



# СБОРНИК СТАТЕЙ МАГИСТРАНТОВ И АСПИРАНТОВ СТРОИТЕЛЬНОГО ФАКУЛЬТЕТА

Том 2



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ, 2024

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации

Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет

**СБОРНИК СТАТЕЙ МАГИСТРАНТОВ  
И АСПИРАНТОВ СТРОИТЕЛЬНОГО  
ФАКУЛЬТЕТА**

**Том 2**

Санкт-Петербург  
2024

УДК 69

*Рецензенты:*

технический директор *Я. В. Ильин* (ООО «РусКон»);  
канд. техн. наук, главный инженер проекта *Е. С. Федулов*  
(ООО «Центр экспертизы и проектирования строительных конструкций»)

**Сборник статей магистрантов и аспирантов строительного факультета.** В 2-х т. Т. 2 / Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2024. – 216 с. – Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-9227-1385-6

ISBN 978-5-9227-1387-0

Представлены статьи студентов, аспирантов и молодых ученых Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета по актуальным проблемам современного строительства. Сборник состоит из двух томов. Том 2 включает секции: автомобильных дорог, мостов и тоннелей, организации строительства, технологии строительного производства.

*Печатается по решению Научно-технического совета СПбГАСУ*

*Редакционная коллегия:*

канд. архит., доцент *О. А. Пастух* (научный редактор);  
д-р экон. наук, профессор *Л. Г. Ворона-Сливинская*;  
канд. техн. наук, доцент *М. В. Молодцов*;  
канд. техн. наук, доцент *Т. А. Иванова*;  
канд. техн. наук, доцент *С. В. Ланько*;  
канд. техн. наук, доцент *В. В. Михаськин*;  
канд. техн. наук, доцент *Е. Н. Корныльев*;  
канд. техн. наук, доцент *Н. С. Воронцова*

ISBN 978-5-9227-1385-6

ISBN 978-5-9227-1387-0

© Авторы статей, 2024

© Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2024

# **СЕКЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ, МОСТОВ И ТОННЕЛЕЙ**

**УДК 625.8**

*Михаил Александрович Мироненко,*  
студент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: miha89500144564@gmail.com*

*Mikhail Aleksandrovich Mironenko,*  
student  
(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: miha89500144564@gmail.com*

## **СРАВНЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ И ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

### **COMPARISON OPERATIONAL RELIABILITY OF ASPHALT CONCRETE AND CEMENT CONCRETE PAVEMENTS**

В статье проведен анализ эксплуатационной надежности асфальтобетонных и цементобетонных покрытий. Выявлены основные достоинства и недостатки различных покрытий капитального типа. Проведен анализ по коэффициенту трения скольжения и сделаны выводы по оценке управляемости автомобиля, эксплуатируемого в разных погодных условиях на асфальтобетонных и цементобетонных дорожных покрытиях. Также проведен подробный анализ коэффициентов сцепления и изменения сцепных качеств. Приведены достоинства и недостатки асфальтобетонных и цементобетонных дорожных покрытий, их сравнительные характеристики. Наиболее оптимальным выбором эксплуатационной надежности дорожного покрытия принимается цементобетонное дорожное покрытие. Материалы для дорожного покрытия, такие как асфальтобетон и цементобетон, являются неотъемлемой частью строительства автомобильных дорог. Бетонные смеси обеспечивают прочность и долговечность покрытия, обеспечивая комфорт и безопасность на дороге.

*Ключевые слова:* асфальтобетон, цементобетон, дорожное покрытие, автомобильная дорога, бетон.

The article examines the operational dependability of asphalt concrete and cement concrete coatings, delving into the strengths and weaknesses of different types of capital coatings. The study includes an analysis of the sliding friction coefficient and draws conclusions on the drivability of vehicles in different weather conditions on asphalt and cement concrete road surfaces. Additionally, there is a comprehensive examination of the coupling coefficients and variations in vehicle coupling qualities on road surfaces of varying types. In conclusion, it is emphasized that the selection between asphalt concrete and cement concrete coatings relies on the specific conditions and requirements of the road infrastructure. Therefore, it is recommended to thoroughly assess their pros and cons before deciding on the construction of a pavement with a particular type of coating. Paving materials such as asphalt concrete and cement concrete are an integral part of highway construction. Concrete mixes ensure the strength and durability of the coating, providing comfort and safety on the road.

*Keywords:* asphalt concrete, cement concrete, road surface, highway, concrete.

Дорожное строительство играет важную стратегическую роль во всем мире. Для решения проблем в области транспорта необходимо развивать и улучшать дорожную инфраструктуру. Однако расширение основных дорог федерального и регионального значения с использованием традиционных методов автомобильно-дорожного строительства недостаточно. В будущем необходимо искать наиболее эффективные конструкции и материалы для создания дорожного полотна. В России существуют два основных типа покрытия для автомобильных дорог – асфальтобетонное и цементобетонное. Однако качество дорожных покрытий и состояние дорожной инфраструктуры в России оставляют желать лучшего. Следует уделять достаточное внимание вопросам транспортной и дорожной инфраструктуры, поскольку они непосредственно влияют на экономику государства и отражаются в глобальном рейтинге.

В настоящее время в России активно ведется строительство дорог, при котором используются как асфальтобетонное, так и цементобетонное покрытие. Однако наиболее предпочтительным вариантом является асфальтобетон, благодаря его более низкой стоимости производства. Этот выбор был сделан еще в 60-х годах

прошлого века по нескольким причинам, включая доступность нефти для производства битума, простоту технологии и возможность частичного ремонта. Однако, такое предпочтение привело к прекращению производства строительной техники для укладки цементобетонного покрытия и практическому прекращению научных исследований в этой области. В результате, в России доля экономических асфальтобетонных покрытий остается высокой.

В настоящем столетии стоимость нефти значительно возросла, что привело к увеличению цены на битум. В результате, иногда асфальтобетонное покрытие становится дороже цементобетонного. Кроме того, возникла необходимость в увеличении срока службы дорожного покрытия, связанная с увеличением грузоподъемности транспортных средств и ростом интенсивности движения. Цементобетонное покрытие, прослуживающее от 20 до 30 лет, представляет собой хорошую альтернативу асфальтобетонному, который держится всего от 3 до 5 лет.

Как уже упоминалось ранее, в настоящее время в России при строительстве автодорожных покрытий используются два основных материала – асфальтобетон и цементобетон.

Схематическая схема разделения асфальтобетонного покрытия на основе щебня представлена на рис. 1.

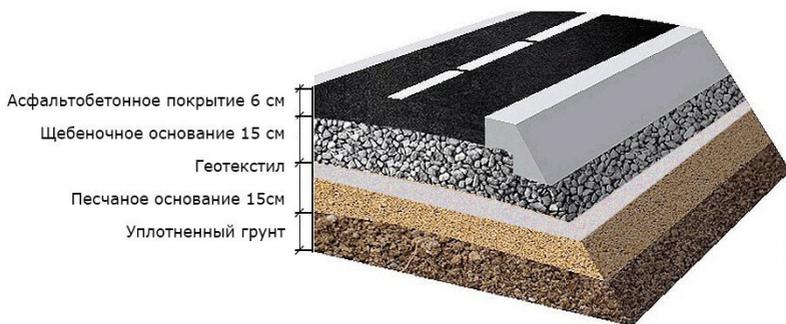


Рис. 1. Иллюстрация, показывающая внутреннюю структуру асфальтобетонного покрытия

Смешанной смеси минеральных вяжущих материалов, минеральных заполнителей и добавок с использованием подогрева и механического воздействия. Асфальтобетон широко используется для покрытия дорожных и тротуарных покрытий, а также для строительства аэродромов, парковок и других объектов. смеси, приготовленной специально и смешанной в нагретом состоянии. Состав этой смеси включает в себя:

- щебень (или гравий) и песок (природный или искусственно обработанный) – это компоненты, состоящие из минералов.)
- битум, который является натуральным связующим материалом.

Цементобетон является составным материалом, формируемым путем смешивания и отверждения смеси, включающей в себя щебень, песок, цемент, воду и различные добавки. Рис. 2 наглядно демонстрирует внешний вид цементобетонного покрытия.



Рис. 2. Графический образец разреза цементобетонного покрытия

Из-за доступных методов строительства, в 60-х годах прошлого века асфальтобетонное покрытие для дорог было широко распространено. Это было связано с низкой стоимостью производства битума, который использовался для создания асфальта. Однако с течением времени цены на битум значительно возросли, что делает выбор материала для покрытия дорог менее очевидным и понятным в настоящее время.

Во многих странах Запада около 20–25 % дорожного покрытия составляет цементобетон. Однако в России этот материал

используется только для аэродромных полос, хотя его срок службы составляет 20–30 лет, в отличие от 5–7 лет (в России – 2–3 года) для асфальтобетона. Исследования, проведенные немецкими учеными в 2004 году, показали, что через 23 года эксплуатации необходимо было ремонтировать не более 5 % дорог с цементобетонным покрытием, в то время как с асфальтобетонным покрытием требовалось ремонтировать 85 % дорог. В США существуют участки дорог, которые не требуют ремонта более 70 лет. Кроме того, американские ученые разработали технологии и нормы проектирования цементобетонных дорог, которые позволяют эксплуатировать дорожное покрытие без необходимости ремонта примерно в течение 120 лет.

Вложенных средств и повышению эффективности дорожного хозяйства. Более долговечное полотно из цементобетона позволяет снизить расходы на ремонт и обслуживание дорог, что оказывает положительное воздействие на экономику транспортной отрасли. Кроме того, использование цементобетона в автомобильных дорогах способствует сохранению вложенных средств и повышению эффективности дорожного хозяйства. защита окружающей среды от негативного влияния отходов способствует улучшению экологической обстановки в данной местности.

