуальных.</p>	<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>Сеть проекта. 1, 2, 3, 4, 5, 6, – этапы строительства. <i>a, b, c, d, e, f, g, h, i</i> – виды работ</p> </div> </div> <div style="margin-top: 20px;">  <p>Начальное событие работы 1-2    Начальное событие работы 2-3    Начальное событие работы 3-4    Завершающее событие сети Исходное событие сети    Исходное событие работы 1-2    Исходное событие работы 2-3    Исходное событие работы 3-4</p> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 20px;">Последовательный комплекс работ в графическом изображении</p>
---	---	--	---	---



Метод КП	Краткая характеристика методики	Достоинства	Недостатки	Схема
4. Циклограммы	<p>Наглядно отображает развитие строительных процессов во времени и пространстве, позволяет использовать средства вычислительной техники для контроля и управления ходом строительства. Исходной моделью для построения сетевой циклограммы служит циклограмма строительного потока по возведению объекта. В нее вносятся элементы сетевых моделей: работы, ожидания, зависимости, события, прунумерованные в соответствии с организационно-технической последовательностью их свершения [6].</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Применима для всех уровней управления (низшего, среднего, высшего);</li> <li>— Возможность увязывать потоки между собой;</li> <li>— Показывает последовательность перехода механизированных подразделений с одного участка на другой;</li> <li>— Дает возможность оперативно управлять потоком.</li> </ul>	<p>Наличие большого незанятого фронта работ (так называемых «пустующих захваток»)</p>	 <p>Циклограмма строительного потока</p>

Однако, несмотря на большое разнообразие методик планирования, применяемых в строительстве, обмечается главная проблема в их использовании – они сегодня представляют собой отдельные блоки, зачастую совсем невзаимосвязанные между собой. Это обуславливается завышенной трудоемкостью, которая требует задействования большого количества специалистов, и частый случай дублирования одних и тех же операций, которые дают разные результаты. В итоге, для подавляющего большинства предприятий на сегодняшний день актуальной является разработка комплексной системы планирования, элементы которой обеспечены нужными взаимосвязями и полезны для решения разного рода управленческих задач в любой момент времени. Для строительной отрасли эта задача усложняется еще и необходимостью внедрения в комплексную систему планирования нормативно-регулируемых методов и форм.

Сегодня привычные подходы к планированию в строительной сфере не позволяют обеспечить решение данной задачи. Это можно объяснить тремя основными причинами.

Во-первых, несовершенством системы нормативного регулирования организации планирования на предприятиях строительной индустрии РФ.

Во-вторых, полным отсутствием современных полноценных комплексных методик по построению систем стратегического и операционного планирования.

В-третьих, отсутствием комплексного методического инструментария, который мог бы позволить принимать на основе прогнозов и этапности выполнения планов оперативные и объективные решения по управлению строительным комплексом РФ и предприятиями в него входящими.

Вышеперечисленные причины свидетельствуют об актуальности продолжения и более подробного исследования в области планирования в строительном комплексе РФ.

## **Выводы**

1. В процессе разработки поставленной цели и анализа каждого из методов планирования можно сделать вывод, что под-

бор того или иного календарного планирования зависит от многих факторов: материальное, кадровое и финансовое состояние строительной организации, масштабность объекта строительства, продолжительность работ. Однако по результатам практического применения чаще всего прогрессивные и крупные компании используют два метода планирования при строительстве нефтепроводов: Метод с оценкой и анализа программы (*PERT*) и Метод критического пути (МКП).

2. Составление графиков требует адекватной оценки длительности каждой работы, для этого процесса целесообразно привлекать ответственных исполнителей, за которыми будут закреплены конкретные этапы или работы проекта. Человеческий ресурс играет важную роль, в линейно-протяженных объектах, вытягивающихся на сотни километров по разным регионам страны.

## Литература

1. СП 393.1325800.2018 Трубопроводы магистральные и промысловые для нефти и газа. Организация строительного производства / СПО Ассоциация «Нефтегазстрой» - Москва, Россия, Минстрой, 2018. 72 с.

2. Харитонов В. А. Строительство магистрального трубопровода нефти и газа / В. А. Харитонов – Москва: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008. 484 с.

3. Малышев В. Создатели. Первый инженер империи [Электронный ресурс] / В. Малышев // Информационно-аналитическое издание фонда исторической перспективы СТОЛЕТИЕ–интернет-газета. – 2013 – Режим доступа <http://www.stoletie.ru/> – (Дата обращения 10.10.2019)

4. Абрамян С. Г. Организация строительства линейно-протяженных сооружений: учебное пособие / С. Г. Абрамян; М-во науки и высшего образования Рос. Федерации, Волгогр. гос. техн. ун-т. – Волгоград: ВолГТУ, 2019. 102 с.

5. Бовтеев С. В. Расчет параметров поточной организации работ методом критического пути // журнал «Вестник гражданских инженеров» СПб: СПбГАСУ, 2018. С 90–97.

6. Лебедев В. М. Системотехника поточных методов строительства: монография / Белгород: Издательство БГТУ им. В. Г. Шухова, 2006. 208 с.

УДК 721.011.12

Яна Викторовна Зайцева,  
студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
E-mail: rumyance8a@mail.ru

Yana Viktorovna Zaitseva,  
student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
E-mail: rumyance8a@mail.ru

## ОРГАНИЗАЦИЯ И ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

### ORGANIZATION AND PLANNING OF DESIGN PROCESSES

В данной статье рассмотрены основные этапы, из которых складывается процесс проектирования, систематизированы данные по участникам проекта, определен кадровый состав специалистов в объеме архитектурно-строительного отдела. Рассмотрены современные модели управления проектной организацией (выявлены их преимущества и недостатки) и определены главные принципы управления. Разработка архитектурного проекта протекает во внутренней и внешней условно выделенной среде, оказывающей на проект определенное воздействие. Внутренняя среда управления характеризуется составом проектной группы (рабочего коллектива), компетентностью и уровнем квалификации проектировщиков, организацией и технологией проектирования, и т.д. Серьезный подход сотрудников проектной организации к процессам проектирования и соблюдению определенной технологии проектирования может гарантировать успешное завершение проекта без срыва установленных в графике сроков.

*Ключевые слова:* процесс проектирования, проект, модель управления, стадия, архитектор, главный инженер проекта, проектная документация.

This article discusses main stages which make up the design process, systematizes data on the project participants, determines the staff of specialists in the scope of the architectural and construction department. Modern management models of the project organization are considered (their advantages and disadvantages are identified) and the main principles of management are identified. The development of the architectural project proceeds in the internal and external conditionally allocated environment, which has a certain impact on the project. The internal management environment is characterized by the composition of the project team (work team), the competence and the level of quali-

cation of the designers, the organization and design technology, etc. A serious approach of the project organization employees to the design processes and adherence to a certain design technology can guarantee successful completion of the project without disrupting of deadlines set in the project.

*Keywords:* design process, project, management model, stage, architect, chief project engineer, project documentation.

«Любой проект разрабатывается и реализуется в определенном окружении, которое состоит из внутренних и внешних компонентов, учитывающих экономические, политические, социальные, технологические, нормативные, культурные и другие факторы» [1, с. 18].

В свою очередь процесс проектирования можно представить как определенную последовательность этапов, которой следуют участники проекта (проектировщики) для реализации новых идей в строительной отрасли.

К основным этапам процесса проектирования (разработки проектной документации) можно отнести:

**Этап предпроектных проработок** (включается в объем работ проектной организации по согласованию с Заказчиком), на протяжении которого определяются основные параметры вновь возводимого объекта, географическое положение, потребность в энергоресурсах и т. д.

**Этап подготовки и выдачи задания на проектирование.** Подготовка профессионально грамотного задания на разработку проектной документации должна в себя включать:

- сбор исходно-разрешительной документации (ИРД);
- сбор сведений о месте застройки;
- определение плановых сроков разработки проектной документации;
- определение сложности объекта (категории);
- определение методов проектирования (метод двухстадийной или одностадийной работы над проектом).

Также этот этап включает в себя разработку технических условий на применяемые в проекте здания строительные материалы.

Важно отметить, что существенную роль на данном начальном этапе играет определение методики выполнения проектных работ.

Ведь применение одностадийного метода проектирования, при котором разработка проектной документации ведется одновременно с рабочей, помогает существенно сократить время проектирования. Но данный метод возможен только при очень небольших объемах работ.

Крупные проектные организации, как правило, применяют последовательный двухстадийный метод (разработка проектной документация – получение положительного заключения гос. экспертизы – разработка рабочей документации), отвечающий требованиям нормативных документов.

**Этап сбора и выдачи исходных данных для реализации проектных работ** (рис. 1). Данный этап может проводиться параллельно с этапом подготовки задания на проектирование.

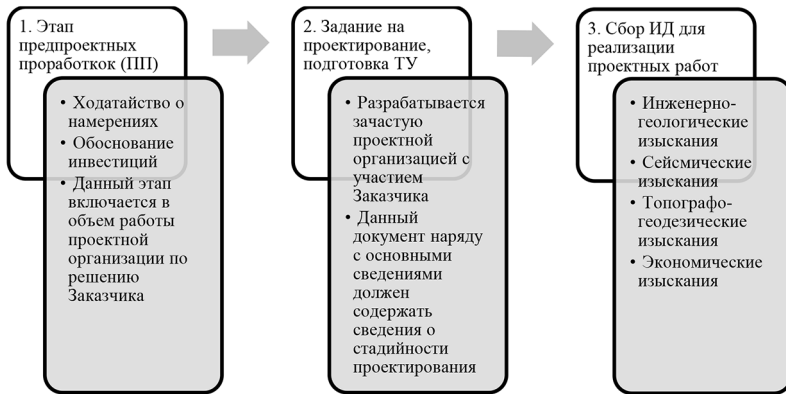


Рис. 1. Блок-схема процесса проектирования (начало)

**Этап оформления и выдачи заданий исполнителям и в смежные отделы** включает в себя выдачу заданий, содержащих в своем составе основные объемно-планировочные решения (позтажные планы, план кровли, разрезы здания, фасады, размеры светопрозрачных конструкций и т.д.), схему планировочной организации земельного участка, требования к технологическим процессам (при наличии) в помещениях здания.

**Этап проектирования здания в различных проектных отделах и подразделениях** (рис. 2). Данный этап включает в себя разработку основных разделов согласно Постановлению № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию».

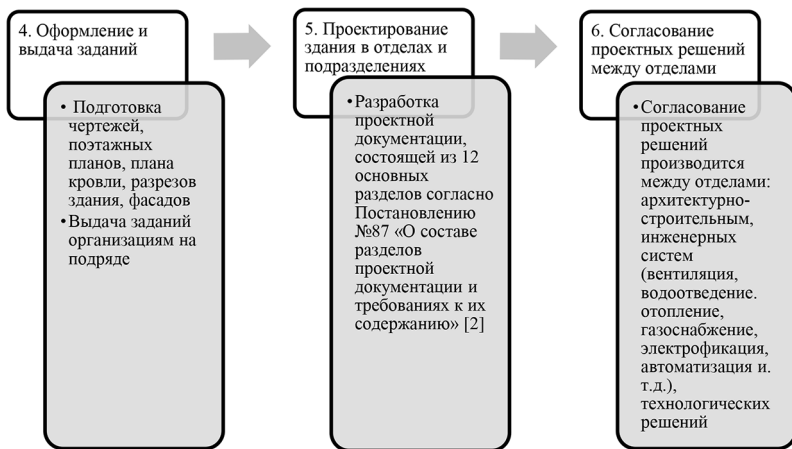


Рис. 2. Блок-схема процесса проектирования (продолжение)

В части разработки раздела 3 «Архитектурные решения» и раздела 4 «Конструктивные решения» можно выделить такие основные проектные операции, как:

- анализ прогрессивных проектных решений и строительных конструкций, включающий в себя сравнение и разбор архитектурных решений передовых проектов-аналогов, решений по применяемым строительным конструкциям для фундаментов, стен, перекрытий и пр., анализ технической документации и документации типовых и повторно применяемых проектов, патентов и изобретений;
- разработка решения окончательного архитектурного облика здания;
- выдача объемно-планировочного решения в смежные отделы;

- разработка решений по конструкциям фундаментов, стен, покрытий здания, включающая в себя также изучение материалов отчета по инженерно-геологическим изысканиям;
- расчеты строительных конструкций (фундаментов, несущих и ограждающих конструкций);
- оформление результатов расчета в соответствии с требованиями нормативных документов;
- разработка и выполнение чертежей, спецификаций, ведомостей, таблиц, технических требований;
- разработка и выполнение текстовой части соответствующих разделов;
- оформление содержания тома проектной документации.