В настоящее время поступает огромное количество предложений о том, как улучшить и изменить состав асфальтобетона с помощью различных добавок. Одна из таких добавок, которая заслуживает особого внимания, – это резиновая крошка. С одной стороны, добавление резины в асфальт значительно повышает его качество. В результате этого усиливается прочность, уровень шума снижается, а тормозной путь становится короче. Однако, следует отметить, что морозостойкость асфальта существенно снижается, что особенно важно в климатических условиях России. С другой стороны, мы часто слышим только о высоких показателях прочности и водостойкости, но забываем упомянуть о вреде данного материала, поскольку резина сама по себе является источником углеводородов. Кроме того, в асфальт также пытаются добавить различные отходы, включая гальванические металлосодержащие

шламы. Такие эксперименты могут быть полезны и оправданы во многом, поскольку они позволяют решить проблему утилизации токсичных отходов. Однако, возможно, что металлы, входящие в состав смеси, будут выделяться в воздух, что может негативно сказаться на здоровье дорожных строителей.

Несмотря на указанные выше факты, степень вредного влияния асфальтобетона на организм человека до сих пор не изучена достаточно. В процессе производства асфальта его воздействие на человека не подвергается проверке, однако статистика показывает, что у работников дорожной сферы (согласно исследованиям датских специалистов) часто наблюдаются случаи онкологических заболеваний, таких как рак легких, рак органов дыхания, лейкемия и рак мочеполовых путей. При продолжительной работе с асфальтом его испарения могут вызывать дерматит, кератоз, фотосенсибилизацию и меланоз. Не редки случаи раздражения кожи и глаз от испарений горячего асфальта. Эти факты свидетельствуют о значительном ущербе для здоровья, на который пока не обращается достаточное внимание. Однако пока нет возможности заменить асфальтовые покрытия, тревога по этому поводу не вызывается.

Давайте рассмотрим еще один классический строительный материал, который широко применяется при создании дорожных покрытий - цементобетон. Этот материал изготавливается путем соединения зернистого минерального скелета с твердым цементным камнем, который получается в результате затвердевания уплотненной цементобетонной смеси. Таким образом, цементобетон является искусственным каменным материалом, который успешно применяется в строительстве дорожных покрытий.

Цементобетон – это материал, который состоит из цемента, щебня, песка, воды и различных добавок для улучшения его свойств. Бетон может оказывать вредное воздействие на здоровье работников и рассматривается с разных точек зрения. Однако основной опасностью являются мелкодисперсные компоненты, такие как цемент и добавки, которые могут негативно влиять на дыхание. Врачи предупреждают, что это возможно

только при наличии хронических-технология устройства цементобетонных покрытий включает в себя использование специальных добавок, которые помогают повысить качество и характеристики материала. В отличие от ранее использовавшихся асбеста и гипса, современные растворы бетона не содержат этих вредных веществ. Однако, необходимо отметить, что добавки, используемые в процессе, могут иметь схожие свойства с добавками для приготовления асфальтобетона, которые могут быть токсичными для здоровья дорожных работников. Поэтому производители должны учитывать потенциальный вред, связанный с использованием этих добавок, и стремиться улучшить их свойства. Цементобетон является несжимаемым материалом, который не способен пластически деформироваться. Если нагрузка на бетон превышает его прочность, он может разрушиться. Также внутренние напряжения, вызванные деформациями при твердении или перепадами температур, могут привести к растрескиванию. Для предотвращения таких проблем, проводят нарезку деформационных швов. Основные задачи при устройстве шва включают нарезку покрытия и герметизацию швов с помощью битумно-эластомерных мастик, которые являются жидкими гидроизоляционными материалами.

В этих материалах присутствует битум, который является результатом переработки нефти и имеет негативное влияние на здоровье человека.

После проведения сравнения материалов, которые широко используются для дорожных покрытий, можно сделать вывод о том, что асфальтобетонные покрытия наносят гораздо больший вред организму работника дорожной отрасли по сравнению с цементобетонными покрытиями. Несмотря на все преимущества асфальтобетона, такие как морозостойкость, пластичность, низкая стоимость и др., мы должны задуматься об отказе от его использования из-за его негативного воздействия на окружающую среду.

Обеспечение безопасности на дорогах – это важный аспект, который следует учитывать при строительстве дорог. По сравнению с асфальтобетонным покрытием, движение по дорогам

с цементобетонным покрытием во время дождя или снегопада является более безопасным. Во время дождя, неровности и выбоины на асфальте заполняются водой, что создает риск аквапланирования. В зимнее время, вода в выбоинах замерзает, что ухудшает сцепление шин с дорогой. В то же время, на гладком цементобетонном покрытии вода почти не задерживается.

В таблице 1 представлены данные о коэффициенте трения скольжения на различных поверхностях, включая резиновые, асфальтовые и бетонные, как при сухих, так и при влажных условиях.

Таблица 1

**Коэффициенты трения скольжения**

Материал шин транспортного средства	Дорожное покрытие	Коэффициент трения скольжения
Резина	Сухой асфальт	0,5–0,8
Резина	Влажный асфальт	0,25–0,75
Резина	Сухой бетон	0,6–0,85
Резина	Влажный бетон	0,45–0,75

С помощью анализа значений коэффициентов трения скольжения различных материалов в таблице мы можем оценить, насколько легко автомобиль управляется в разных погодных условиях. Когда дорога сухая или без снега, коэффициент трения между асфальтом и бетоном примерно одинаковый. Однако, при изменении погодных условий этот коэффициент существенно меняется, и бетонное покрытие обеспечивает лучшее сцепление с покрышкой, что в свою очередь уменьшает вероятность возникновения аварий.

В табл. 2 представлена информация о сцеплении шин с обычным протектором при скорости 20 км/ч для лучшей наглядности.

Таблица 2

## Размеры показателей сцепления и разнообразие сцепных характеристик

Покрытие	Состояние покрытия											
	Эталонное (сухое)		Мокрое (чистое)		Мокрое (грязное)		Рыхлый снег		Уплотненный снег		Гололед	
	$\varphi_n$	$\beta_\varphi$	$\varphi_n$	$\beta_\varphi$	$\varphi_n$	$\beta_\varphi$	$\varphi_n$	$\beta_\varphi$	$\varphi_n$	$\beta_\varphi$	$\varphi_n$	$\beta_\varphi$
Цементбетонное	0,80-0,85	0,002	0,65-0,7	0,0035	0,4-0,45	0,0025	0,15-0,35	0,001-0,004	0,2-0,5	0,0025	0,08-0,15	0,002
Асфальтобетонное с шероховатой обработкой	0,80-0,85	0,0035	0,60-0,65	0,0035	0,45-0,55	0,0035	0,15-0,35	0,001-0,004	0,2-0,5	0,0025	0,1-0,2	0,002
Горячий асфальтобетон без шероховатой обработки	0,80-0,85	0,002	0,5-0,6	0,0035	0,35-0,40	0,0025	0,15-0,35	0,001-0,004	0,2-0,5	0,0025	0,08-0,15	0,002
Холодный асфальтобетон	0,6-0,7	0,005	0,4-0,5	0,004	0,30-0,35	0,0025	0,12-0,30	0,001-0,004	0,2-0,5	0,0025	0,08-0,15	0,002
Чернощелебонное и чернотравинное с шероховатой обработкой	0,6-0,7	0,004	0,5-0,6	0,004	0,30-0,35	0,0025	0,15-0,35	0,001-0,004	0,2-0,5	0,0025	0,1-0,2	0,002

Окончание табл. 2

Покрытие	Состояние покрытия											
	Эталонное (сухое)		Мокрое (чистое)		Мокрое (грязное)		Рыхлый снег		Уплотненный снег		Гололед	
	$\varphi_n$	$\beta_\varphi$	$\varphi_n$	$\beta_\varphi$	$\varphi_n$	$\beta_\varphi$	$\varphi_n$	$\beta_\varphi$	$\varphi_n$	$\beta_\varphi$	$\varphi_n$	$\beta_\varphi$
То же, без обработки	0,5-	0,004	0,4-	0,005	0,25-	0,003	0,12-	0,001-	0,2-0,5	0,0025	0,08-	0,002
	0,6		0,5		0,30		0,30	0,004			0,15	
Щебеночное и гравийное	0,6-	0,004	0,55-	0,0045	0,30-	0,003	0,15-	0,001-	0,2-0,5	0,0025	0,10-	0,002
	0,7		0,60		0,35		0,35	0,004			0,15	
Грунтовое улучшенное	0,4-	0,005	0,25-	0,005	0,2	0,003	0,12-	0,001-	0,2-0,5	0,0025	0,08-	0,002
	0,5		0,40				0,30	0,004			0,18	

Примечание.  $\beta_\varphi$  – коэффициент изменения сцепных качеств от скорости.

На основании информации, представленной в таблицах, можно заметить, что значения коэффициента сцепления значительно варьируются в зависимости от типа покрытия, условий движения автотранспорта и состояния дорожного покрытия.

При сухом покрытии дороги асфальтобетон и цементобетон обладают одинаковыми коэффициентами сцепления. Однако, если покрытие влажное и загрязненное, цементобетон является предпочтительным вариантом. Он также характеризуется высокой износостойкостью и способностью сохранять шероховатость поверхности на протяжении длительного времени. В результате, с точки зрения сцепления колес автомобиля с дорожным покрытием, цементобетон является самым стабильным материалом.

Также стоит отметить, что равносильно важно бороться с негативными последствиями климатических условий для состояния дорожного покрытия.

Несмотря на тесноту асфальтобетона в верхнем слое покрытия, все же остается остаточная пористость в размере до 4 %. Вследствие этого вода легко проникает в материал и, при низких температурах, превращается в лед, вызывая неровности. Это снижает сцепление, так как частота вертикальной нагрузки на неровности увеличивается, ухудшая контакт шины с дорожным покрытием. В отличие от асфальтобетона, цементобетон практически не имеет пор, что предотвращает проникновение воды. Единственной слабостью покрытия являются швы, но эту проблему можно решить хорошим герметизированием.

Асфальтобетонная структура подвергается изнашиванию и разрушению, в результате чего возникают трещины и ямы на дороге. Это представляет опасность для водителей, так как поврежденные участки могут вызывать аварии и повреждения автомобилей. Для защиты асфальтобетона от высокой температуры рекомендуется использовать специальные добавки, которые повышают его теплостойкость. Регулярное обслуживание и ремонт дорожного покрытия также важны для предотвращения повреждений от тепла. При сильном нагреве асфальт приобретает излишнюю пластичность, что приводит к появлению неровностей и волн

на дороге. Также возможно появление пятен из битума на асфальте при высоких температурах, что свидетельствует о недостаточной адгезии. Следует отметить, что в большей части России перепады температур достаточно высокие, даже в центральной части они могут варьироваться от  $-30$  до  $+35$  градусов. Выбор подходящего бренда битума для асфальтобетонного покрытия, которое будет надежно функционировать при любых климатических условиях, представляет собой сложную задачу. В отличие от этого, цементобетон не подвержен значительным изменениям температуры, если все технологические требования относительно температурных швов соблюдаются правильно.

Стране имеют общую протяженность около 560 тыс. км, согласно данным, предоставленным Росавтодором. в стране протяженность дорог составляет около 4 % от общего размера, что приближенно равно 22 тысячам километров. Согласно информации, представленной на сайте «Ассоциации бетонных дорог», доля дорог из цементобетона в Соединенных Штатах составляет 60 % на федеральном уровне и 40 % на региональном уровне, а в Бельгии – 40 % и 20 % соответственно. В Германии на федеральном уровне находится 51 % всех дорог, в то время как дороги регионального уровня составляют 15 %. Во Франции примерно 13 % всех дорог находятся в ведении федеральных органов, в то время как лишь 0,5 % дорог подконтрольны региональным властям.

В настоящий момент применение цементобетонного покрытия на дорогах, особенно на автомагистралях с интенсивным грузовым движением, будет оказывать положительное воздействие на отрасль автомобильно-дорожного строительства в России. Всюду функционирует значительное количество бетонных и цементных заводов, а карьеры, где добываются песок и щебень, открыты в каждом регионе. Технологии укладки цементобетонных смесей хорошо разработаны не только в России, но и в развитых странах. Поэтому нам следует использовать и активно внедрять их в строительство дорог.

Асфальтобетон в России наиболее массовый материал для изготовления дорожной одежды, но необходимо и иное восприятие

к вопросу о строительстве дорожных одежд. Как уже ранее говорилось – это цементобетон. В принципе, строительство дорог необходимо в каждой стране, а в России особенно, из-за ее огромной протяженности по всему полушарию. Качество автомобильных дорог, в свою очередь, неотъемлемая часть экономики государства. Грузовые перевозки напрямую зависят от качества дорожного полотна и его наличия в целом. Соответственно, весомую долю ресурсов необходимо уделять на поддержание высокого уровня дорог.

К тому же цементобетон более экологичный материал, что упоминалось выше. На большом временном промежутке цементобетон не только будет более долговечным, в сравнении с асфальтобетоном, но и само покрытие придется меньше ремонтировать, а, соответственно, загрязнять атмосферу производственными ремонтно-строительными отходами.

Повсеместное строительство дорожных одежд из асфальтобетона не является недостатком, но развитие в такой важной отрасли просто необходимо. На данный момент мы переняли у коллег из-за границы строительство асфальтобетонных дорожных одежд по методу объемно-функционального проектирования, что позволило сократить затраты на производство и строительство автомобильных дорог – это очень важный положительный фактор в сторону дорожного строительства и проектирования. Однако, необходимо двигаться и развиваться дальше, возможно удешевить производство дорожной одежды из цементобетона, чтобы была возможность экстенсивного внедрения данного дорожного покрытия на всей территории РФ. Так или иначе курс на внедрение нововведений в строительстве дорог просто необходим, чтобы идти в ногу со временем и не отставать от зарубежных стран. Перенимать опыт зарубежных коллег также плодотворно влияет на повышение навыков и развития в отрасли.

На этапе всемирной цифровизации также набирают обороты новейшие способы строительства дорожных одежд с помощью систем нивелирования и управления строительной техникой на объекте, что может облегчить и сэкономить затраты на строительство цементобетонных дорожных покрытий в России.

Несмотря на то, что для цементобетона нужны несколько другие материалы, нежели для асфальтобетона, дорожное полотно становится более долговечным, износостойким, менее подвергается нагрузкам, усиливается прочность дорожной одежды. Все эти факторы влияют положительно на вариант развития и обширного строительства цементобетонных покрытий в России.

Применение цементобетона в качестве дорожного покрытия ограничено несколькими факторами, несмотря на его достоинства. Одна из причин – необходимость прочного основания, которое достигается только через несколько дней после укладки. Также важно соблюдать технологию процесса укладки, так как даже небольшие ошибки при замесе или армировании могут привести к дефектам покрытия. Кроме того, цементобетонные дороги требуют капитального ремонта в случае обнаружения дефектов, в отличие от «ямочного ремонта» для асфальтобетонных покрытий. Однако цементобетонные дороги обладают долговечностью, что значительно снижает эксплуатационные расходы по сравнению с асфальтобетонными дорогами.

Асфальтобетонные покрытия, содержащие различные компоненты, такие как щебень, песок, минеральный порошок и битум, обладают высокой прочностью и способностью противостоять различным воздействиям, включая износ, шум и вибрации. Однако, чтобы поддерживать их в хорошем состоянии и предотвращать трещины и деформации под воздействием тяжелых нагрузок, требуется регулярное обслуживание и замена. С другой стороны, цементобетонные покрытия, состоящие из щебня, цемента, песка, воды и пластификаторов, обладают высокой прочностью и долговечностью, что позволяет им выдерживать тяжелые нагрузки и широко использоваться на автомагистралях.

В заключение отметим, что выбор между асфальтобетонными и цементобетонными покрытиями зависит от специфических условий и требований, предъявляемых к дорожной инфраструктуре. Поэтому перед принятием решения о строительстве дорожной одежды необходимо тщательно изучить преимущества и недостатки каждого типа дорожного покрытия. Однако сравнение

характеристик и свойств обоих видов покрытия явно показывает, что выбор будет зависеть от конкретных факторов и требований, поэтому важно учесть все факторы перед принятием окончательного решения. Выгоду и целесообразность повсеместного использования цементобетона в дорожном строительстве. Таким образом, можно прийти к выводу о том, что в России рационально строительство цементобетонных дорожных покрытий со сроком безремонтной эксплуатации намного превышающим срок эксплуатации асфальтобетона. Также цементобетонные дорожные покрытия экологически более чистые и безопасные для участников дорожного движения. Проводится сравнение дорожных покрытий из цементобетона и асфальтобетона с точки зрения их сцепных качеств и связанной с этим безопасностью дорожного движения. Доказывается преимущество цементобетонных покрытий в сравнении с асфальтобетонными из-за их долговечности, устойчивости к образованию выбоин, колеи и волн.

### Литература

1. Савченко Е. Т. Анализ целесообразности строительства асфальтобетонных и цементобетонных автомобильных дорожных покрытий / Е. Т. Савченко, М. О. Максин. – URL: <https://moluch.ru/archive/125/31313/>
2. Приказ Росприроднадзора от 22.05.2017 № 242 (ред. от 02.11.2018) «Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов» (с изм. и доп., вступ. в силу с 04.10.2021).
3. Медведев Д. А. Справка к селекторному совещанию о мерах по улучшению состояния региональных и муниципальных дорог. URL: <http://government.ru/info/22865/>
4. Корочкин, А. В. Анализ сцепных качеств дорожных покрытий из асфальтобетона и цементобетона. URL: <http://cyberleninka.ru/article/>

## **СЕКЦИЯ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА**

**УДК 625.7.8**

*Влада Владимировна Белякова,*  
магистрант  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: belllada\_2212@inbox.ru*

*Vlada Vladimirovna Belyakova,*  
Master's degree student  
(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: belllada\_2212@inbox.ru*

### **ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ЛИНЕЙНОГО ОБЪЕКТА С УЧЕТОМ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СЛАБЫХ ОСНОВАНИЙ**

#### **ORGANIZATION OF THE CONSTRUCTION OF A LINEAR OBJECT TAKING INTO ACCOUNT THE BEARING CAPACITY OF WEAK FOUNDATIONS**

Строительство линейных объектов на слабых грунтах (торфяных, глиняных, мокрых солончаках, органоминеральных отложениях, илистых и т. д.) в настоящее время не теряет своей значимости из-за неуклонного увеличения строительства в сложных инженерно-геологических условиях. При проведении капитального ремонта или реконструкции линейных объектов часто возникает необходимость усиления несущей способности слабых оснований дорожных насыпей. Особенно актуальными эти работы становятся при необходимости улучшения качества дорожной одежды, что, как правило, приводит к увеличению прочности дорожной одежды и, следовательно, ее чувствительности к общим деформациям дорожного покрытия. В целом, данная проблема имеет свои особенности по сравнению с известными проблемами проектирования.

*Ключевые слова:* несущая способность, основание земельного полотна, грунтовые сваи, деформация, технологии.

The construction of linear facilities on soft soils (peat, clay, wet salt marshes, organomineral sediments, silt, etc.) currently does not lose its importance due to the steady increase in construction in difficult engineering and geological conditions. When carrying out major repairs or reconstruction of linear objects, there is often a need to strengthen the bearing capacity of weak foundations of road embankments. These works become especially relevant when it is necessary to improve the quality of the road pavement, which, as a rule, leads to an increase in the strength

of the road pavement and, consequently, its sensitivity to general deformations of the road surface. In general, this problem has its own characteristics compared to known design problems.

*Keywords:* bearing capacity, subgrade, soil piles, deformation, technology.

Строительство дорожных сетей вносит непосредственный вклад в национальное развитие. Каждое государство должно развивать собственную дорожную инфраструктуру. Следует признать, что правительство уделяет этому вопросу достаточное внимание. Строительство линейных объектов на слабых грунтах в наше время очень распространено. При реконструкции участков дорог со слабыми основаниями первоочередной задачей является увеличение общего коэффициента деформации вышеопределенного уровня с целью создания благоприятных условий для эксплуатации дорожной одежды, так как эти основания уже хорошо консолидированы под весом насыпей в процессе эксплуатации дороги.

**Цель исследования** – на основании изучения существующих технологических и организационных решений и с учетом реальных инженерно-геологических условий и требуемых параметров предложить вариант решения строительства линейного объекта на слабых основаниях, обеспечивающий устойчивость основания.

**Метод исследования:** сравнительно-аналитический, анализ полученных результатов и метод экспертных оценок. В результате исследования были получены данные, влияющие на планирование.