**Этап внутреннего согласования проектных решений между отделами** необходим для последующего приведения всех проектных решений к одному единственно верному варианту. Эта стадия, при отлаженной работе всех подразделений проектной организации, в процессе возведения самого объекта позволяет избежать многих «несостыковок» на строительной площадке.

Со смежными подразделениями в части архитектурных и конструктивных решений согласовываются архитектурные и объемно-планировочные решения, а также мероприятия по обеспечению:

- электро-, пожаробезопасности здания;
- защиты от шума и вибрации;
- требуемых акустических характеристик помещений;
- требуемых защитных характеристик ограждающих конструкций;
- защиты строительных конструкций от воздействий окружающей среды и коррозии;
- освещенности помещений.

**Этап корректировки проектной документации** проводится при наличии замечаний от смежных подразделений проектной организации (рис. 3). На данном этапе проектные решения доводятся до своего «логического завершения» и передаются на проверку ответственным за этап нормоконтроля.



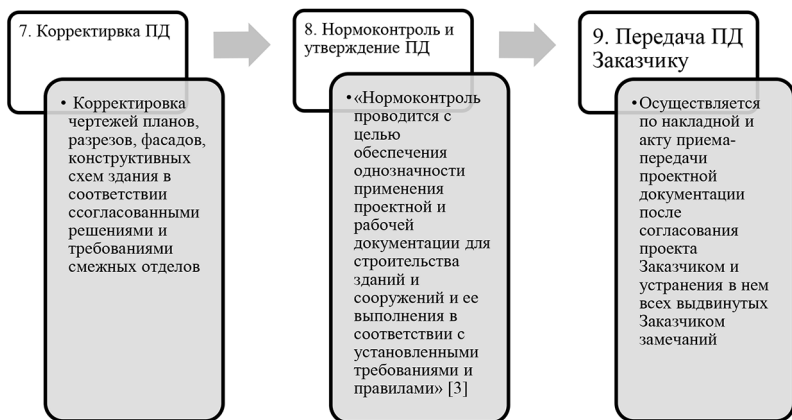


Рис. 3. Блок-схема процесса проектирования (продолжение)

**Этап проведения нормоконтроля и утверждение проектной документации.** Распечатанный комплект проектной документации передается на проведение нормоконтроля в соответствующем подразделении. Свидетельством прохождения нормоконтроля является подпись нормоконтролера в основной надписи (штампе) документации.

Затем проверенная документация утверждается подписями начальника отдела, главных специалистов подразделения: главным архитектором и главным конструктором, подписями начальников смежных отделов.

Утвержденный в подразделениях проект с сопроводительным заданием передается ГИПу для окончательной проверки и утверждения. После подписания подлинник документации вместе с электронной версией выпущенной документации передается в технический архив, где после регистрации он хранится в течение определенного количества лет в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации.

**Этап передачи проектной документации Заказчику** осуществляется по накладной и акту приема-передачи проектной документации после согласования проекта Заказчиком и устранения в нем всех выдвинутых Заказчиком замечаний.

**Этап прохождения государственной экспертизы** и получения положительного заключения показывает степень соответствия проектной документации требованиям технического регламента (рис. 4). В период проведения экспертизы при обнаружении экспертом спорных моментов, требующих поправки, в проектную документацию могут быть внесены изменения (оперативная корректировка) с целью исключения выдачи отрицательного заключения.



Рис. 4. Блок-схема процесса проектирования (окончание)

**Этап архивирования проектной документации** (после прохождения экспертизы) является заключительным этапом в процессе проектных работ. Готовая документация вместе с положительным заключением экспертизы архивируется в установленном порядке и передается Заказчику вместе с актом выполненных работ.

Важно понимать, что каждый этап в ходе разработки проектной документации ограничен временными рамками и трудовыми ресурсами (квалификационным составом).

Так, при определении продолжительности проектных работ, специалисты зачастую руководствуются эмпирическими методами, т. е. имеющимся у проектной организации наработанным опытом. Отчасти такой подход при планировании процесса проектирования является не совсем верным.

В такой ситуации при установлении более адекватных сроков выдачи проектных решений можно ориентироваться на продолжительности выполнения проектных работ, представленные

в региональных рекомендациях Москвы (Сборник 11.1 «Нормы продолжительности проектирования объектов строительства. МРР-11.1-16»).

В свою очередь, квалификационный состав и количество специалистов проектной организации напрямую зависит от «масштаба» самой организации и принятой в ней модели управления процессом проектирования.

Любую проектную организацию можно представить в виде системы. Понятие системы здесь рассматривается, как совокупность структурных элементов с определенными функциями.

В свою очередь термин «организационная структура» можно представить как древовидную схему, отражающую выполняемую работу, степень подчинения подразделений и их взаимосвязи (рис. 5).

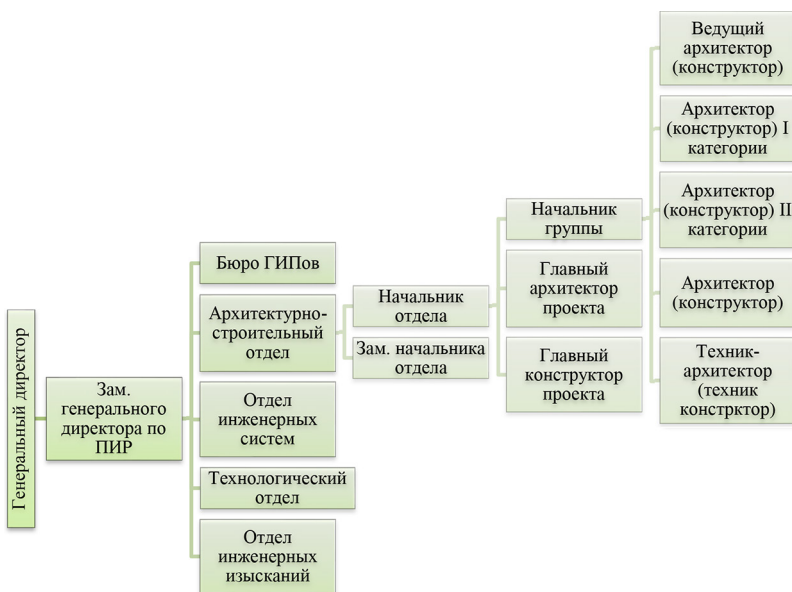


Рис. 5. Ветвь проектного подразделения матричной структуры управления

Как и любые структуры, организационная структура построена на основе определенных принципов – принципов управления.

Основные из них:

– принцип разделения труда основан на выполнении проектных работ людьми, имеющими соответствующую квалификацию и обладающими определенными навыками. С повышением квалификации работников (использование в работе передовых технологий, умение быстро переключаться с одной операции на другую) возрастает и производительность труда;

– принцип организационного структурирования – выделение основных элементов (проектных отделов) организационной схемы, чья деятельность, прописанная в должностных инструкциях, направлена на достижение заданных целей;

– принцип определения линейных и функциональных процессов – основан на понимании работниками своего положения и своих полномочий в организационной структуре заданного предприятия;

– принцип ограничения числа подчиненных – принцип наличия оптимального количества подчиненных с различным уровнем знаний и способностей, находящихся под руководством одного человека – руководителя;

В настоящее время в крупных проектных организациях применяются две модели организации и управления процессом проектирования: универсальная модель и матричная модель [4].

Универсальная модель применима в организациях, с комплексными подразделениями, в состав которых, кроме исполнителей, входят главные инженеры проекта (ГИП) и главные архитекторы проекта (ГАП) [4].

Матричная модель, применима чаще всего к проектным институтам, имеющим в своей организационной структуре множество специализированных отделов, например: архитектурно-строительный отдел (таблица), инженерный отдел, отдел технологов, бюро ГИПов, плановый отдел и т. д.

Каждая модель имеет в себе как плюсы, так и минусы. Так, например, универсальная модель позволяет выполнять проектные работы силами одной мастерской [4]. Команда проекта ориентирована на конечный результат. Решение вопросов проходит оперативно, за счет чего работа выполняется быстрее поставленных сроков.

**Кадровый состав сотрудников архитектурно-строительного отдела**

Должность	Функциональные связи внутри отдела	Функции и должностные обязанности сотрудника
Начальник отдела	Подчиняется главному инженеру – заместителю генерального директора проектного института по проектно-изыскательским работам (ПИР)	Осуществляет административное и техническое руководство производственной деятельностью отдела
Заместитель начальника отдела	Подчиняется непосредственно начальнику отдела	В период отсутствия начальника отдела исполняет его обязанности и приобретает соответствующие права
Главный конструктор отдела	Подчиняется начальнику отдела	Обеспечивает нормативный уровень качества проектных решений по <b>своему профилю</b> в объеме своих должностных обязанностей
Главный архитектор отдела	Подчиняется начальнику отдела	
Начальник группы	Подчиняется начальнику отдела и осуществляет техническое руководство специалистами проектной группы	Осуществляет руководство группой и обеспечивает разработку документации на всех стадиях проектирования в установленные плановые сроки и с высоким качеством

<p>Ведущий архитектор (конструктор)</p>	<p>Административно подчиняется начальнику отдела и функционально – начальнику группы</p>	<p>Разрабатывает отдельные разделы (марки) особо сложных и сложных проектов в полном соответствии с заданием на проектирование, техническими условиями и исходными данными</p>
<p>Архитектор (конструктор) I категории</p>		<p>Самостоятельно разрабатывает проектные решения по сложным зданиям, составляет пояснительные записки</p>
<p>Архитектор (конструктор) II категории</p>		<p>Самостоятельно разрабатывает проектные решения средней сложности по зданиям, составляет пояснительные записки</p>
<p>Архитектор (конструктор)</p>		<p>Разрабатывает отдельные разделы (части) проекта</p>
<p>Техник-архитектор (техник конструктор)</p>		<p>Разрабатывает отдельные части проекта, обеспечивает их соответствие техническим заданиям</p>

Минус данной модели управления зачастую связан с низкой квалификации работников мастерской и отсутствии достаточного опыта в проектировании зданий.

Преимущества матричной модели управления состоят в получении на выходе проектной документации высокого качества. Данной организационной структуре характерна высокая скоординированность, а также интеграция должностных обязанностей и функций специалистов (при передаче опыта высока взаимозаменяемость сотрудников).

Недостаток – сложность матричной структуры приводит к постоянным сбоям в работе между проектными отделами. На этапе выдачи заданий для согласования в смежные отделы возможны частые временные задержки по причине «громоздкости» системы управления. Наличия двойного подчинения может приводить к конфликтам, тем самым порождая двойность роли исполнителя и его руководителя в процессе проектирования.

Целью процесса проектирования, как взаимосвязанного комплекса работ квалифицированных специалистов, всегда является готовая проектная документация высокого качества, соответствующая требованиям строительных норм и правил. Грамотный подход специалистов к процессу проектирования может существенно повысить производительность проектной организации и сократить временные затраты на само проектирование, и, как следствие, сэкономить финансовые ресурсы, задействованные в проекте.

Применение подходящей модели управления в проектной организации позволит создать эффективную цепочку технологического процесса на каждом этапе (стадии) разработки документации. Как следствие, можно ожидать сокращения времени, отведенного на проверку и согласование проектных решений. Стремление к реализации проектной деятельности в более выгодных и качественных направлениях должно являться главной задачей современной проектной организации [5].

## Литература

1. *В. П. Этенко.* Менеджмент в архитектуре: Основы методики управления архитектурным проектом. Изд. 2-е. М.: Книжный дом «ЛИБРИКОМ», 2009. 224 с.
2. Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 № 87 (ред. от 06.07.2019) «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию».
3. ГОСТ Р 21.1002-2008 «Система проектной документации для строительства. Нормоконтроль проектной и рабочей документации».
4. *Волкова Л. В., Волков С. В., Шведов В. Н.* Организация проектных работ в строительстве, управление ими и их планирование: учеб. пособие / СПбГАСУ – СПб., 2014. 119 с.
5. *Поняев А. Н., Дворников Ю. Я., Абрамова Д. О.* Проблемы проектирования в строительстве, их решение // Техника. Технологии. Инженерия. 2019. № 3. С. 13–17. — URL <https://moluch.ru/th/8/archive/130/4288/> (дата обращения: 04.12.2019).