Актуальность строительства линейных объектов на слабых грунтах (торфяных, глиняных, мокрых солончаках, органоминеральных отложениях, илистых и т. д.) в настоящее время не теряет своей значимости. При организации строительства линейных объектов необходимо учитывать несущую способность основания и при необходимости увеличивать ее. Низкая несущая способность слабых оснований существенно усложняет процесс организации строительства линейных объектов, а также значительно увеличивает стоимость всего проекта.

Несущая способность основания, при возведении линейных объектов – это способность грунта выдерживать нагрузки, которые к нему прилагаются, без дальнейшей деформации и разрушения.

Слабые основания встречаются повсеместно, необходимость строительства линейных объектов на таких участках связана с расширением городов, увеличением количества транспортных средств, развитием национальной экономики и обеспечением надежной инфраструктуры.

Строительство линейных объектов на слабых основаниях – это сложный многоэтапный процесс, включающий в себя изучение характеристик грунта, условий его формирования, учет особенностей функционирования дорожных конструкций и специфику технологий выполнения работ. Проблема возведения линейных объектов на слабых основаниях стала особенно актуальной в начале 60-х годов из-за необходимости развития транспортной инфраструктуры для освоения природных ресурсов Севера и Западной Сибири [1]. Нефтяные регионы Тюменской области, где заболоченность достигает 90 %, требовали прокладки сотен километров автомобильных дорог с учетом несущей способности основания [2].

С течением времени развитие инновационных технологий привело к повышению требований к несущей способности дорожных покрытий, что исключило возможность использования устаревших и ненадежных инженерных решений. В связи с этим было необходимо пересмотреть действующие нормативные документы, поскольку они перестали соответствовать современным стандартам в области увеличения несущей способности основания. Ранее действовавшие нормативы фокусировались исключительно на удалении слабых грунтов из основания, что приводило к увеличению затрат на строительство и значительно увеличивало объем работ.

Медленное развитие линейного строительства в то время привело к поиску новых подходов к решению этой проблемы. Повышение несущей способности, использующих мягкие грунты под основанием дорожной одежды, возможно только в том случае, если технические и проектные решения учитывают все условия и характеристики этих грунтов.

Несущая способность оснований зависит непосредственно от грунта, для определения несущей способности, проба грунта забирается с глубины- с планируемой отметки опирания строящегося

объекта на грунт. В строительстве под «слабым грунтом» понимается связный грунт с определенными механическими свойствами (прочностью и деформируемостью) и естественным напряжением сдвига около 0,075 МПа или менее при испытании вращающимся устройством. В дорожном строительстве «слабый грунт» определяется как грунт, который под воздействием нагрузки на основание насыпи испытывает значительную деформацию, требующие учета в проектных решениях.

При организации линейного строительства необходимо учитывать качественные характеристики и количественные показатели грунта. В соответствии с нынешними строительными законами и требованиями дорожные насыпи высотой до 12 м относят к типовым.

На насыпях дороги, если используются обычные грунты, основные параметры поперечного профиля уже установлены, и нет необходимости проверять их расчетом. Изучая опыт проектирования, строительства и эксплуатации дорог, можно сказать о том, что при использовании обычных грунтов основание насыпи не только не разрушается, но и слабо деформируется, поэтому эти деформации не нужно учитывать при проектировании.

Однако при наличии определенных типов грунтов деформация основания насыпи может увеличиться, и это необходимо учитывать при проектировании. В дорожном строительстве такие грунты называются слабыми грунтами.

При наличии слабых грунтов, проектировщики должны учесть возможные деформации основания насыпей и принять соответствующие меры для обеспечения стабильности и безопасности насыпи. Это может включать в себя использование дополнительных укреплений или изменение поперечного профиля.

Таким образом, при проектировании дороги необходимо учитывать тип грунта, на котором будет строиться насыпь, и принимать меры для обеспечения ее устойчивости в случае наличия слабых грунтов. Это поможет предотвратить возможные деформации и обеспечить долговечность и безопасность линейного объекта. Качественное функционирование дорожного полотна требует постоянного наблюдения и своевременного устранения дефектов [4].

При максимальной высоте типичной насыпи в 12 м, нагрузка, действующая на поверхность основания (с учетом провисающих участков), не должна превышать  $2,5 \text{ кг-с/см}^2$  [5]. Данную нагрузку используют в качестве расчетной. Если поперечное сечение насыпи трапециевидное, максимальное касательное напряжение в этом случае не может превышать  $0,75 \text{ кгс/см}^2$ . Когда сопротивление грунта сдвигу меньше  $0,75 \text{ кгс/см}^2$ , устойчивость основания насыпи может быть нарушена. Поэтому слабые грунты определяются как грунты с сопротивлением сдвигу менее  $0,75 \text{ кгс/см}^2$  [6], измеренным, например, с помощью крыльчатки. При тех же допущениях значение удельного сопротивления и статистического зондирования с использованием наконечника конуса с углом вершины  $\alpha = 30^\circ$  равно  $0,85 \text{ кгс/см}^2$ , что соответствует этому критерию [7].

Понятие «слабый грунт» определяют не только по прочности, так как при достаточно высокой прочности грунт будет сильно сжиматься, что может привести к значительной осадке основания типичной насыпи, что необходимо учитывать при проектировании. Поэтому все грунты, обладающие высокой сжимаемостью при расчетных нагрузках, независимо от прочности, следует относить к слабым грунтам.

Н. Н. Маслов отмечает классификацию грунтов по сжимаемости [8], которую можно принять за условный критерий, если грунт является сильносжимаемым, если величина уплотнения при условно рассчитанной нагрузке превышает 5 % его сжимаемой толщи. Этому критерию удовлетворяют грунты с коэффициентом оседания  $e$  более 50 мм/м, что соответствует коэффициенту деформации  $E_f$  менее  $50 \text{ кгс/см}^2$  при условной расчетной нагрузке  $2,5 \text{ кгс/м}^2$ .

Таким образом, применительно к условиям строительства дорог на мягких грунтах следует понимать, что в естественных условиях грунт отвечает, по крайней мере, одному из следующих критериев [9]:

1) сопротивление сдвигу, определяемое рабочим органом, менее  $0,75 \text{ кгс/см}^2$ ;

2) коэффициент оседания  $e$  более 50 мм/м при нагрузке 2,5 кгс/см<sup>2</sup> (или коэффициент деформации менее 50 кгс/см<sup>2</sup> при той же нагрузке).

Большинство типов грунтов отвечают хотя бы одному из вышперечисленных критериев и, соответственно, относятся к слабым почвам. Основными представителями таких почв являются торф, болота, сапропель, различные алевролиты, иорданская и подобные ей глины, глинистые почвы ниже мягкопластичной консистенции, влажные засоленные почвы, торфяные болота и озерные мелки. Эти почвы, сильно различающиеся по происхождению, условиям формирования и составу, относятся к категории слабых почв и вытекающих отсюда свойств. В то же время эти почвы имеют ряд общих характеристик.

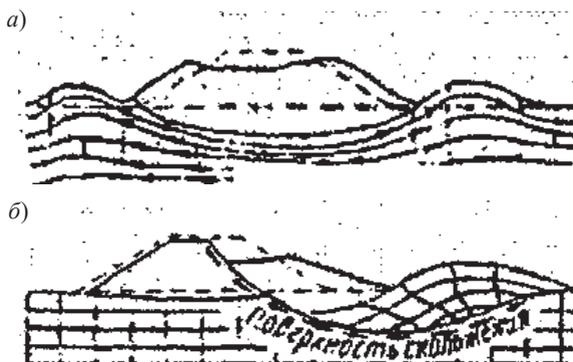
Прежде всего, многие из них формируются в последствии накопления тонкодисперсного материала механическим или химическим путем в водной среде – на морском дне, в лагунах, озерах и речных поймах. Помимо этого, множество этих почв имеют четвертичный возраст и находятся на ранних стадиях формирования горных пород.

В некоторых случаях можно утверждать, что определенные типы слабых почв имеют тенденцию к распределению по зонам. К примеру, в особо увлажненных зонах влажные зоны встречаются чаще и занимают большую площадь, чем в зонах недостаточного увлажнения. В то же время, например, влажные солончаки ограничены аридными зонами и не встречаются в зонах среднего или избыточного увлажнения.

Учитывая вышесказанное, практически любая трасса, пересекающая реки, болота, озера или лиманы, проходящая вблизи существующих морей или через территории, которые в прошлом были заняты морями, может столкнуться с проблемами строительства дорог на мягких грунтах. Однако вероятность столкнуться с тем или иным типом мягкого грунта зависит от географической зоны, в которой находится данная территория.

Опыт показывает, что в любом случае, когда используется мягкий грунт, фундамент деформируется и соответственно деформируется насыпь.

Деформация основания является серьезной проблемой, которая может привести к разрушению насыпей и другим катастрофическим последствиям. Различные внешние условия могут вызвать деформацию основания и нарушить его устойчивость. Процесс разрушения связан напрямую с дефектами в устойчивости оснований, на это непосредственно влияет выдавливание и вспучивание грунтов, в обоих случаях образуется выдавленный вал (см. рис.).



Основные формы нарушения устойчивости поверхности:

*a* – выдавливание пластических масс;

*б* – взрывы на поверхности оснований

Выдавливание и вспучивание – это два основных типа деформации основания, которые приводят к образованию выдавленного вала. Выдавливание характеризуется вытеснением грунта на поверхность в виде пластичных масс, в то время как вспучивание представляет собой интенсивное поднятие грунта под насыпью. Обычно выдавливание и вспучивание являются односторонними и происходят в процессе строительства насыпи. Быстрая выемка грунта может ускорить эти процессы, что приводит к обрушению насыпи в виде сколов или относительного смещения ее частей.

Когда деформация основания становится чрезмерной, может произойти обрушение насыпи. Это может произойти в следующих формах:

- Сколы: Отделение части насыпи от основной конструкции.
- Относительное смещение: Горизонтальное или вертикальное смещение частей насыпи относительно друг друга.
- Обрыв: Полное разрушение насыпи, приводящее к образованию обрыва.