УДК 624.05

*Маргарита Сергеевна Кочетова,*  
студент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: skorprita@yandex.ru*

*Margarita Sergeevna Kochetova,*  
student  
(Saint Petersburg State University of  
Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: skorprita@yandex.ru*

## **ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРИ БЛАГОУСТРОЙСТВЕ ПРИДОМОВОЙ ТЕРРИТОРИИ**

### **ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR THE IMPROVEMENT OF THE LOCAL AREA**

Высокими темпами развиваются большие города, научный и технический прогресс с каждым днем набирают обороты. Урбанизация приобрела, такие масштабы, что комфортность человека в этой среде ушла на второй план. Людям необходимо чувствовать себя в городе здоровым и счастливым, что достигается путем ландшафтной организации пространства. Однако существуют ряд организационно-технологических задач при благоустройстве придомовой территории, требующих решения.

*Ключевые слова:* строительство, благоустройство, озеленение, придомовая территория, организация.

Large cities are developing rapidly, scientific and technological progress is gaining momentum every day. Urbanization has acquired such a scale that human comfort in this environment has faded into the background. People need to feel themselves healthy and happy in the city, that can be achieved by landscape organization of space. However, there are a number of organizational and technological problems in the improvement of the local area, requiring solutions.

*Keywords:* construction, improvement of the local area, gardening, local area, organization.

Благоустройство городов неразрывно связано с градостроительством и является одной из важнейших его составных частей. Уровень развития благоустройства оказывает значительное влияние на условия труда и отдыха населения.

В настоящее время к благоустройству придомовой территории люди обращают все больше внимания. Территории жилых районов – самая близкая среда к человеческому жилью, наиболее часто посещаемая, и поэтому она должна быть наиболее благоустроена, сформирована и озеленена. Зеленые насаждения на участках жилых домов оказывают непосредственное влияние на микроклимат жилых помещений, а также служат для ежедневного отдыха населения [1].

Озеленение жилых дворов призвано решить следующие задачи:

- повышение качества жизни;
- защита дворовых территорий от неблагоприятных природно-климатических факторов;
- снижение уровня шума, пыли и газообразных токсических веществ, производимых автотранспортом;
- улучшение микроклимата;
- создание эстетических, эколого-микроклиматических, психологических условий для активного отдыха.

Основными решениями проектов благоустройства являются [4]:

- «современный европейский стиль», основанный на прогрессивном опыте зарубежных стран. Использование лаконичных решений с применением новаторских методик, создание однородной среды с подчеркнутой индивидуальностью отдельных участков;
- минимизация проезда автомобилей;
- максимизация озеленения, зон для отдыха разных групп населения;
- благоустройство эксплуатируемой кровли;
- создание ощущения комфортного экологического проживания средствами ландшафтной архитектуры.

При благоустройстве придомовой территории многоквартирного жилого дома может возникнуть ряд организационно-технологических задач, требующих решения.

К основным можно отнести:

- сезонность;
- смежность разных видов работ;
- местоположение объекта.

В основном благоустройство осуществляются в теплое время года, и крайне редко зимой. Из-за неподходящих погодных условий, которые ограничивают или существенно удорожает возможные виды работ: земляные и демонтажные работы, постройку искусственных сооружений и зданий и формирование оснований дорожных одежд, валку деревьев. Промерзание грунта осложняет его разработку и делает грунты практически не уплотняемыми; включение мерзлых комьев в составе грунта (а также при отсыпке песка с щебнем) и просадки, возникающие вследствие их оттаивания; сжатый фронт работ в связи с коротким световым днем; необходимость очистки оснований земляных сооружений от снега и льда; снижение производительности рабочих и техники; потребность в зимней спецодежде для рабочих; сложность в обеспечении комфортных условий для работы людей и техники и прочее [2, 5, 6].

Благоустройство территории – это последний этап при строительстве жилого дома. Но часто бывает, что к началу благоустройства еще не закончены фасадные, инженерные и отделочные работы. Автомобили, проезжающие по асфальтобетонному покрытию и покрытию из плитки, могут оставлять следы от колес, а также от масла и бензина, которые тяжело отмыть. Люди ходят по газонам, оставляют неубранным строительный мусор, роняют тяжелые предметы. В результате такое покрытие Заказчик не примет.

Территория может быть ограничена проездами, акваторией, парком, жилым комплексом, территорией свободной от застройки и пр. Особую сложность при организации работ представляет наличие внутри объекта капитального строительства действующего детского сада (школы), доступ к которому не должен быть перекрыт ни для пешеходов, ни для транспорта. Следующую сложность представляют подземные коммуникации, покрывающие всю площадь строительства. При наличии набережной в границах объекта может происходить подмывание территории. Наличие жилых домов и зданий, в районе которых при работе необходимо сохранять благоприятную среду жизнедеятельности на период строительства, в том числе по шумности работ, сохранению зеленых насаждений. Ограничения проездов строительных машин и транспортных

средств естественными или искусственными препятствиями. Все эти ограничения представляют собой стесненность.

Для решения данных задач могут быть приняты следующие организационно-технологические решения.

Для проведения работ в зимний период можно взять в прокат или купить специальную технику для укладки асфальта, провести мероприятия по оттаиванию, закупить спецодежду и прочее, но это приведет к дополнительным затратам. Сметная стоимость земляных работ может увеличиться до 50 %, в связи с применением коэффициентов зимнего удорожания. В большинстве случаев на таких условиях настаивает Заказчик, которому нужно срочно сдать объект в эксплуатацию, остальные Заказчики организуют строительство объекта в агротехнические сроки [7].

Смежность разных видов работ приводит к дополнительным затратам по строительству, которые либо оплачивает Заказчик, либо оплачивают подрядчики. Организация этого процесса – это есть ускорение и удешевление. Возможность избежать затрат на восстановление. Важно организовать работу так, чтобы основные виды работ были закончены, которые могут нанести ущерб благоустройству. Конечно, могут быть задержки в поставке материалов, которые приведут к увеличению срока производства каких-либо работ, но при планировании это должно быть учтено. Это является существенной проблемой, потому что она рождает дополнительные затраты у сторон, задействованных в процессе связанных с восстановлением работ по благоустройству. При этом эксплуатирующая организация уделяет серьезное внимание на чистое и качественное выполнение работ.

Ограниченность – это общая проблема для всего строительства, а не только для благоустройства, которая влечет за собой технические и экономические издержки и требует дополнительной проработки при подготовке проектно-сметной документации и разработки ПОС и ППР. В конечном итоге происходит рост трудозатрат, удорожание производства работ и увеличение срока производства работ. В условиях городского строительства последнее имеет большое значение, так как строительные работы нарушают привычный режим работы общественного транспорта, пешеходного движения.

Для ускорения можно применить высокопроизводительные механические средства, способные эффективно выполнять производственные функции в стесненных условиях при максимальном снижении доли ручного труда.

Согласно СП 48.13330.2011 и в соответствии с действующими правилами охраны подземных коммуникаций перед началом производства земляных работ необходимо вызвать владельцев инженерных коммуникаций или представителей заинтересованных служб с целью определения фактического расположения коммуникаций и согласования методов производства работ. При наличии рядом действующих кабелей, земляные работы производить под непосредственным руководством ИТР (мастера или начальника участка). При обнаружении коммуникаций, не указанных в проекте, земляные работы прекратить и вызвать на место представителей Заказчика и проектировщика [3].

Изначально планировать строительные работы нужно таким образом, чтобы благоустройство было действительно завершающим этапом и производилось в благоприятные сроки. Это и есть важнейшее организационно-технологическое решение. Благоустройство – это то, что продает жилой дом. Соответственно и планировать работы должны таким образом, чтобы качественно выполнить в первую очередь те вещи, которые продают здание. Если благоустройство планируется в зимний период, то можно забыть о качестве и соответственно забыть о высоких продажах. Продажи можно повысить только, предложив уникальную вещь. Продажи – это конечная цель, а благоустройство это один из самых важных показателей для продаж. Поэтому для качественного и красивого благоустройства должно быть планирование.

Основные организационно-технологические решения для достижения качественного благоустройства придомовой территории:

- работы проводятся в агротехнический период (апрель – октябрь);
- отсутствие смежности разных видов работ.

Сейчас благоустройство придомовой территории – это неотъемлемая часть строительства, без которой Застройщик не может сдать жилой объект в эксплуатацию. Благоустройство всегда

разное и зависит от хорошего финансирования и интересного проекта. При правильном планировании и организации производства работ возможно воплотить в жизнь любой сложный проект [8, 9].

Озеленение территории многоквартирного дома – важное мероприятие, которое позволяет придать должный эстетический и экологический статус постройке.

## Литература

1. СП 82.13330.2016 Благоустройство территорий. Актуализированная редакция СНиП III-10-75э
2. СП 78.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 3.06.03-85 (с Изменением № 1).
3. СП 48.13330.2011 «СНиП 12-01-2004. Организация строительства».
4. СП 42.13330.2011 «СНиП 2.07.01-89\* Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений».
5. СП 45.13330.2012 Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87.
6. ТТК. Устройство тротуаров и пешеходных дорожек из брусчатки в зимнее время.
7. Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации, (МДС 81-35.2004), (Госстрой России) Москва, 2004.
8. *Терская Л. А., Жилина Л. Н., Rogozinskaya M. I.* Придомовая территория как важный ресурс развития общественного пространства городской среды // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 6-4. С. 765–769; URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=9694>
9. *Касьянов В. Ф.* Реконструкция жилой застройки городов. М.: Издательство АСВ, 2002. 208 с.

УДК 697.91

*Кристина Эдуардовна Савчук,*  
студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)

*E-mail: ck.ed@yandex.ru*

*Kristina Eduardovna Savchuk,*  
student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)

*E-mail: ck.ed@yandex.ru*

## **АНАЛИЗ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ ПРИ УСТРОЙСТВЕ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ЦЕХАХ**

### **ANALYSIS OF CONSTRUCTION AND INSTALLATION WORKS UNDER THE DEVICE OF VENTILATION SYSTEM IN INDUSTRIAL PLANTS**

В данной статье освещены основные вопросы устройства систем вентиляции в помещениях промышленного назначения, как действующих, так и при строительстве новых. Определены виды и классификация вентиляционных систем по способам перемещения воздуха, по назначению, по конструктивному исполнению и т.д. Рассмотрены основные этапы, из которых складывается процесс подготовки к выполнению строительно-монтажных работ по установке специализированного вентиляционного оборудования и прокладке воздухопроводных сетей. А также рассмотрены современные требования к проведению строительно-монтажных работ при устройстве систем вентиляции. Выделены основные тенденции дальнейшего развития данной области строительства.

*Ключевые слова:* технологический процесс, воздухообмен, строительно-монтажные работы, промышленная вентиляция, вентиляционные системы.

This article highlights the main issues of the design of ventilation systems in industrial premises, both existing and during the construction of new ones. The types and classification of ventilation systems by the methods of moving air, by purpose, by design, etc. The main stages from which the process of preparation for construction and installation works on the installation of specialized ventilation equipment and the laying of air ducts are made up are considered. And also considered are the modern requirements for construction and instal-

lation work when installing ventilation systems. The main trends of the further development of this area of construction are highlighted.

*Keywords:* technological process, air exchange, construction and installation works, industrial ventilation, ventilation systems.

Воздух в помещениях промышленного назначения, как и в любых других, подвержен постоянным изменениям своего состава, температуры и влажности под влиянием различных факторов, таких как общие изменения атмосферного воздуха, образование пыли, выделение тепла и влаги, газа и пара в процессе работы. В результате, воздух в помещении может препятствовать нормальному протеканию технологических процессов на предприятии, в том числе из-за ухудшения самочувствия работников.

Вот почему, прокладывая коммуникации при строительстве новых, расширении и реконструкции действующих предприятий, вентиляционную систему по праву считают одной из важнейшей инженерной сетью наряду с системами водоснабжения, водоотведения, подачи тепла и электроэнергии.

Вентиляционная система – это совокупность устройств для обработки, транспортировки, подачи и удаления воздуха, обеспечивающих расчетный воздухообмен в помещении для поддержания благоприятной рабочей среды. Она также является средством создания микроклимата для создания микроклимата в помещении.

При всем многообразии систем вентиляции, обусловленном назначением помещений, характером технологического процесса, видом вредных выделений и т. п., их можно классифицировать по следующим характерным признакам (рис. 1):

- по способу создания давления для перемещения воздуха: с естественным и искусственным (механическим) побуждением;
- по назначению: приточные и вытяжные;
- по зоне обслуживания: местные и общеобменные;
- по конструктивному исполнению: каналные и бесканальные.