Торфяные грунты с низкой степенью разложения и высокой проницаемостью создают особые условия деформации основания. В таких условиях не образуется непрерывного канала сдвига, и слабый грунт выталкивается из-под насыпи только после значительного уплотнения грунта под ней. Выдавленный объем компенсирует боковое смещение, что задерживает образование выдавленного вала.

Однако при длительной нагрузке даже торфяные грунты могут уплотняться и терять свою прочность, что приводит к постепенному проседанию насыпи и ее дестабилизации.

Деформация основания может иметь долгосрочные последствия для стабильности насыпи. Постепенное уплотнение и проседание могут привести к:

- Появлению трещин и неровностей на поверхности насыпи.
- Нарушению дренажных систем.
- Ослаблению несущей способности грунтов под насыпью.

Чтобы предотвратить или минимизировать деформацию основания, необходимо проводить тщательные инженерно-геологические изыскания до начала строительства насыпи. Также необходимо учитывать следующие факторы:

- Тип и состояние грунтов основания.
- Гидрогеологические условия.
- Внешние нагрузки на насыпь.

При проектировании и строительстве насыпей следует использовать меры по стабилизации основания, такие как:

- Предварительное уплотнение грунта.
- Создание дренажных систем для отвода воды.
- Использование геосинтетических материалов, таких как геотекстиль и георешетка.

В этом случае выпуклый вал может быть слегка заметен. Боковое смещение грунта может быть затяжным и в конечном итоге

привести к прогрессирующей деформации. К таким деформациям относятся прогибание основания, «растяжение» и деформация продольных и поперечных сечений. Этот вид деформации является долгосрочными практически непредсказуемым, с незначительной тенденцией к уменьшению с течением времени. Этот тип деформации вызван сдвиговой деформацией. Деформация сдвига обычно происходит под поверхностью, когда прочность грунта не выдерживает касательных напряжений, вызванных нагрузками от наполнителя.

Деформации земляного полотна под воздействием статических нагрузок являются сложным и многофакторным процессом, который оказывает существенное влияние на эксплуатационные характеристики автомобильных дорог. Эти деформации могут возникать как в насыпях, так и в выемках земляного полотна.

В зависимости от характера и направления смещения грунта различают следующие виды деформаций земляного полотна:

- Боковое смещение – горизонтальное перемещение грунта в стороны от оси дороги.
- Выпучивание – вертикальное смещение грунта вверх над основанием насыпи.
- Оседание – вертикальное смещение грунта вниз.

Причины деформаций земляного полотна

Основными причинами, вызывающими деформации земляного полотна, являются:

- Нагрузки от вышележащих слоев конструкции дороги и транспортных средств. Эти нагрузки создают вертикальное давление на грунт основания, которое приводит к его уплотнению и смещению.
- Собственный вес насыпи. Насыпи, возводимые из различных грунтов, имеют свою собственную массу, которая также оказывает давление на грунт основания. Давление воды в порах грунта. Вода, заполняющая поры грунта, оказывает дополнительное давление на его частицы, что может привести к смещению и деформации грунта.
- Неравномерные свойства грунтов основания. Различия в свойствах грунтов, залегающих в основании насыпи или выемки, могут привести к неравномерному уплотнению и смещению этих грунтов.

Деформации земляного полотна отрицательно влияют на эксплуатационные характеристики автомобильных дорог, приводя к:

- Потере несущей способности дорожной одежды. Смещение и деформация грунта основания приводит к снижению несущей способности дорожной одежды, что может вызвать появление трещин и разрушение покрытия.

- Ухудшению ровности поверхности дороги. Неравномерные деформации земляного полотна приводят к образованию неровностей на поверхности дороги, что создает дискомфорт для водителей и негативно влияет на безопасность движения.

- Нарушению водоотвода. Деформации земляного полотна могут нарушить работу системы водоотвода, что приводит к застою воды на поверхности дороги и ускоряет износ дорожной одежды.

Неоднородность грунтов основания является одним из важнейших факторов, влияющих на деформации земляного полотна. Неоднородные грунты имеют различную прочность и деформационные характеристики, что приводит к неравномерному распределению напряжений и деформаций в основании насыпи.

В таких случаях деформации могут носить локальный характер, проявляясь в виде отдельных просадок или выпучиваний. Для учета влияния неоднородности грунтов при проектировании земляного полотна используются специальные расчетные методы, которые позволяют оценить возможные деформации и разработать мероприятия по их предотвращению.

Деформации земляного полотна являются длительным процессом, который продолжается в течение многих лет после строительства дороги. Скорость и характер деформаций зависят от многих факторов, таких как тип грунта основания, величина нагрузки, уровень грунтовых вод и т.д.

Интенсивность деформаций постепенно снижается со временем, однако процесс их завершения может занимать значительный период времени. Учет влияния времени на деформации земляного полотна необходим для обеспечения долговечности и безопасности автомобильных дорог.

Предотвращение и уменьшение деформаций земляного полотна требуют комплексного подхода, учитывающего все вышеперечисленные факторы. Важно не только правильно проектировать и строить земляное полотно, но и систематически мониторить его состояние и принимать меры по устранению возникающих деформаций. Только такой подход позволит обеспечить надежность и долговечность автомобильных дорог.

Для решения этих проблем необходимо разработать представления о напряженном состоянии основания насыпи, условиях нарушения устойчивости, деформациях уплотнения мягкого грунта и упругих колебаниях насыпи. Идея использования вертикальных песчаных дренажей в качестве опорных конструкций возникла из опыта применения песчаных дренажей для смягчения оседания насыпей на слабонасыщенных грунтах.

Исследования и проведенные опыты над осадкой и устойчивостью свайных фундаментов, сложенных из естественно увлажненных торфяных, иловатых или глинистых грунтов, показывают, что величина осадки, ее временной ход и устойчивость основания насыпи отклоняются от расчетных значений. Например, исследование, проведенное I.Lake (1960) в 1960 году на тестовом участке автомагистрали А.713 (Великобритания) [10], показало результаты, отличающиеся от принятых теоретических значений. Осадка резервуаров, заполненных водой на торфяном субстрате с вертикальными дренажами, была меньше на 15–35 %, чем без дренажа. Во время эксперимента чрезмерное давление поровой воды в дренированном субстрате всегда было ниже, чем в недренированном слое, но снижение давления поровой воды не сопровождалось ускоренной осадкой субстрата. Соотношение диаметра дренажа к шагу варьировалось от 1:4 до 1:7 [11].

Аналогичные эксперименты были получены Лейком и Фрейзером (1959) на торфе с естественной влажностью 450–1400 % [12]. В этом случае измеряли седиментацию и давление поровой воды, и, хотя давление поровой воды в дренированном субстрате значительно снизилось, седиментация в первые 10 дней на дренированном участке была такой же, как и на недренированном,

а в последующие 1,5 года наблюдения за недренированным участком седиментация была чем на участках, где был установлен дренаж. Свен Хансборг (1960) измерил осадку фундаментов, эксперимент показал, что шаг в 0,9 м (самый маленький из четырех шагов, использовавшихся в эксперименте) вызвал значительно меньшую седиментацию, чем следующий шаг в 1,5 м. Эти оседания составили 48 см и 78 см соответственно [13].

Эффект вертикальных дрен описывается в примерах автора как «обратный», то есть проявление неточных теоретических предположений, некорректной техники дренажа и песчаных дрен («эффект свай», «эффект колонн»).

Исследование работы фундаментов с вертикальными дренажными сваями, проведенное В. Вебером (1969) в США в 1969 году, показало, что дренажные сваи повышают прочность слабых оснований, которые подвергаются особым нагрузкам [14]. Проведение опыта прочности насыпей на торфе показало, что конечная высота насыпи увеличивается от 2,5 м до 6,5 м в зависимости от наличия или отсутствия дренажной канавы. Авторы также объяснили это явление «эффектом свай», который возникает в конструкциях с песчаными дренами. Исходя из этих эффектов, А.Г. Полуновский предположил, что вертикальные песчаные дренажи можно рассматривать как разновидность свайных конструкций с постоянной несущей способностью, поскольку изменения условий работы грунта под гражданским сооружением приводят к уменьшению осадки и увеличению устойчивости основания.

Эффект от использования песчаных свай в основании насыпи напоминает работу «обычных» жестких свай. Поэтому термин «свайный эффект» может применяться к конструкциям на песчаных сваях практически так же, как и к обычным сваям. В инженерной практике «песчаные сваи» или «грунтовые сваи» уже давно известны. Они используются для уплотнения макропористых грунтов в фундаментах гражданских сооружений. Технология грунтовых свай очень похожа на технологию вертикального закладки песчаных свай, поэтому обе конструкции выглядят одинаково, и отличие заключается в целях и области применения.

Основная цель исследования заключается в понимании влияния наличия песчаных свай в основании линейного объекта по сравнению с основанием без свай, где напряженное состояние фундамента изменяется в благоприятную сторону с точки зрения устойчивости.

А. Г. Полуновским было проведено экспериментальное и теоретическое исследование применения свайного эффекта к проектированию строительства дорожных покрытий на иодистых глинах [15]. Исследование убедительно подтвердило свайный эффект песчаных грунтов и позволило учесть метод при прогнозировании величины и продолжительности консолидационных деформаций слабых оснований.

Значительное сокращение в последние двадцать лет объемов строительства новых автомобильных дорог и, в связи с этим, относительно больший объем и внимание, уделяемое их реконструкции, сделали проблематичным повышение несущей способности ранее часто считавшихся слабыми, ранее консолидированных оснований дорожных насыпей, а резкий всплеск дорожного строительства последних двух лет только обострил существующую проблему [16].

**Вывод.** Проведенные исследования позволили сделать вывод о необходимости дополнительного объединения разрозненных свайных оснований, позволяющий им работать как единое основание, обустройством укрепленной геотекстилем насыпи поверх этих свай.

В качестве эффективного мероприятия, направленного на повышение несущей способности оснований дорожных насыпей в неблагоприятных районах, можно рекомендовать при реконструкции линейных объектов устройство сети вертикальных грунтовых свай, заполненных песком, гравийно-песчаной смесью или щебнем с учетом несущей способности основания.