Чтобы максимально эффективно организовать процесс воздухообмена больших производственных площадок требуется установка промышленных вентиляционных систем смешанного типа (комбинированная промышленная вентиляция), т. к. удаления большого



объема воздуха естественным путем недостаточно, в таком случае необходимо присутствие в системе принудительных (механических) элементов, например, вентиляторов или эжекторов.



Рис. 1. Классификация систем вентиляции

Использование только механической вентиляции в промышленных объемах является нецелесообразным, т. к. требует значительных эксплуатационных и капитальных затрат, ведь основной источник энергии такой системы – сетевая электрическая энергия.

Прежде чем начать строительные-монтажные работы по установке вентиляционной системы требуется провести тщательную подготовку. Составления проектной документации. Она должна содержать конкретные решения с учетом условий строительства конкретного объекта.

На данный этап входят работы по изучению и написанию проектной документации, разработке эскизов и чертежей производственных работ, составлению календарного графика. Оформить заказ на покупку и/или изготовление заявленного оборудования, проверить наличие необходимого инструмента и материалов, машин и механизмов также требуется сделать в этот период.

Проектная документация имеет сопутствующие задачи, такие как: обеспечения снижения стоимости работ, сокращения их продолжительности, а также, чтобы повысить качество строительства.

Без утвержденной проектной документации в соответствии с действующими государственными стандартами и нормативными документами запрещено производство любых строительного-монтажных работ.

Строительно-монтажные работы при устройстве системы вентиляции в промышленных цехах – сложный технологический процесс, для грамотной организации которого необходимо:

- рассчитать воздухообмен в каждом помещении предприятия;
- максимально локализовать образование опасных примесей;
- эксплуатировать только те вентиляционные системы, которые подходят для очистки воздуха на конкретном производстве.

На подготовительные работы тратится основная часть рабочего времени в процессе строительного монтажа систем вентиляции воздуха. Практика показывает, что целесообразно формирование целой группы специалистов – монтажной бригады – производству натуральных замеров, оформлению заказов на необходимые изделия и детали.

Численность и состав такой группы определяется объемом работ и входят в нее обычно такие специалисты, как слесари, сверловщики, такелажники и замерщики и др.

Имея на руках проектный план, зная планировку помещений, толщину стен, а также качество строительных материалов, с которыми предстоит иметь дело и многое другое монтажная бригада может приступать к строительным-монтажным работам по устройству вентиляционной системы.

Устройство вентиляционной системы – это целый комплекс работ, который включает в себя установку специализированного оборудования (вентиляторы, фильтры, калориферы и др.) и прокладку воздухопроводной сети (установка воздуховодов, подсоединение секций, вывод воздухораспределительных устройств) (рис. 2).

Все операции должны выполняться высококвалифицированными специалистами и в строгой технологической последовательности, в силу специфики воздухопроводной сети с ее переходами и разветвлениями, поворотами и переходами – права на

ошибку тут нет, поскольку от ее грамотного монтажа зависит правильность работы всей вентиляционной системы, ее надежность и долговечность.

Осуществляя работы по строительству и монтажу систем промышленной вентиляции необходимо согласование работ на всех этапах со специалистами, ответственными за строительство, и монтаж других инженерных сетей для обеспечения с ними интеграции, а также чтобы не нарушать внутренний дизайн помещения.

Еще одной важной частью строительного-монтажа вентиляционной системы является интеграция в нее автоматики.

Автоматическая система управления системой вентиляции обеспечивает не только бесперебойный и оптимальный режим работы оборудования, но и точное поддержание всех параметров воздуха, что в условиях промышленных предприятий с их габаритами крайне важная характеристика.

По завершении пуско-наладочных работ и сдачи объекта в эксплуатацию заказчик получает на руки всю необходимую исполнительную документацию и инструкцию по эксплуатации установленного оборудования, а также краткий инструктаж по использованию автоматической системы управления.

В конце хотелось бы отметить, что современные методы строительства диктуют жесткие требования к проведению строительно-монтажных работ при устройстве системы вентиляции в цехах промышленного типа. Четкое соблюдение технологической последовательности операций и соответствие всем строительным нормам – сегодня этого уже недостаточно.

Вообще традиционные способы устройства вентиляционных систем основаны в большинстве своем на увеличении потока подаваемого в помещение воздуха, что в корне не соответствует принципам эффективного энергопотребления.

Таким образом, уже сейчас можно выделить две основных тенденции в проектировании вентиляционных систем будущего, одна из которых – применение технологий, повышающих эффективность использования энергии, снижающих энергопотребление без уменьшения производственной мощности вентиляционных установок; другая – создание экологии воздушного режима в помещениях еще на этапе проектирования здания.



## Литература

1. Синицын В. И., Шуришакова Е. В. Современные тенденции в проектировании систем теплогасоснабжения и вентиляции // Экология и строительство. 2015. № 4.
2. СП 18.13330.2011 «Генеральные планы промышленных предприятий».
3. СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве», ч. 1.
4. СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве», ч. 2.
5. Монтаж, эксплуатация и сервис систем вентиляции и кондиционирования воздуха / Под ред. Минина В. Е. // СПб.: Профессия, 2005.
6. Паршин В. А., Стахов А. Е. Учебно-методическое пособие для разработки ППР при ремонте или реконструкции инженерных сетей. Л.: ЛВВИСКУ, 1989.

УДК 658.511.2

*Ангелина Ивановна Сендрева,*  
студент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: sendreva.angelina@gmail.com*

*Angelina Ivanovna Sendreva,*  
student  
(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: sendreva.angelina@gmail.com*

## **АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИОННО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

### **ANALYSIS OF ORGANIZATIONAL-TECHNOLOGICAL DECISIONS ON THE PROCESSING OF SOLID DOMESTIC WASTE FROM CONSTRUCTION PRODUCTION**

В данной научной статье был произведен анализ организационно-технологических мероприятий по утилизации твердых бытовых отходов строительного производства. Для ясного представления рассматриваемой цели в научной статье используются положения из нормативно-правовой документации, современные технологические решения, отображающие четкий регламент данной темы. Анализ организационно-технологических решений по переработке твердых бытовых отходов строительного производства является остро актуальной темой современности, ввиду интенсивного роста вместе с застройкой городов рост отходов строительного производства, данный накапливаемый эффект приводит к кризисному положению экосистемы мира.

*Ключевые слова:* строительство, твердые бытовые отходы, утилизация, экосистема, переработка, класс опасности.

In this scientific article, an analysis was made of organizational and technological measures for the disposal of municipal solid waste from construction industry. For a clear presentation of the goal in question, the scientific article uses the provisions of the regulatory documentation, modern technological solutions that display a clear regulation of this topic. Analysis of organizational and technological solutions for the processing of municipal solid waste from construction industry is a hot topic of our time, due to the intensive growth along

with urban development, the growth of construction waste, this cumulative effect leads to a crisis in the world's ecosystem.

*Keywords:* construction, municipal solid waste, utilization, ecosystem, processing, hazard class.

Цель исследования: провести анализ организационно-технологических решений по переработке твердых бытовых отходов строительного производства.

Начало 21 века, период активной застройки городов. При возведении новых объектов, реставрации, реконструкции или ремонте зданий и сооружений, нельзя пройти мимо темы утилизации отходов. По завершению производства строительных работ, на объектах содержится значительный объем твердых бытовых отходов: материал изоляции, провода, камни, дерево, металл, пластик и т. п. Согласно прописанным положениям при составлении проекта организации строительства существенная роль отводится утилизации твердых бытовых отходов (ТБО), требования и уровень ответственности за утилизацию мусора прописаны в федеральной законе 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» с изм. от 27.12.2019г.). Данный закон отражает цели и основные принципы государственной политики в области обращения с отходами[1].

Исходя из статьи 13, регламентирующей требования в обращении с отходами, организация раздельного сбора отходов возложена на местные органы самоуправления. В данной статье также упоминается упорядоченность сбора отходов, предусматривающий их разделение на виды (классы), который является основным документом при организации раздельного сбора отходов.

Из данного документа можно выделить основные этапы ликвидации отходов [1]:

- 1) сбор и сортировка отходов;
- 2) оформление документации;
- 3) учет отходов;
- 4) транспортировка к месту временного хранения, сжигания или обезвреживания и переработки;
- 5) уменьшение объема за счет применения инновационных технологий (упаковка, переработка).

*Постановлением Правительства Российской Федерации от 29 февраля 2019 № 362 «О государственной программе «Охрана окружающей среды (2012-2020 гг.)» в числе других утверждена подпрограмма «Отходы», целью данной программы является предотвращение и ликвидация негативного воздействия отходов производства и потребления на природную среду вокруг и показатель здоровья населения, а также максимальное вовлечение производственных отходов в хозяйственный оборот. Мероприятия данной подпрограммы «Отходы» содержат [7]:*

- возведение и освоение опытно-промышленных установок (механизмов) по хранению, переработке и обезвреживанию различного класса и вида промышленных отходов, жилищно-коммунальных и отходов сельского хозяйства;

- разработка и внедрение в практику новых оборудования и технологий по переработке и обезвреживанию отходов;

- совершенствование и улучшение системы государственно-го регулирования в области обращения с отходами.

*Федеральный закон № 7-ФЗ от 10 января 2002 г. «Об охране окружающей среды» в ст. 7 устанавливает полномочия органов местного самоуправления. Таким образом к данным вопросам на уровне местного значения имеет отношение организация сбора, хранения и вывоза строительных отходов и мусора. К вопросам местного значения уровня муниципалитета относятся такие как:*

- организация мероприятий внутриобщественного характера по охране окружающей среды;

- организация мероприятий по утилизации и переработки бытовых и промышленных отходов.

К вопросам значения местного уровня городского округа относятся:

- организация мероприятий по охране окружающей среды в зоне городского округа;

- организация сбора, хранения, вывоза, утилизации и переработки бытовых и промышленных отходов.

Данный закон также прописывает соблюдение требования к обезвреживанию и безопасному размещению отходов, а ст. 24 обязывает нормировать образование и ограничивать размещение отходов.



Ст. 30 принуждает лицензировать конкретные виды деятельности в области охраны окружающей среды соответственно устанавливаемому Правительством перечню [8].

«Земельный Кодекс Российской Федерации» в ст. 13 обязывает землепользователей обеспечить защиту земли от захламления отходами производства и потребления, загрязнения, незаконной организации их складирования [9].

В ст. 247 «Уголовного Кодекса Российской Федерации» оговорена ответственность за производство опасных видов отходов, транспортировку, хранение, захоронение, утилизация, использование или иное обращение радиоактивных, бактериологических, химических веществ и отходов с нарушением установленных правил [10].

«Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления. СанПиН 2.1.7.1322-03» введены в действие 15 июня 2003 г. Данные правила охватывают зоны расположения объектов по размещению и обработке отходов производства и потребления, принимая во внимание приемные пункты вторичного сырья, мусороперерабатывающие заводы и мусоросортировочные станции [11].

«Инструкция по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для ТБО», утвержденная Министерством строительства Российской Федерации 2 ноября 1996 г., указывает весь цикл работы полигона с технической точки зрения ТБО [12].

В нормативном документе СНиП 11-01-2003 «Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений» прописаны основным пунктом мероприятия по защите окружающей среды на всем этапе строительного производства от подготовки до ввода объекта в эксплуатацию [13].

Первые всесоюзные программы по утилизации и переработке бытового мусора появились в СССР в 1970-х годах. Их отголоски мы видим до сих пор: сбор макулатуры, лома черного и цветного металлов, стеклотары и т. д. Результаты данных программ были весьма впечатляющими: к середине 1980-х годов более 30 % всей используемой в стране бумаги попадало на переработку. Туда же отправлялось около 45% всех предметов из стекла.

В опубликованных данных 2019 года официального источника экологической организации Greenpeace содержатся следующие цифры: только 4% мусора в России перерабатывается, еще 2 % сжигается, остальные 94% гниют на полигонах и свалках.

По состоянию на январь 2019 года в государственный реестр были включены 5 тыс. 526 объектов размещения отходов. Их общая остаточная вместимость превышает 1,7 млрд т. Ежегодно площадь свалок в России увеличивается на 0,4 млн га. [6]. Рост твердых бытовых отходов за последние 3 года отражен в рис. 1.



Рис. 1. Рост ТБО на территории Российской Федерации в период 2016-2018 гг.

На сегодняшний день в связи с критическим экологическим положением в мире и популяризацией мероприятий по охране экосистемы, появилась волна активного поиска оптимального способа утилизации твердых бытовых отходов с минимизацией негативных выбросов в окружающую среду. На данный момент миру известно несколько способов по утилизации ТБО строительного производства:

1. Полигоны для захоронения отходов.
2. Способ компостирования.
3. Мусороперерабатывающие предприятия.
4. Мусоросжигающие заводы.
5. Плазменная переработка.

*Полигоны для захоронения твердых бытовых отходов (ТБО)* строительного производства. Полигоны – специально подготовленная территория для временного хранения и утилизации твердых бытовых отходов, отвечающая всем санитарно-эпидемиологическим, пожарным требованиям безопасности населения. Утилизация на полигонах должна производиться на санкционированных территориях в расстоянии безопасном от населенных пунктов и опасных объектов. Территория, предназначенная для полигона ТБО, должна отвечать определенным условиям: водоупорные грунты, УГВ ниже 3 (трех) метров, изоляция грунта и отходов с помощью специальных материалов, предотвращающих проникновение вредных веществ в грунты (геотекстиль, геомембрана). Данные полигоны различаются двух видов:

- полигон для захоронения ТБО I – II классов;
- полигон для захоронения ТБО III – IV классов.

Данные диаграммы на рис. 2 показывают, что отходы первого класса кардинально меняют экосистему и губят природный баланс территории без восстановительного периода. Для второго класса опасности отходы наносят урон экосистеме в масштабах более 30 лет реабилитации. К сожалению, это не единственная проблема данного вида захоронения отходов. На сегодняшний день одной из ведущих проблем является рост в геометрической прогрессии числа несанкционированных полигонов. Данный вид захоронения отходов исключает перебор и сортировку. Хранящиеся в таком виде материалы, особенно первых классов опасности, должны в незамедлительном порядке быть ликвидированы, естественное разложение таких отходов ставит под серьезную угрозу жизнь и экологическую безопасность населения.

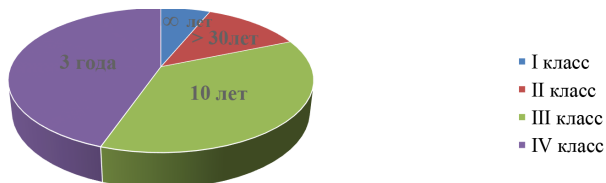


Рис. 2. Период разложения ТБО в зависимости от класса опасности

*Способ компостирования.* Компостирование – биотермическая переработка отходов третьего и четвертого классов опасности получая конечный продукт в виде органического удобрения (компост). Процесс компостирования осуществляется в биотермическом барабане, при котором в качестве энергетического материала используются аэробные микроорганизмы, способствующие окислению и разложению органической массы бытовых отходов. В зависимости от состава отходов в результате технологического процесса выделяются определенные вредные вещества: пыль органического и минерального происхождения, окись углерода, толуол, ксилол, углеводороды, бензол, ацетон и др. В соответствии с чем, исследования Института минералогии, геохимии и кристаллографии редких элементов (ИМГРЭ) показали, что компост, приготовленный из бытового мусора, значительно превосходит почвы по содержанию таких токсичных элементов. Применение такого компоста приводит к существенному накоплению этих элементов в почве и сельхозпродуктах. По полученным данным санэпидстанция вынесла однозначный вердикт: удобрения с таким содержанием тяжелых металлов использовать категорически запрещено.

Однако, все-таки нужно отметить, что биотермическое компостирование может найти применение в сельскохозяйственной отрасли, где имеется значительное количество сельскохозяйственных отходов, не содержащих тяжелые металлы и другие вредные, в том числе радиоактивные, компоненты, и продукцию такого компостирования можно использовать в качестве удобрения почвы.

*Мусороперерабатывающие предприятия.* Данный способ является общим от способа компостирования. Однако компостирование в своей основе рассматривает переработку органических отходов, когда в свою очередь мусороперерабатывающие предприятия используют неорганические отходы (бумага, дерево, стекло, крышки, некоторые виды пластика, металл и т. п.). Сегодня на территории Российской Федерации помимо государственных проектов по строительству мусороперерабатывающих предприятий создаются частные сооружения для переработки отходов и создания вторичного сырья в виде многоцветного материала. Однако у данной технологии существует две основные проблемы: очень

низкий процент отходов, принимаемый на переработку (5–6 %); отсутствие экономической эффективности проекта, т. е. прибыль от сортировки смешанных ТБО не покрывает затрат на сортировку, и требует дотаций в виде тарифа на переработку.

Идея переработки таится еще с масштабных программ по утилизации отходов 70-х годов на территории СССР. Способ утилизации ТБО как переработка привел такие положительные стороны как:

- вторичное использование материалов;
- максимальная мера устранения химической активности в отходах;
- производство энергии.

*Мусоросжигающие заводы.* Мусоросжигание. Цель мусоросжигания – полностью утилизировать твердые бытовые отходы, а, следовательно, ликвидировать имеющиеся городские свалки и не допустить образование новых. В следствии чего предприятия, на которых производится такое обезвреживание (заводы по термической переработке твердых бытовых отходов), являются природоохранными. Принцип работы данного завода следующий: сжигание бытового мусора производится в топочных устройствах специальных котлоагрегатов, конструкция которых учитывает специфичные свойства мусора – высокую влажность (до 65 %), широкое разнообразие компонентов, строительный материал, битое стекло, пластмассу, вязкие и гниющие вещества и др. В случае необходимости указанные топочные устройства допускают совместное сжигание твердых бытовых отходов и твердых горючих остатков сточных вод после очистки сооружений или твердых горючих нетоксичных промышленных отходов.

Образующее от сжигания отходов тепло расходуется частично на собственные нужды завода, а остальное – на внешнее потребление (при необходимости) либо в виде пара (насыщенного или перегретого), либо в виде горячей воды с температурой до 150°С или на выработку электроэнергии в паротурбинной установке, потребляемой на собственные нужды завода. При необходимости возможна выработка электроэнергии для внешних потребителей.

Остающиеся после сжигания бытовых отходов шлаки, зола используются для изготовления по специально разработанному технологическому процессу облицовочной материалов.

Металлы, находящиеся в составе шлака и золы в количестве 25 кг на одну тонну ТБО и остающиеся на дне шлаковой ванны, выпускаются в жидком состоянии в специальные формы для образования слитков, которые сдаются по определенной цене предприятиям Вторчермета.

В свою очередь опасные вещества такие как диоксин и фуран действительно могут образовываться при неполном сгорании топлива, в составе которого содержатся хлор, фтор и органические компоненты. Но в результате опытного исследования установлено, что если после сжигания бытовых отходов дымовые газы будут находиться в течение более двух секунд под воздействием температуры не ниже 850 °С, то диоксины и фураны практически не образуются, так как сложные хлор-, фторсодержащие и углеводородные соединения, служащие их основой, разлагаются на нейтральные вещества [3].

Несколько слов о тяжелых металлах, находящихся в составе бытового мусора. Исследованиями установлено, что из 25 кг металла на тонну твердых бытовых отходов 11,26 кг – тяжелые металлы (мышьяк, свинец, кадмий, хром, медь, марганец, никель, ртуть, цинк, олово и др.), которые являются вредными для человека. В результате сжигания бытовых отходов они в парообразном состоянии переходят в состав дымовых газов, где конденсируются на поверхностях зольных частиц и пыли. После очистки дымовых газов в электрофильтре или рукавном фильтре в них остается не более 2,5 г (в расчете на одну тонну бытовых отходов). Следовательно, в атмосферу будет выброшено только 0,022 % от первоначального количества тяжелых металлов, что является ниже предельно допустимого процента выброса [4].

*Плазменная переработка.* Плазменная переработка мусора (ТБО), по существу, представляет собой не что иное как процедуру газификации мусора. Технологическая схема данного способа предполагает собой получение из биологической составляющей отходов газа с целью применения его для получения пара и электроэнергии. Составной частью процесса плазменной переработки являются твердые продукты в виде непиролизуемых остатков или шлака. Такой способ утилизации приносит двойную пользу:

избавляет страну от мусора и производит необходимую для нужд населения энергию. При плазменной переработке выделяется газ, но его не выбрасывают в атмосферу, а используют как источник энергии. Он способен заменить природный газ, уголь или мазут. Данной методикой ликвидации ТБО активно пользуются такие страны как Канада, Израиль, Америка, Великобритания. Емкий и эффективный с разных сторон способ является ведущим в будущем многих стран, в том числе его планируют воплотить в жизнь и на территории России.

### **Выводы**

Исходя из изучения нормативно-правовой базы и современных технологий утилизации твердых бытовых отходов были сделаны следующие заключения:

1. Нормативно-правовая база Российской Федерации по хранению, обработке и утилизации ТБО разработана в конце XX начале XXI века, является устаревшей, ввиду существенных изменений как в период десятилетия, так и в годовой период.

2. Отсутствует современная отлаженная контролируемая система формирования документации по транспортировке, переработке и утилизации ТБО.

3. Некомпетентность и коррупционная направленность на всех этапах реализации программы в отношении ТБО.

4. В России твердый бытовой мусор преимущественно складывается на загородных свалках. Полигоны для ТБО – являются нерациональным и безответственным способом утилизации отходов строительного производства, нанося непоправимый вред экосистеме планеты.

5. На сегодняшний день активно и успешно используются прогрессивные и безопасные способы ликвидации ТБО: мусоросжигающие заводы и плазменная переработка. Единственный риск может заключаться только в человеческом факторе. При соблюдении техники безопасности, санитарных норм, норм допустимых температур сгорания риска уничтожения экосистемы равен нулю.

## Литература

1. Федеральный закон от 24 июня 1998г. № 89 «Об отходах производства и потребления» с изменениями (02.08.2019 г.)
2. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 30 мая 2001 г. № 16 «О введении в действие санитарных правил».
3. *Матросов А. С.* Проблемы санитарной очистки города Москвы / А. С. Матросов // Известия Академии промышленной экологии. 1997. № 1. С. 10 – 12.
4. *Лебедев В. М.* Теплоэнергетика региона / В. М. Лебедев. Омск, 1998. 102 с.
5. *Левин Б. И.* Использование отходов в качестве топлива путем экологически чистого обезвреживания с выработкой энергии (применительно к городскому хозяйству Москвы) / Б. И. Левин, А. А. Бутко. М.: Прима-Пресс, 2005. 128 с.
6. Постановлением Правительства Российской Федерации от 29 февраля 2019 № 362 «О государственной программе «Охрана окружающей среды (2012–2020 гг.)»
7. Федеральный закон № 7-ФЗ от 10 января 2002 г. «Об охране окружающей среды» (ред. от 26.07.2019 г.).
8. «Земельный кодекс Российской Федерации» от 25.10.2001 № 136-ФЗ (ред. от 02.08.2019).
9. «Уголовный кодекс Российской Федерации» от 13.06.1996 № 63-ФЗ (ред. от 02.12.2019).



УДК 625.5

*Юрий Игоревич Чебукин,*

студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)

*E-mail: 92440@mail.com*

*Yuriy Igorevich Chebukin,*

student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)

*E-mail: 92440@mail.com*

**РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ ОРГАНИЗАЦИИ  
ПРОЕКТИРОВАНИЯ В РАМКАХ  
КОНЦЕССИОННЫХ СОГЛАШЕНИЙ  
НА ПРИМЕРЕ ОБЪЕКТА  
ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ**

**RESOLUTION OF PROBLEMS OF DESIGN  
ORGANIZATION WITHIN THE FRAMEWORK  
OF CONCESSION AGREEMENTS  
ON THE EXAMPLE OF THE OBJECT  
OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE**

В статье рассмотрены современные особенности применения концессионных соглашений на примере объекта транспортной инфраструктуры в частности при проектировании и строительстве трамвайного депо. Описаны возможности структуризации экономической диспозиции между государственным заказчиком и частными инвесторами. Представлены положительные и отрицательные стороны государственно-частного сотрудничества. Поставлена задача в потребности вовлечения инвестиций. Представлен вариант пошаговой реализации крупного проекта трамвайной сети с приведением производственной схемы и деление на этапы строительства. Рассматривается перечень возможностей по оптимизации и модернизации текущей ситуации в ключевых моментах: организационно-техническом, политическом, экономическом.

*Ключевые слова:* трамвайный парк, концессия, оптимизация, транспортная инфраструктура, депо, государственно-частное партнерство, проект.

The article discusses the modern features of the application of concession agreements using the example of a transport infrastructure object, in particular, when designing and building a tram depot. The possibilities of structuring the economic disposition between the state customer and private investors

are described. The positive and negative aspects of public-private cooperation are presented. The task is set in the need to attract investment. A version of the step-by-step implementation of a large project of a tram network with the production scheme and the division into stages of construction is presented. The list of opportunities for assimilation and modernization of the current situation at key points: organizational, technical, political, economic.