При установке грунтовых свай на слабом основании это основание приобретает свойства, определяемые степенью насыщения грунтовыми сваями, т. е. может быть охарактеризовано как составное основание. Фундаменты со смешанными характеристиками мягкого и свайного грунта.

Использование грунтовых и песчаных свай для увеличения несущей способности оснований дорожных покрытий может применяться только в том случае, если прочностные характеристики свай превышают прочностные параметры грунта (связность и угол трения).

### Литература

1. Вопросы проектирования и сооружения земляного полотна на слабых грунтах, «Труды Союздорнии», вып. 65, 1973. с.216.
2. Вопросы сооружения и эксплуатации насыпей на болотах, сборник статей (Ком. по земляному полотну при научно-техническом совете МПС и Техн. Совете Минтрансстроя), Москва, «Транспорт», 1965 т., стр. 160.
3. Гольдпггейн М. Н. «Механические свойства грунтов», М., Стройиздат, 2016, с. 368.
4. Горькова И. М. «Теоретические основы оценки осадочных пород в инженерно-геологических целях», М., «Наука», 1966, с. 136.
5. Евгеньев И. Е. Строительство автомобильных дорог через болота, М., Транспорт, 1968, с. 220.
6. Розанцева Н. В. статья «Организация строительства линейного объекта с учетом существующего ряда ошибок», кафедра Организации строительства ФГБОУ ВО «СПбГАСУ» (Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет), [nrozanceva@lan.spbgasu.ru](mailto:nrozanceva@lan.spbgasu.ru)
7. ГОСТ 9758-2012. Межгосударственный стандарт. Заполнители пористые неорганические для строительных работ. Методы испытаний (введен в действие Приказом Росстандарта от 27.12.2012 № 2073-ст). – М.: Стандартиформ, 2014, [Электронный ресурс]: <https://docs.cntd.ru/document/1200100905/>
8. Из опыта проектирования автомобильных дорог на Саянском месторождении. – «Нефть и газ Тюмени», 1972 г., выпуск № 13, стр. 75–77. Авторы: Н. В. Табаков, Е. Г. Пешкова, С. Н. Вассерман, В. В. Колегов. (Институт ЗапСибНИГНИ.(институт Гипротюменьнефтегаз, Тюменский индустриальный институт, институт экономики и организации промышленного производства СО АН СССР).
9. Калинин Н. И. «Исследование реологических свойств торфа- пониженной влажности», «Труды Московского торфяного института», 1957 г., вып. № 1, стр. 37–42.
10. Маслов Н. Н. «длительная устойчивость и деформация смещения линейных сооружений» Москва, «Энергия», 1968 г, стр. 160.
11. Основные природные и социально-экономические последствия изменения климата в районах распространения многолетнемерзлых пород: прогноз на основе синтеза наблюдений и моделирования: оценочный отчет /

Под ред. О. А. Анисимова. – М.: Greenpeace, 2009. – 43 с. [Электронный ресурс]: <https://greenpeace.ru/wp-content/uploads/2020/06/doklad-climate-ru.pdf/>

12. Клещ, П. К. Устройство дорожного полотна в условиях слабых грунтов / П. К. Клещ. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2021. – № 3 (345). – С. 125–129. – URL: <https://moluch.ru/archive/345/77760/>

13. Barron R. A. Consolidation of fine – grained soils by drain wells. J. Soils Mech. ASCE, June, 1947 г., стр. 811–835.

14. A. Kipp Moorsprengingen bei bau der Holland. „Strasse und Auetobahn“ (“Улицы и автобаны”), 2019 г., 16, № 5 стр. 135–160.

15. A. Moos. Schweizerische Erfahrungen im Strassenbau auf Torf. – „Strabe und Autobahn“, 2020r, 16, № 8, стр. 273–278.

16. Полуновский А. Г. обоснование и исследование конструкции земляного полотна автомобильных дорог на участках залегания иольдиевых глин «диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, Москва – 1972.

УДК 658.5:623.125

*Ирина Борисовна Голованова,*  
студент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: golovanova\_irina00@mail.ru*

*Irina Borisovna Golovanova,*  
student  
(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: golovanova\_irina00@mail.ru*

## **ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БЕТОНИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА КАЛЕНДАРНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ**

### **THE INFLUENCE OF CONCRETING TECHNOLOGY OF BUILDING STRUCTURES ON THE CALENDAR PLANNING**

Важным критерием эффективности в строительстве является продолжительность выполнения работ, которая напрямую зависит от соблюдения сроков выполнения каждого этапа процесса. При возведении зданий из монолитных конструкций часто возникает ситуация, когда фактическое время, затраченное на бетонные работы, не соответствует запланированному.

Проведенный анализ проблем календарного планирования выявил необходимость рассмотрения различных факторов, влияющих на календарное планирование строительно-монтажных работ для улучшения методов планирования и достижения своевременной сдачи объектов в эксплуатацию, а также для достижения высоких технико-экономических результатов.

*Ключевые слова:* монолитное строительство, бетонные работы, организационно-технические решения, календарное планирование.

An important criterion for efficiency in construction is the duration of work, which directly depends on meeting the deadlines for each stage of the process. When constructing buildings from monolithic structures, a situation often arises when the actual time spent on concrete work does not correspond to the planned one.

The analysis of the problems of calendar planning revealed the need to consider various factors affecting the calendar planning of construction and installation works in order to improve planning methods and achieve timely commissioning of facilities, as well as to achieve high technical and economic results.

*Keywords:* monolithic construction, concrete works, organizational and technical solutions, calendar planning.

На сегодняшний день больше половины зданий и сооружений построены из железобетона. Процесс устройства монолитных железобетонных конструкций состоит из комплекса процессов, таких как устройство опалубки, установки арматуры, укладки бетонной смеси, ее выдерживание и демонтажа опалубки [1].

В зависимости от уникальности объекта, от условий строительной площадки, от технологического оснащения применяемого для подачи бетонной смеси и от технических решений, принятых в проекте, зависит организация работ по возведению здания или сооружения. Учитываются также условия окружающей среды, такие как температура и влажность.

Для своевременной сдачи объектов в эксплуатацию при строительстве для каждого процесса определены календарные сроки, которые помогают соблюдать календарный план строительства. На календарном плане наглядно показана последовательность всех процессов и их продолжительность.

Равномерный процесс бетонирования является ключевым элементом успешного возведения зданий из монолитного железобетона. Чтобы обеспечить непрерывность у каждой бригады должен быть подготовленный фронт работ.

Для оптимизации процесса строительства важно использовать метод захваток, разбивая объект на приблизительно равные по трудоемкости участки и организуя работу бригад по этим участкам. На каждом участке может выполняться только один вид работ. Такой подход помогает избежать простоев и обеспечивает более эффективную работу каждой бригады.

Предположим, что строительная площадка разделена на 4 захватки. Схема разделения строительной площадки на захватки представлена на рисунке. На первой захватке начинаются работы по установке опалубки. По завершении этой работы бригада, занимающаяся установкой опалубки, переходит на вторую захватку, а на первой приступают к работе арматурщики. Затем бригада опалубщиков переходит на третью захватку, а арматурщики на вторую. На первой начинается укладка бетонной смеси. Следующим этапом бригада опалубщиков начинает работу на четвертой захватке,

арматурщики переходят на третью, бетонщики на вторую, а на первой ведется работа по уход за уложенным бетоном (покрывание бетоном, поливка и т. д.). Далее этот цикл повторяется [2].

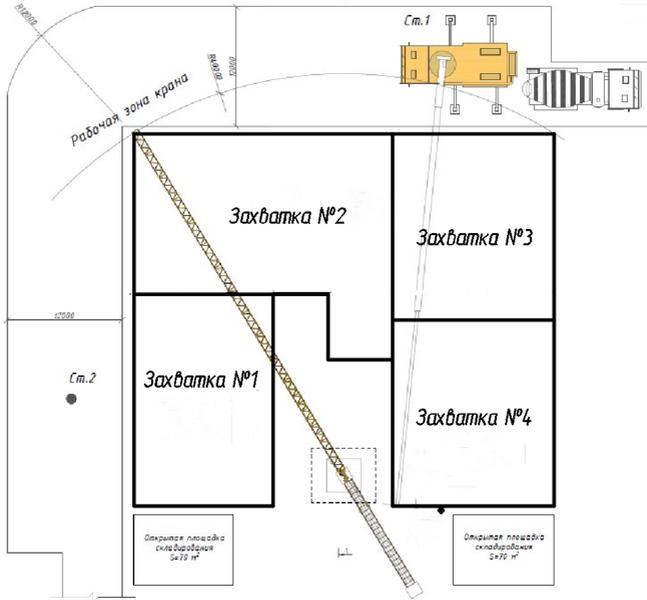


Схема разделения строительной площадки на захватки

Основным видом работ в этом процессе является бетонирование, от которого и зависит темп строительства. Поэтому работы по возведению железобетонных зданий и сооружений следует проводить деля объект на четыре захватки. [2]

Время твердения бетона зависит от множества факторов, основными являются: температура и влажность окружающего воздуха, соотношение заполнителей, качество исходных материалов, обработка бетона и применяемые добавки. [3]

Как только бетон на первом участке достигнет необходимой распалубочной прочности, то опалубку разбирают и переставляют

на следующий участок. Параллельно преставлению опалубки происходят и работы по установке арматуры и укладыванию бетонной смеси.

Уменьшить время выполнения работ можно за счет использования арматурно-опалубочных блоков. Эти блоки позволяют собирать арматуру и опалубку на специальном стенде рядом с строящимся объектом и после их устанавливают в проектное положение с помощью крана соответствующей грузоподъемности. Благодаря данной технологии число захваток уменьшается на одну, что приводит к ускорению процесса строительства.

Бригады опалубщиков, арматурщиков и бетонщиков для эффективного выполнения работ по методу захваток следует формировать так, чтоб время работ бригад на участках приблизительно равнялось.

Количество специалистов в каждой бригаде определяется по картам трудовых процессов или по ЕНиР в зависимости от трудоемкости работ. При расчете специализированных бригад лучше выбирать специалистов, владеющих смежными профессиями, например арматурщика и бетонщика.