*Keywords:* tram park, concession, optimization, transport infrastructure, depot, public-private partnership, project.

За последнее время в Санкт-Петербурге произошли как отрицательные, так и положительные изменения. Происходит стабилизация макроэкономической и деструктуризация политической ситуации, тем не менее улучшаются условия для привлечения инвестиций. На текущий момент, к сожалению, предложение инвестиционных ресурсов меньше чем потребность объектов привлекательных для инвесторов. Необходимо модернизировать условия для повышения динамики в сфере инвестиционной деятельности. Помимо мер общего характера адаптации условий инвестирования, таким механизмом являются так же государственные концессии.

Так или иначе, благодаря систематическому отчуждению собственности государства, что вынуждает искать новые методы регулирования государственной собственности, а также по итогам проведения рыночных реформ в области реконструкции и строительства транспортной инфраструктуры и капитального строительства, сформировались благоприятные обстоятельства, достаточные для реализации концессий.

На балансе государства имеется огромное количество объектов, негодных к приватизации, но требующих вложений и регулирования. В подавляющем большинстве случаев это категории объектов инфраструктуры, безотказная работа которых, одна из наиболее важных социальных, а также производственных задач, в свою очередь, решение этого вопроса, влечет за собой необходимость вложений весомых объемов капитала, заметно превышающие потенциал федерального и местных бюджетов.

Решением данной задачи, по мнению экспертов, может послужить концессия – договор о создании или реконструкции за счет средств инвесторов, объектов недвижимого имущества, находящихся в государственной собственности, вследствие чего

инвестор получает возможность эксплуатировать объект на возмездной основе, собирая доход в свою пользу (рис. 1).

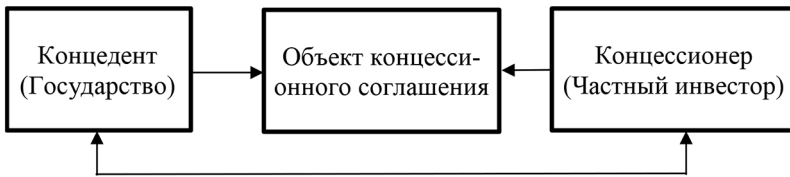


Рис. 1. Схема участников объекта концессионного соглашения

Так, кандидат экономических наук М. Субботин в 2004 г. выразил мнение, что «в ряде случаев концессии действительно самый эффективный, а порой и единственный способ привлечь частные инвестиции в те сферы хозяйства, которые государство не может или по каким-то причинам не хочет приватизировать» [3].

Продолжительность заключаемой концессии, как правило, играет важную роль в степени рентабельности в реализации проекта. В среднем это 10–25 лет. Чем короче установлен срок концессионного соглашения в сфере инфраструктуры, тем ниже возможности концессионера окупить вложенные инвестиции, и как следствие не выполнить свои обязательства в полном объеме. В этом случае инвестор вынужден повышать плату для населения, что часто происходит с концессиями, где срок реализации устанавливался от 5 до 15 лет, в наем случае это ЗСД (Западный-скоростной диаметр).

Реализация государственно-частного партнерства способствует формированию взаимовыгодного сотрудничества государства и бизнеса, но, в то же время создает дополнительные риски в процессе осуществления совместных проектов, т. е. имеет как преимущества, так и недостатки (табл. 1).

На текущий момент в Санкт-Петербурге из крупных концессий планируется реализация Широтной магистрали ШМСД «Восточный скоростной диаметр, реконструкция всеми известного многофункционального футбольного стадиона на Крестовском острове, а также высокоскоростной трамвайной линии от ст. м. «Южной» до г. Колпино, на подобии трамвайной линии «Чижик» в Красногвардейском районе, которая приведена в качестве примера организации планирования в данной статье (рис. 2).

**Преимущества и недостатки концессионного соглашения [4]**

Преимущества	Недостатки
Конкурентные процедуры отбора частных компаний	Усложненный порядок реализации
Повышение прозрачности бизнеса	Высокие транзакционные издержки
Адекватное распределение рисков между участниками	Стоимость заимствований превышает стоимость государственного финансирования
Учет баланса интересов всех участников	Опыт управления объектами инфраструктуры не всегда достаточен
Использование эффективных и инновационных подходов частного сектора в управлении госсобственностью	Риски формирования структуры корпоративного управления
Распределение рисков между участниками проекта	Неоднозначные отношения общественности и политические последствия

Открытый конкурс проводился на основании Постановления Правительства Санкт-Петербурга № 936 от 15.10.2015. В связи с тем, что создание столь масштабного проекта не может вестись как единый объект, его делят на этапы, для упрощения восприятия в части порядка реализации. Ниже приведена отраслевая схема и само деление [1].

Исходя из структурной схемы, представленной выше, в стандартном варианте управления «Заказчик – Подрядчик» появляется два дополнительных звена, в т. ч. частный проверяющий орган, относящийся непосредственно к концессионеру, что в значительной степени усложняет процедуры по согласованию как основных проектных решений, так и проекта в целом, а «благодаря» дополнительному проверяющему органу «техническому заказчику», ход строительства и проектирования подвергается двойному входному контролю, согласованию, утверждению «в производство работ». Как следствие угроза срыва сроков ввода объекта в эксплуатацию (рис. 3).

**Этапы реализации объекта  
концессионного соглашения**

Этап 1	<p>1. Этап создания объекта 1. Этап строительства 1.1. Строительство трамвайного участка № 3 по ул. Хасанская (в границах от пр. Наставников до разворотного кольца, включая разворотное кольцо).</p> <p>2. Этап создания объекта 1. Этап строительства 1.2. Строительство трамвайного участка № 3 по пр. Наставников (в границах от ул. Хасанская до пр. Косыгина)</p>
Этап 2	<p>1. Этап создания объекта 2. Этап строительства 2.1. Реконструкция трамвайного участка № 2 по пр. Косыгина (в границах от ул. Передовиков до пр. Наставников, включая трамвайный узел № 219 на перекрестке пр. Косыгина и пр. Наставников).</p> <p>2. Этап создания объекта 2. Этап строительства 2.2. Строительство трамвайного участка №1 по пр. Косыгина (в границах от Уткина пер. до ул. Передовиков).</p>
Этап 3	<p>1. Этап создания объекта 3. Этап строительства 3.1. Строительство трамвайного участка № 3 по пр. Наставников (в границах от пр. Косыгина до Ириновского пр.).</p> <p>2. Этап создания объекта 3. Этап строительства 3.2. Строительство трамвайного участка № 4 по Рябовскому шоссе (в границах от ул. Коммуны без разворотного кольца до к/п Ржевка, включая разворотное кольцо)</p>
Этап 4	<p>1. Этап создания объекта 4. Этап строительства 4.1. Строительство трамвайного депо на территории парка №11.</p> <p>2. Этап создания объекта 4. Этап строительства 4.2. Строительство трамвайного участка № 5 по ул. Потапова (в границах от Ириновского пр. до трамвайного парка № 11).</p> <p>3. Этап создания объекта 4. Этап строительства 4.3. Строительство трамвайного участка № 4 по Ириновскому пр. (в границах от ул. Передовиков до ул. Коммуны, включая разворотное кольцо и трамвайный узел № 218 на перекрестке Ириновского пр. и пр. Наставников)</p>

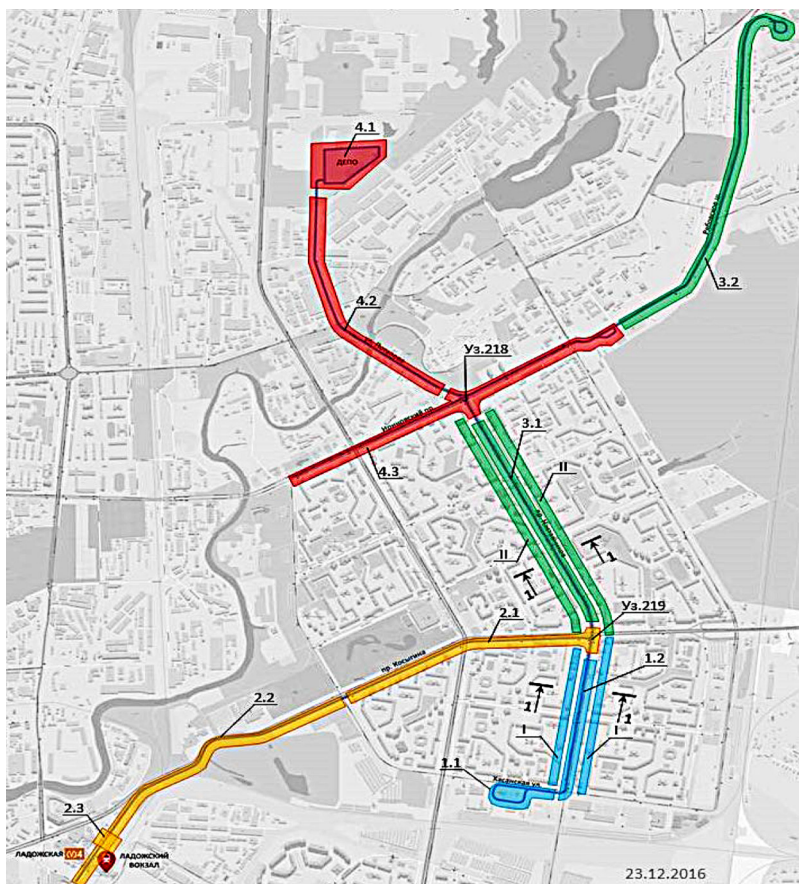


Рис. 2. Ситуационный план объекта: «Создание и реконструкция трамвайной сети в Красногвардейском районе»

Решением вышеприведенных задач для всех участников реализации концессионного соглашения в данном случае может служить:

1. Запрет на внесение изменений на этапе строительства в утвержденную проектную документацию, связанную с изменением параметров объекта, влияющих на конструктивную надежность и безопасность, что экономит временные и финансовые ресурсы на прохождение повторной экспертизы.

2. Сокращение количества информационных каналов, посредством запрета коммуникации технического заказчика непосредственно с подрядчиком концессионера и прочими участниками концессионного соглашения, для возможности контроля входящей и исходящей информации, исключения ее неверного толкования и интерпретации для минимизации беспорядочного количества принимаемых решений и как следствие ясности в ходе проведения проектных и строительно-монтажных работ.

3. Создание отдельного регламента по прохождению государственной экспертизы в рамках концессионных соглашений, что позволит избежать недоработок бюрократического аппарата, в части приемки и проверки проектной документации.

4. Сокращение количества лиц, принимающих решения и несущих за них ответственность. Для реализации потребуется разработка упрощенной методики согласования и принятия решений, для возможности своевременного изучения и обработки информации.

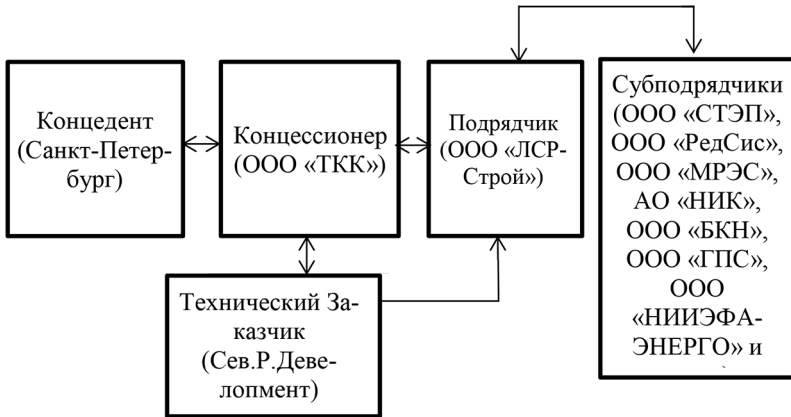


Рис. 3. Структурная схема управления реализацией проекта трамвайного депо

Данные задачи необходимо детально изучить и разрешить на уровне системы. В век информационных интернет-технологий можно с легкостью распространить графические и текстовые матери-

алы, посредством чего наладить информационную прозрачность расходов инвестиций.

Хотелось бы отметить, что среди главных проблем, затормаживающих реализацию трамвайной сети, можно выделить нарушение коммуникации между государством и концессионером (бизнесом), большое количество монополизированных предприятий (сетевые организации), коррупцию, а также волнения инвесторов в части рентабельности проекта в целом. Базовый риск заключается в исполнении государством своих обязательств в долгосрочной перспективе, с учетом особенностей финансирования проектов на основе ГЧП [5].

Так как представители власти испытывают недостаток в возможности финансирования крупных инфраструктурных проектов, в первую очередь необходимо, чтобы были мотивированы представители бизнес-сообщества, и в качестве ключевых мер возможно представить следующее:

- борьба с коррумпированностью среди управления администрации, повышение квалифицированности и компетенций руководящих позиций;
- детальное изучение и заимствование опыта иностранных коллег на фоне российской действительности;
- привлечение внимания со стороны инвесторов к возможным проектам, проведение тендерных процедур на основе здоровой и справедливой конкуренции с применением современных информационно-коммуникативных возможностей;
- внедрение передовых технологических решений без повышения затрат на обслуживание пользователей.

Только при целенаправленном движении в этом направлении, появится возможность, увеличивать количество и скорость реализации объектов концессионных соглашений. При таком векторе развития, инициатива частных инвесторов будет обыденным, а не из ряда вон выходящим явлением, в результате которого будет наблюдаться динамика снижения нагрузки на городской бюджет.



## Литература

1. Постановление Правительства Санкт-Петербурга № 936 от 15.10.2015 «О заключении концессионного соглашения о создании, реконструкции и эксплуатации трамвайной сети в Красногвардейском районе Санкт-Петербурга» [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.glavbukh.ru/npd/edoc/99\\_537981893](https://www.glavbukh.ru/npd/edoc/99_537981893) (дата обращения: 28.03.2019).
2. *Джинджолия А. Ф.* Государственно-частное партнёрство: сущность, формы, перспективы и основные направления развития в современной экономике. – М.: Экономическое образование, 2010. – 238с.
3. *Субботин М.* Возвращение концессии / Российская газета. Федеральный выпуск № 452 URL: <https://rg.ru/2004/03/23/koncessii.html> (дата обращения: 29.03.2019).
4. *Сергеев А. А.* Особенности рисков в государственно-частном партнерстве / А. А. Сергеев // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2011. Т. 4. № 11. С. 18–22.
5. *Батура О.* Проблемы и перспективы концессий // Эксперт. Общество. – М., 2014 [Электронный ресурс]. – URL: <http://expert.ru/northwest/2014/29/problems-i-perspektivy-i-koncessij/>.

УДК 658.5:692

*Александра Маринкович,*  
канд. архит., ст. преподаватель  
(Нишевский технический  
университет)  
E-mail: alexytea@yahoo.com

*Aleksandra Marinković,*  
PhD of Arch., Senior Lecturer  
(Visoka tehnička škola strukovnih  
studija Niš)  
E-mail: alexytea@yahoo.com

## **STRUCTURE OF WORKSHOPS FOR MACHINERY MAINTENANCE WITHIN ROAD CONSTRUCTION COMPANIES IN NIŠAVA COUNTY**

### **ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ И КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ В ДОРОЖНЫХ КОМПАНИЯХ НИШАВСКОГО ОКРУГА**

In this paper the results are presented of the analysis on contemporary workshops for the maintenance and repair of construction machinery within the road companies operating in the Nisava county. The central workshops for the maintenance of construction machinery are within the sector of Construction machinery, with the task to carry out the correct and rational use of the machinery, in accordance with the needs of the operating sector of the road company. Results are given in the form of tables that shows types of the machines that are most often subject to inspection and maintenance, and a list of the most common types of repairs done in such workshops.

*Keywords:* road construction company, workshops for inspection and maintenance of construction machinery, diagnostics and maintenance.

Анализируется деятельность современных авторемонтных мастерских, принадлежащих дорожно-строительным компаниям Нишавского округа, Сербия. Особое внимание уделяется строительной технике, ее правильному использованию в рамках выполнения задач дорожного строительства. Результаты представлены в виде таблиц, где показаны типы машин, чаще всего подвергаемых проверке и техническому обслуживанию, а также список наиболее распространенных видов авторемонта.

*Ключевые слова:* строительные машины, строительная техника, техническое обслуживание строительных машин, капитальный ремонт строительных машин.

*I dedicate this paper to my dear late Professor Dr Slobodan Mirkovic,  
the great sympathizer of Russia and the Russian people.*

## **Introduction**

In the last few years, the existing road network of the Republic of Serbia, which is classified as medium-developed, has been rapidly evolving with the aim of translating it into highly developed by world and European standards by constructing new highways, semi-highways, primary and secondary roads. For such a complex task of transformation of the road network, it is necessary to include highly productive capacities and professionally trained personnel of road companies operating in the Nisava region. Within the scope of their activity, such companies perform works on the construction, reconstruction and maintenance of roads of all kinds. Road construction companies are systems of broad organizational structure, with sectors, units and services entrusted with tasks that are important for their high quality work in complex economic and market settings [3]. For successful construction, reconstruction, rehabilitation and maintenance of the roads it is an imperative that all sectors, work units and services of a company are well functioning and reliable, and this is especially important and required from the operational sector. The operational sector consists of work units that are responsible for performing the basic road construction work: preparatory and tracing works; construction of road structures; construction of drainage facilities; laying the subgrade, subbase and base course of the road or earthwork; laying the surface course; setting up traffic signalization; finishing works and maintenance of the roads. The performance of these tasks is entrusted to the work units consisting of universal and specialized machinery as well as the well trained and expert personnel entrusted with the task of operating and servicing the machines. Thus, the most important road construction and maintenance machinery includes [2]: a) transport vehicles (trucks; dump trucks; dumpers; tankers for water, heated bitumen or cement in bulk; trailers or towing trains made of tractors and trailers or semi-trailers); b) earthmoving machinery (single or multi-bucket excavators; bulldozers; scrapers; graders; combined, classic or vibrating rollers; pneumatic rollers; vibrating

plates; front and overhead unloading loaders); c) prefabricated works (cranes; excavators); d) concrete machines (plants; mixers, pumps, vibro needles, road finishers); e) machines for working with the rock material (drilling machines and combined method of excavation of rock material; mobile and stationary plants for crushing and sifting stone material; scales for measuring); f) machines for preparation and production of reinforcement bars (machines for cold straightening; machines for cutting of classic and prestressed reinforcement); g) machines for laying asphalt (asphalt mixing plants in hot and cold process; machines for primary installation of asphalt mixture – finishers, machines for removing or scraping asphalt mixtures; pipe prefabrication machines).

Successful, rational and economical realization of construction tasks is only possible with optimal utilization of production capacities, machines and tools (mechanized tools, classic machines, automated, robotic and intelligent machines), as well as skilled staff, well organized system of production and supply of material and energy resources and quality functioning of the logistics and other production support systems. Analyzing the mechanization stock it is road companies mostly own earthmoving machines, hydraulic excavators with a depth or height bucket; higher and medium power bulldozers; graders; static and dynamic rollers (usually combined pneumatic and smooth rollers); loaders of all kinds; water or diesel fuel tankers; dump trucks and dumpers; emulsion distributors; concrete mixers and auto-concrete mixers; compressors; excavators with hydraulic hammers; drilling carts; milling machines for asphalt; forklifts, mobile cranes; concrete bases; asphalt bases, pavers and different delivery vehicles, machines for marking solid and dashed lines, etc. By researching the percentage distribution of the number of employees in individual sectors or work units within the road construction companies, Mirković found that about 37,51 % of employees are employed in the operational sector and about 39,32 % in the sector – construction machinery [4]. The fact that almost 40 % of employees work with machines or on their maintenance indicates how important workshops for repair and maintenance of the machines are for their proper functioning, and therefore for timely and quality execution of construction works.

### **Workshops/units for machinery maintenance**

Only with the quality organization of the mechanization work unit it is possible to keep the production capacities in a state of maximum operational and functional readiness and ability to perform the required work tasks on the construction and maintenance of roadways. The sector – construction machinery has the task of taking care of the available machinery and rolling stock, of maintaining, repairing (Pic. 1 and 2) and distributing it throughout the construction sites, sections or road sectors. This sector usually includes units such as: management, central repair and diagnostic workshops, engine unit, hydraulic equipment unit, welding unit, locksmith unit, sheet metal and paint unit, wiring unit, spare parts warehouse and small inventory, and unit of the drivers.

In order to review the processes related to the maintenance and rebuilding of construction machinery, it is necessary to know the flows that take place within the sector – construction machinery, starting with the receipt, sending the machine for inspection, diagnosing faults and referring to the appropriate workshop/unit for finishing or eliminating specific damage. Modern workshops for the maintenance and rebuilding of construction machinery most often consist of a repair workshop with a diagnostic center, an engine servicing unit, a hydraulics servicing unit, an electrical installation servicing unit, a locksmith unit, and a sheet metal and paint unit. This also includes a warehouse of small inventory and spare parts of a suitable surface area. The following types of interventions are performed in the workshops:

1. The workshop with the diagnostic center performs tasks related to the diagnosis of machine failures, the dismantling of their assemblies, the repair of elements on machine chassis, moving devices and the like (Table 2).
2. The engine servicing unit performs tasks related to the current, medium and general repairs of engines of construction machines and equipment (Table 1) used in the process of construction, reconstruction and maintenance of roads.
3. Hydraulic servicing unit performs tasks related to the replacement of damaged pipe lines, gear pumps, valves, hydraulic cylinders and other elements of hydraulic systems used in classical and complex machinery.

4. Electrical installations used in construction machinery are exposed to and susceptible to considerable failures during the working process, so their repair and maintenance are performed in specialized units for servicing electrical installations.

5. The complex and difficult working conditions that the working bodies of construction machinery are exposed to lead to fractures and deformations which significantly reduce the effect and capacity for fulfilling the works. Such damages on the working bodies and vital parts of the machines are eliminated in special locksmith and welding units.

6. Sheet metal and paint units carry out tasks related to the repair of body frame and individual parts of cabins of mobile machines for construction works.



Fig. 1. The repairman is working on minor defect on the excavator



Fig. 2. The repairman is working on mixer in the workshop

In order to review the processes related to the maintenance and rebuilding of construction machinery, it is necessary to know the flows that take place within the sector - construction machinery, starting with the receipt, sending the machine for inspection, diagnosing faults and referring to the appropriate workshop/unit for finishing or eliminating specific damage. Modern workshops for the maintenance and rebuilding of construction machinery most often consist of a repair workshop with a diagnostic center, an engine servicing unit, a hydraulics servicing unit, an electrical installation servicing unit, a locksmith unit, and a sheet metal and paint unit. This also includes a warehouse of small inventory and spare parts of a suitable surface area. The following types of interventions are performed in the workshops:

1. The workshop with the diagnostic center performs tasks related to the diagnosis of machine failures, the dismantling of their assemblies, the repair of elements on machine chassis, moving devices and the like (table 2).

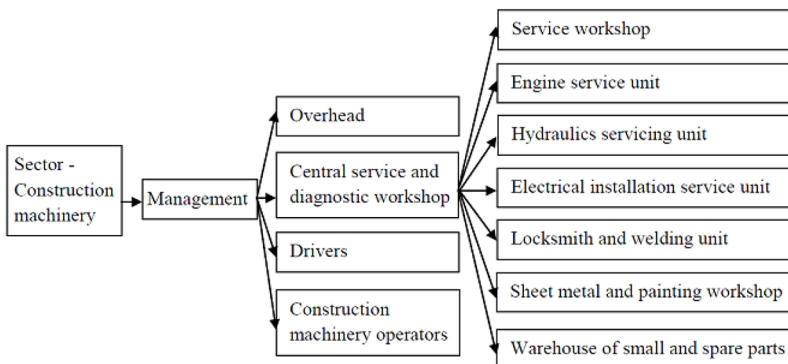
2. The engine servicing unit performs tasks related to the current, medium and general repairs of engines of construction machines and equipment (table 1) used in the process of construction, reconstruction and maintenance of roads.

3. Hydraulic servicing unit performs tasks related to the replacement of damaged pipe lines, gear pumps, valves, hydraulic cylinders and other elements of hydraulic systems used in classical and complex machinery.

4. Electrical installations used in construction machinery are exposed to and susceptible to considerable failures during the working process, so their repair and maintenance are performed in specialized units for servicing electrical installations.

5. The complex and difficult working conditions that the working bodies of construction machinery are exposed to lead to fractures and deformations which significantly reduce the effect and capacity for fulfilling the works. Such damages on the working bodies and vital parts of the machines are eliminated in special locksmith and welding units.

6. Sheet metal and paint units carry out tasks related to the repair of body frame and individual parts of cabins of mobile machines for construction works.