Для максимальной эффективности использования ведущей машины (как, например, башенный кран или экскаватор), необходимо определить состав бригады так, чтоб ведущая машина не простаивала.

Если это не учесть, то будут возникать простои бригад, что приведет к отставанию по календарному графику и к дополнительным расходам.

При возведении здания или сооружения в скользящей опалубке, разбивку на захватки не выполняют. Все технологические процессы по установке опалубки и арматуры, укладке бетонной смеси и выдерживания бетона выполняются в строгой технологической последовательности, без перерывов, и остановок.

На недавно забетонированных конструкциях нельзя ходить пока бетон не наберет прочность 2,5 Мпа. Свежезалитую конструкцию нужно оберегать от ударов и толчков, а начинать производить на ней работы, такие как установка опалубки вышележащего этажа

или укладка кирпичной кладки, рекомендуется лишь после достижения бетоном необходимой прочности. Обычно данный промежуток времени не менее 3 суток, что обязательно нужно учитывать при составлении календарного графика [2].

Для ускорения процесса возведения здания работы следует производить в две смены, организовать безпростоянную работу бригад, использовать современные технологии и применять меры для ускорении сроков схватывания бетона.

На сроки схватывания бетона влияет: тип цемента, водоцементное отношения, факторы окружающей среды, наличие тепловлажностной обработки, электропрогрев, вибрирование и применение специальные добавок.

В холодное время года, когда на улице невысокие температуры воздуха, процесс затвердевания бетона замедляется. В таких случаях нужно делать две-три захватки для ухода за затвердевающим бетоном, что подразумевает разбитие объекта строительства на 5–6 захваток.

Данные критерии по разбивке объекта на захватки, по устройству опалубки, армированию и бетонированию конструкций, по уходу за свежееуложенном бетоном, прогреву и использования добавок должны быть подробно рассмотрены в проекте производства работ.

### **Выводы**

Таким образом, можно сделать вывод, что на календарное планирование железобетонных работ влияет множество факторов, таких как:

1. Основным, который определяет темп строительства, является процесс набора прочности бетона. Он зависит от состава раствора, температуры окружающей среды, влажности и наличия добавок и др.

2. Вид опалубки: разборно-переставная или скользящая.

3. Состав бригад рабочих. Для ведения работ без простоев по методу захваток нужно комплектовать бригады так, чтоб прод трудоемкости пригаб приблизительно ровнялись.

## Литература

1. Давидюк А. Н. Железобетон как фактор глобализации // Материалы III Международной конференции по бетону и железобетону в Москве в мае 2014 г.
2. Совалов И. Г., Могилевский Я. Г., Остромогольский В. И. Календарный план организации производства железобетонных работ // Стройиздат, 1988, раздел 4. (дата обращения 15.01.2024 г.)
3. Жадановский Б. В., Синенко С. А. Перспективы повышения технического уровня производства бетонных работ в современном строительстве // Научное обозрение. 2014. № 9–2. С. 435–438.
4. Жадановский Б. В., Ерижокова Е. С., Gorshkova E. A Поточный метод как способ организации строительства. Системные технологии. 2018. № 3 (28). С. 136–140.
5. Руденко А. А. Методические противоречия в повышении организационно-технологической надежности строительства/ А. А. Руденко, Р. А. Аль-Мсари. – Текст : электронный // Петербургская школа поточной организации строительства: материалы II Международной научно-практической конференции, посвященная 100-летию со дня рождения профессора В. А. Афанасьева. СПб, 2023. – С. 12–19. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50736909/>
6. Леви С. С. Бетонные и железобетонные работы. Основные принципы организации бетонных и железобетонных работ. Организация бетонных и железобетонных работ //URL: <http://www.bibliotekar.ru/beton-zhelezobeton/85.htm> (дата обращения 15.01.2024 г.)

**УДК 69.05**

*Валерия Владимировна Дорофеева,*  
магистрант  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: budrenkina@yandex.ru*

*Valeria Vladimirovna Dorofeeva,*  
Master's degree student  
(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: budrenkina@yandex.ru*

## **РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ НЕСООТВЕТСТВИЯ ТИПОВ IFC ПРИ 4D-МОДЕЛИРОВАНИИ**

### **SOLVING THE ISSUE OF IFC TYPE MISMATCHES IN 4D MODELING**

В современной строительной отрасли активно обсуждается использование технологий BIM и стандарта IFC как инструмента для обеспечения совместимости между различными программными продуктами. Но несмотря на многочисленные преимущества, использование формата IFC сопряжено с рядом трудностей, наиболее важной из которых является проблема выбора подходящих типов IFC для конкретных элементов модели. Как показано на примере моделирования строительных лесов через IfcSite, несоответствия типов элементов приводят к ошибкам в 4D-моделях и затрудняют процесс планирования. Это подчеркивает необходимость углубленного изучения стандарта IFC и его корректного применения.

*Ключевые слова:* технологии информационного моделирования, IFC, ТИМ, организация строительства, 4D-моделирование, строительство.

In the modern construction industry, the use of BIM technologies and the IFC standard as a tool for ensuring compatibility between different software products is actively discussed. However, despite numerous advantages, the use of the IFC format is associated with a number of difficulties, the most important of which is the problem of selecting suitable IFC types for specific model elements. As demonstrated by the example of modeling construction scaffolds through IfcSite, discrepancies in element types lead to errors in 4D models and complicate the planning process. This highlights the need for in-depth study of the IFC standard and its correct application.

*Keywords:* Building Information Modeling technologies, IFC, BIM, construction organization, 4D modeling, construction.

Проблема, с которой мы сталкиваемся при использовании IFC (Industry Foundation Classes), связана с неправильным выбором

типа IFC для конкретных элементов модели. Это относится к назначению типов элементов, например, опалубка или строительные леса, которые ошибочно моделируются при помощи библиотек как IfcSite (участок). Эта проблема приводит к несоответствиям в экспортируемых 3D-моделях и существенно усложняет процесс организации строительства, в частности с 4D-моделированием.

Технология BIM (Building Information Modeling) стала неотъемлемой частью процесса проектирования и строительства зданий. Однако эффективность использования этой технологии напрямую зависит от достоверности и точности данных, назначенных на элементы модели. Ошибки в классификации элементов могут привести к неправильным расчетам, задержкам в проектировании, строительстве и дополнительным затратам.

Устранение проблемы некорректного использования типов IFC для элементов модели является актуальным направлением для совершенствования BIM-процессов. Это также актуально для элементов, которые требуют точного планирования и визуализации в рамках 4D-моделирования. К ним относятся временные конструкции (опалубка, строительные леса и т. п.), которые играют важную роль в организации строительства.

Прежде, чем перейти к решению описанной выше проблемы необходимо углубиться в теоретические основы IFC, его достоинства и недостатки.

Формат IFC – это объектно-ориентированная модель данных, что означает, что все элементы проекта (стены, перекрытия, окна, двери и т. п.) представлены в виде объектов с определенными свойствами и взаимосвязями. Стандарт разработан для обмена информацией в сфере строительства и проектирования. Он облегчает взаимодействие между различными программами и системами.

Достоинства этого формата подробно описаны в статье Максима Нечипоренко [1]. Он выражает поддержку использования формата IFC как открытого международного стандарта для обмена данными. Автор рассматривает строительную отрасль как многонациональный мир, где разные специалисты и компании, как будто говорящие на разных языках, часто сталкиваются с трудностями

во взаимопонимании и передаче данных. Он подчеркивает, что IFC формат представлен как решение для упрощения этого взаимодействия. Основные преимущества формата IFC включают его открытость, долгую историю разработки и поддержку множества программных продуктов. Этот формат также допускает расширения, что позволяет адаптировать его под специфические потребности. В России IFC уже стал национальным стандартом для обмена данными об объектах строительства, что подчеркивает его значимость.

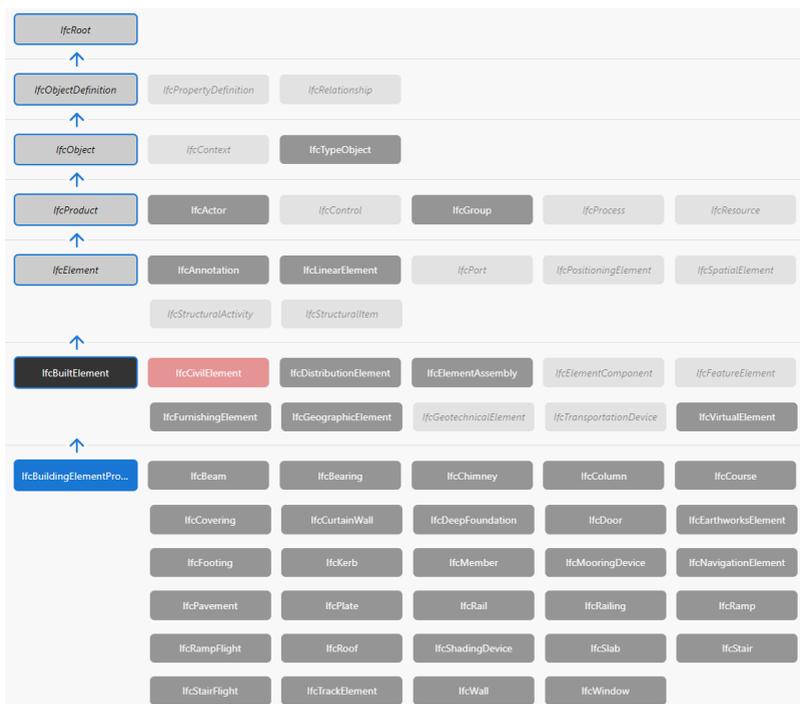
На противоположной стороне, мнение Александра Волкова [2]. В своей работе автор аргументирует против использования международного формата IFC как национального стандарта для обмена данными в российской строительной отрасли. В статье обосновывается необходимость разработки собственного универсального формата данных, учитывающего как геометрические, так и атрибутивные данные объектов капитального строительства. Автор указывает на ряд проблем, связанных с применением IFC, такие как сложности с точной передачей данных между различными программными платформами. Невозможно гарантировать безошибочную интероперабельность без прямого сравнения с исходными данными. Также автор поднимает вопрос о сложности редактирования данных в формате IFC и неопределенности их интерпретации другими программами.