**Diagram 1.** Structure of the Sector – Construction machinery

*Table 1*

**Overview of minor and major malfunctions on construction machinery for the period of May 2017 – May 2019, that have been repaired in workshops/units of the road companies in the Nisava county**

Type of machine that has been serviced		Worshop/unit within the sector - construction machinery					
		Service workshop	Engine Servicing Unit	Hydraulic Service Unit	Electrical Installation Service Unit	Locksmith and Welding Unit	Sheet metal and paint Unit
		% of total number of machines that had been repaired in the worshop/unit					
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Auto Crane	0,96		0,9		5,3	
	Fuel tank truck	1,58		1,8			6,3
	Concrete mixer	1,28		1,4		5,3	
	Water tank truck	2,56	2,9	2,3	7,4		
	Backhoe bucket excavator	7,03	11,8	6,9		15,8	



Table end

1	2	3	4	5	6	7	8
	Backhoe loader	4,47	14,7	4,2			
	Bulldozer	3,83	2,9	5			
	Rollers, all kinds	7,98	11,8	7,5	7,4		19
	Asphalt milling machine	0,32		0,5			
	Grader	10,22		10,7	18,5	15,8	6,3
	Distributor for bitumen emulsion	0,96			11,1		
	Tipper	31,31	26,5	33,8	22,2	42	13
	Compressor	0,64					
	Vans (passenger vehicles)	4,79		3,2		5,3	44
	Manual vibrating roller	2,56	11,8	1,9			
	Forklift	0,32		0,5	3,7		
	Front bucket loader	13,74	8,8	16,7	7,4	10,5	
	Finisher	5,45	8,8	2,8	22,4		12
	Total, %	100	100	100	100	100	100

On the basis of the conducted researches in the road companies that are engaged in this activity in the territory of the Nisava county, an overview of specialized workshops/units within the central service and diagnostic workshop of the road equipment was made. In Table 1 a review is given of the machines and the equipment where minor and major failures occurred in the period from May 2017. until May 2019. In the Table 2 is given an overview and systematization of the most types of interventions on the a parts of machines and equipment during the said period.

Based on the available data on the completed rebuilding of machines in the central repair and maintenance workshop, the following mathematical expression can be suggested for the expected number of machines to be in need of rebuilding in a given year:

$$N_{mi} = \left( N_{mo} - N_{oi} \cdot e^{-\left[ \frac{T_{ge}}{(T_{ge} - T_i) \cdot T_m} \right]} \right)$$

wherein  $N_{mi}$  – the expected number of machines to be in need of rebuilding in a given year;  $N_m$  – number of newly purchased machines of the  $i$ -th type in the  $i$ -th year,  $N_{oi}$  – number of machines expected to be overhauled in year  $i$ ;  $T_{ge}$  – number of years planned for machine exploitation;  $T_i$  – the number of years that have elapsed in the operation of the machines since their acquisition purchase;  $T_m$  – the number of months in a year, the period for which regular maintenance is done.

Table 2

**Overview of the most common minor and major malfunctions in road construction machinery in the companies that were the subject of analysis for the period of May 2017 – May 2019**

Overview of the most common minor and major malfunctions in road construction machinery in the companies that were the subject of analysis for the period of May 2017 – May 2019.		Workshop/unit within the sector – construction machinery					
		Service workshop	Engine Servicing Unit	Hydraulic Service Unit	Electrical Installation Service Unit	Locksmith and Welding Unit	Sheet metal and paint Unit
	Type of intervention	% of the total number of repairs done in the observed workshop/unit					
1	2	3	4	5	6	7	8
	Engine repair		18,4				
	Water Pump Replacement		2,7				
	Fuel Pump Replacement		0,9				
	Electrical installations repair				5,1		
	Hydromotor repair			4,5			
	Replacement of bearings	1,8					

Table end

1	2	3	4	5	6	7	8
	Brake System Repair	17,8					
	Correcting, protecting and painting body frame						3
	Repair and replacement of parts of hydraulic system of machines			12			
	Replacing damaged exhaust pots	2,7					
	Replacement of damaged sorings	4,5					
	Various locksmith work					1,5	
	Replacing damaged coupling - clutch	3					
	Repair and replacement of pneumatic machine systems	2,1					
	Replacing damaged finisher conveyors	0,6					
	Repair and replacement of damaged gear units	6,3					
	Repair and replacement of damaged machine chassis parts	5,1					
	Repair and replacement of damaged compressor parts	2,1					
	Repair and replacement of damaged shock absorbers	0,3					
	Removing, repairing and replacing damaged cabin parts						3,3
	Diagnosis and defect of construction machinery	0,6					
	Various small repairs on vans	0,3					
	Repair of metal parts of dump truck						0,3
	Replacing damaged hub	0,3					
	Replacement of damaged fuel tanks	0,3					
	Total % of all the repairs in all the workshops/units	47,8	22%	16,5	5,1%	1,5%	6,6

## CONCLUSIONS

An analysis of the results presented in Tables 1 and 2 and a direct insight into the status of central service and diagnostic workshops of road companies in the Nisava county led to the following conclusions:

– the mobility and efficiency of the mechanization sector within the road companies depends to a large extent on the organization and equipment of all the services, and in particular on central service and diagnostic workshop for the maintenance and repair of the road machinery and equipment;

– given the increasing complexity of the machinery systems of modern construction machines and the modest equipment of central maintenance workshops, the downtime of the machine is prolonged, which in turn leads to an increase in financial expenses and a degree of operational efficiency in the accomplishment of its tasks;

– the specificity and mobility of construction machinery and equipment, as well as the demands for faster and more complex interventions, imposes the necessity for the formation of a central specialized and mobile service with latest tools, which would serve all road companies in the Nisava county, and this could potentially increase efficiency and reduce downtime of machinery during their work.

## Literature

1. *Marinković, A.* Građevinska mehanizacija, Visoka tehnička škola strukovnih studija, Niš, 2019.
2. *Mirković, S.* Građevinska mehanizacija, Građevinska knjiga, Beograd, 2005.
3. *Mirković, S.* Organizacija i ekonomika građenja, Građevinski fakultet univerziteta u Nišu, Niš, 1995.
4. *Mirković, S.* Savremeni organizaciono-strukturni modeli putarskih privrednih društava, Zbornik radova I nacionalnog simpozijuma sa međunarodnim učešćem TEIK 2010, Niš, 2010.

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Колчеданцев Л. М., Дроздов А. Д., Цыганкова М. А.</i> Оценка качества грунтового массива при строительстве фундаментов с криволинейной формой контактно поверхности с помощью функции желательности Харрингтона . . . . .	3
<i>Мищенко В. Я., Горбанева Е. П., Абраменко А. А., Решад Ф. А.</i> Новые технологии в строительной отрасли . . . . .	15
<i>Опарина Л. А.</i> Совершенствование организационного механизма материально-технического снабжения строительства . . . . .	27
<i>Ворона-Сливинская Л. Г., Тилинин Ю. И.</i> Оценка эффективности поточного метода в автодорожном строительстве . . . . .	35
<i>Кочерженко В. В., Сулейманова Л. А.</i> Обоснование и выбор рационального организационно- технологического решения строительства зданий и сооружений на крутых склонах . . . . .	41
<i>Басовский Д. А., Дегтярева И. Г.</i> Перспективы и сложности расширения строительства сети линейных объектов с цементобетонным покрытием на примере автомобильных дорог . . . . .	49
<i>Иванова Т. А., Колесникова Л. Г.</i> Графические методы организации производственных процессов на предприятии стройиндустрии . . . . .	55
<i>Кабанов А. В.</i> Организационно-технологические решения по строительству и реконструкции железнодорожных сортировочных комплексов . . . . .	62
<i>Кисель Л. Г., Срывкина Е. И.</i> Особенности внедрения ВМ-технологий на инвестиционной стадии жизненного цикла объектов строительства . . . . .	70
<i>Тилинин Ю. И., Бахтинов С. А.</i> Развитие организации и технологии крупнопанельного домостроения в условиях городского строительства . . . . .	85

<i>Бирюков Ю. А., Добрышкин Е. О.</i> Использование автоматизированных систем управления при планировании восстановления объектов жилищного фонда . . . . .	94
<i>Самохвалов М. А., Паронко А. А., Мусаев И. С.</i> Организация работ по устройству буроинъекционных свай с контролируемым уширением при усилении ленточных фундаментов . . . . .	101
<i>Величкин В. З., Вафина Д. Р.</i> Технология TOP-DOWN при строительстве и реконструкции зданий в условиях города Санкт-Петербург. . . . .	108
<i>Бахтинова Ч.О., Летова Ю. Е.</i> Особенности организации строительства деревянных жилых домов . . . . .	118
<i>Бовтеев С. В., Животягин Д. А.</i> Развитие методов планирования и контроля рисков в строительстве . . . . .	128
<i>Волкова Л. В., Крылова М. С.</i> Негативное влияние на окружающую среду процессов строительного производства и природоохранные мероприятия в строительстве . . . . .	137
<i>Горбанева Е. П., Еськова С. В., Каньшина Н. В., Шевченко Ю. В.</i> Современные энергосберегающие технологии и способы энергосбережения в строительстве. . . . .	144
<i>Понявина Н. А., Попова М. Е., Дедов А.</i> Формирование и развитие экостроительной политики в России . . . . .	152
<i>Челнокова В. М., Русинович В. Ю.</i> Приспособление производственного здания под современное использование . . . . .	163
<i>Чеснокова Е. А., Хохлова В. В., Чесноков А. С.</i> Внедрение BIM-технологий для более эффективного управления объектами недвижимости . . . . .	169
<i>Леоненко К. А., Шаленный В. Т.</i> Интенсификация производства каменно-монтажных работ с учётом требований эргономики . . . . .	174

<i>Вагабов Г. А., Мотылев Р. В.</i> Анализ организационно-технологических особенностей возводимых фундаментов при строительстве сборно-монолитных жилых зданий в зонах повышенной сейсмической активности . . . . .	182
<i>Казберова В. Д., Бахтинова Ч. О.</i> Порядок действий при выборе наиболее эффективного решения по изменению назначения промышленных зданий . . . . .	190
<i>Мищенко А. В., Горбанева Е. П.</i> Применение технологий информационного моделирования на всех этапах проектирования жизненного цикла объекта недвижимости . . . . .	195
<i>Телегина В. В., Черевко С. А., Дегтярева И. Г., Басовский Д. А.</i> Применение ресурсосберегающих технологий при строительстве линейных объектов. . . . .	207
<i>Чуприна О. Д., Симанкина Т. Л.</i> Методика расчета строительной готовности объекта . . . . .	219
<i>Шевченко С. Г., Челнокова В. М.</i> Развитие методики поточной организации календарного планирования дорожно-строительных работ . . . . .	227
<i>Можеровцев Н. Ю.</i> Совершенствование методов расчета проектного буфера с учетом неопределённостей. . . . .	234
<i>Хошнав Ю.</i> Необходимость разработки строительных норм в Ираке . . . . .	241
<i>Царенко А. А.</i> Факторы, влияющие на выбор способа зимнего бетонирования буронабивных свай. . . . .	248
<i>Юргайтис А. Ю.</i> Математические методы и модели для оптимизации планов работ производственной программы строительной организации. . . . .	255
<i>Андреева Д. А.</i> Техники составления сметных расчетов в целях синхронизации с календарным планом . . . . .	261

<i>Бутина Н. А.</i> Контроль, координирование и информационное взаимодействие при строительстве газодобывающего комплекса в условиях вечной мерзлоты . . . . .	268
<i>Догадина Е. А.</i> Методика планирования работ по строительству нефтепроводов. . . . .	275
<i>Зайцева Я. В.</i> Организация и планирование процессов проектирования . . . . .	283
<i>Кочетова М. С.</i> Организационно-технологические решения при благоустройстве придомовой территории. . . . .	296
<i>Савчук К. Э.</i> Анализ строительно-монтажных работ при устройстве системы вентиляции в промышленных цехах . . .	302
<i>Сендрева А. И.</i> Анализ организационно-технологических решений по переработке твердых бытовых отходов строительного производства . . . . .	309
<i>Чебукин Ю. И.</i> Решение проблем организации проектирования в рамках концессионных соглашений на примере объекта транспортной инфраструктуры . . . . .	320
<i>Aleksandra Marinković.</i> Structure of workshops for machinery maintenance within road construction companies in Nišava county . . . . .	329



Научное издание

**ОРГАНИЗАЦИЯ  
СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Материалы II Всероссийской научной конференции  
4–5 февраля 2020 года

Компьютерная верстка *О. Н. Комиссаровой*

Подписано к печати 03.02.2020. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бум. офсетная.

Усл. печ. л. 20,0. Тираж 300 экз. Заказ 10. «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.