Статья [3] исследует применение отраслевых базовых классов в строительной отрасли. IFC – это универсальный формат данных для цифрового описания строительных проектов, используемый для передачи геометрических и физических данных между системами автоматизированного проектирования. Несмотря на широкие возможности IFC, статья указывает на недостатки этого формата, в частности, на ограниченную способность описывать некоторые аспекты строительных работ, такие как детализация строительно-монтажных работ и специфические конструктивные решения.

В работе [4] обозначены основные проблемы, связанные с использованием формата IFC в России, такие как необходимость ручной настройки при экспорте/импорте между разными

программными комплексами. Авторы также признают IFC безальтернативным форматом, вносящим значительный вклад в цифровизацию строительной отрасли.

Теперь немного углубимся в семантику IFC файлов. IFC модель включает в себя различные уровни от абстрактных концепций до конкретных объектов и элементов (см. рис.).



Иерархическая структура данных

Класс IfcRoot в структуре IFC является базовым и содержит фундаментальные атрибуты для всех производных классов, такие как наименование, описание и глобальный идентификатор. От IfcRoot наследуются ключевые абстрактные понятия, такие как объекты

IfcObject и IfcObjectDefinition, свойства IfcPropertyDefinition, отношения IfcRelationship и контексты IfcContext, которые организуют иерархию наследования в структуре IFC и не используются напрямую в моделях [5].

Условно, вершина иерархии начинается с IfcProject, который является корневым объектом для всех других объектов в файле IFC. Отсюда начинается ветвление к более конкретным элементам, таким как IfcSite для участка, IfcBuilding для зданий, IfcBuildingStorey для этажей и так далее, формируя логическую и пространственную структуру проекта.

#### Описание основных элементов IFC

IfcProject	Корневой элемент всей IFC модели, представляющий проект в целом. От него ведется дальнейшая иерархия всех элементов и конструкций в проекте.
IFCIfcSite	Представляет участок или местоположение проекта, может включать в себя одно или несколько зданий.
IfcBuilding	Описывает здание на участке, может содержать несколько этажей.
IfcBuildingStorey	Этаж в здании, содержит элементы этажа, такие как помещения, стены, перекрытия и т. д.
IfcSpace	Помещение или пространство внутри этажа, определяет область с определенными функциональными характеристиками.

IfcProduct наследуется от IfcObject и описывает физические объекты. IfcElement – это более конкретный класс для элементов строения. IfcBuildingElement является подклассом IfcElement и отвечает за основные компоненты строительства (IfcWall, IfcSlab, IfcBeam, IfcColumn, IfcWindow, IfcDoor).

Каждый объект в IFC может иметь набор свойств (IfcProperty). Они характеризуют его через параметры, такие как материалы, размеры и технические характеристики. Отношения между объектами (IfcRelationship) позволяют определить, как объекты соединяются

друг с другом и как они взаимодействуют в рамках модели. Каждый объект в IFC может иметь связанные с ним свойства, которые описывают его характеристики, такие как размеры, материалы и технические параметры. Эти свойства организованы в наборы свойств (IfcPropertySet), что позволяет группировать связанные свойства вместе.

Отношения в IFC используются для описания взаимосвязей между различными объектами. Например, IfcRelAggregates описывает композиционные отношения (например, как здание состоит из этажей), в то время как IfcRelContainedInSpatialStructure связывает элементы (например, стены и окна) с пространственными структурами (например, этажами).

Немного углубившись в структуру IFC, выяснилось, что использование типа IfcSite для моделирования лесов не соответствует семантике IFC, так как IfcSite и другие элементы, наследуемые от IfcSpatialStructureElement, предназначены для описания пространственной и логической организации модели, а не для динамического представления элементов строительства.

В ходе изучения и анализа использования стандарта выяснилось, что тип IfcBuildingElementProxy представляет собой универсальный элемент, который можно использовать для моделирования объектов, не вписывающихся в predetermined categories IFC. Это делает его наилучшим выбором для представления таких элементов, как строительные леса. Поскольку он позволяет избежать семантических несоответствий, связанных с использованием типов, предназначенных для других целей.

В заключение можно подчеркнуть сложность структуры классов IFC и отметить отсутствие описаний для многих используемых в строительстве элементов и конструкций. Есть необходимость дополнения информационной модели дополнительными семантическими свойствами для преобразования информации в нужную форму.

Несмотря на значительные успехи в развитии формата IFC, существуют определенные недостатки, требующие дальнейших исследований и разработок для улучшения процесса моделирования

в строительстве, а именно более детальную спецификацию строительно-монтажных работ и конструктивных решений.

### Литература

1. Нечипоренко М. В. IFC как национальный формат данных: мнение «за» / М. В. Нечипоренко // Информационное моделирование. – 2023. – № 2. – С. 43–45. – EDN LABUMY.
2. Волков А. В. IFC как национальный формат данных: мнение «против» / А. В. Волков // Информационное моделирование. – 2023. – № 2. – С. 46–51. – EDN WUMIPF.
3. Павлов А. С. Отраслевые базовые классы как инструмент для определения объемов строительных работ / А. С. Павлов, И. В. Каракозова // Строительное производство. – 2022. – № 2. – С. 66–71. – DOI 10.54950/26585340\_2022\_2\_66. – EDN JUKFPJ.
4. Новикова А. А. Проблемы и перспективы открытого стандарта IFC для обмена информационными моделями в России / А. А. Новикова, О. Д. Курбаковских // Актуальные вопросы строительства: взгляд в будущее : Сборник научных статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 40-летию создания Инженерно-строительного института, Красноярск, 19–21 октября 2022 года. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2022. – С. 277–281. – EDN XEMDHJ.
5. IFC 4.3.2 Documentation. URL: <https://ifc43-docs.standards.buildingsmart.org/> (дата обращения: 23.03.2024).

УДК 69.009

*Алина Максимовна Караульщикова,*  
магистрант  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: alinakaraulschikova@ya.ru*

*Alina Maksimovna Karaulschikova,*  
Master's degree student  
(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: alinakaraulschikova@ya.ru*

## **АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ И КОМПЛЕКТАЦИИ ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

### **ANALYSIS OF THE INFORMATION SUPPORT SYSTEM IN THE FORMATION AND COMPLETION OF EXECUTIVE DOCUMENTATION IN CONSTRUCTION**

В статье произведен анализ системы информационного обеспечения при формировании и комплектации исполнительной документации в строительстве. На основе произведенного анализа, выведена оценка эффективности решений в сравнении времени и ресурсов, затраченных на разработку и утверждение документации до и после внедрения результатов.

*Ключевые слова:* исполнительная документация, анализ исполнительной документации, отображение фактического исполнения, общий журнал, специальный журнал.

The article analyzes the information support system for the formation and completion of as-built documentation in construction. Based on the analysis performed, an assessment of the effectiveness of solutions was made by comparing the time and resources spent on the development and approval of documentation before and after implementation of the results.

*Keywords:* as-built documentation, analysis of as-built documentation, display of actual execution, general journal, special journal.

**Введение.** Исполнительная документация в строительстве является неотъемлемой частью любого строительного процесса, она отражает фактическое исполнение организационно-технологических решений, принятых в проектной и рабочей документации.

Грамотное составление исполнительной документации может гарантировать успешную реализацию проектов строительства.

К сожалению, во время осуществления этого важного процесса многие специализированные отделы испытывают различные проблемы, которые требуют решения.

Существует высокая вероятность забыть присвоить или же присвоить ошибочный номер тому или иному документу, не занести его в реестр, а также подшить к пакету документов не подписанный исполнителем документ.

Помимо этого, требуется обеспечить наличие необходимых экземпляров как у компании, так и у контрагентов, а для этого нужно осуществить их перевозку и дальнейшее хранение. Если же у организации несколько строительных объектов, то значительные материальные и временные затраты неизбежны, также высока вероятность ошибочного заполнения документов и их утери. В настоящее время ведение документации хоть и осуществляется с помощью таких компьютерных программ, как *Excel* и *Word*, но все равно имеет место многократное заполнение повторяющейся информации, пусть и в электронном виде.

В целом, при ведении исполнительной документации выявляются следующие наиболее распространенные факторы, негативно влияющие на процесс введения исполнительной документации (табл. 1):

- значительные затраты на бумажные материалы, печать и архивирование документов;
- многократное заполнение повторяющейся информации;
- ошибки при составлении исполнительной документации;
- существенные временные и материальные затраты, связанные с необходимостью передачи документации на проверку и обратного получения для устранения замечаний [10].

Таблица 1

**Классификация наиболее распространенных факторов, негативно влияющих на процесс введения исполнительной документации**

№ п/п	Наименование факторов
1	Человеческий фактор, влекущий за собой ошибки и недочеты при составлении актов, что в свою очередь вызывает необходимость изменения и повторной комплектации бумажных носителей и еще большие временные затраты

Окончание табл. 1

№ п/п	Наименование факторов
2	Подписание бумажного носителя у разных ответственных лиц, находящихся территориально в разных местах
3	Рукописные журналы работ, что вызывает достаточно долгий поиск необходимого типа работ для составления акта
4	Риск потери бумажного носителя, из-за большого его количества
5	Периодические изменения требований по оформлению к исполнительной документации (ИД) у подписантов

### **Методика анализа системы информационного обеспечения.**

Исполнительная документация (ИД) – это текстово-графические документы, в которых отражены этапы работ, выполнение проектных решений и фактическое положение объекта и его элементов при строительстве, ремонте или реконструкции. Также в исполнительной документации указывают ответственного подрядчика по каждому виду выполняемых работ и техническое состояние строящегося здания или сооружения. Этот вид документации регламентируется законодательством РФ (табл. 2) [4].

Таблица 2

### **Нормативно-правовые документы, устанавливающие состав и содержание исполнительной документации**

№ п/п	Наименование	Область применения
1	«Градостроительный кодекс РФ (ГрК РФ)» от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 04.08.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2023)	Осуществление строительства, реконструкции, капитального ремонта объекта капитального строительства

Продолжение табл. 2

№ п/п	Наименование	Область применения
2	«СП 48.13330.2019. Свод правил. Организация строительства. СНиП 12-01-2004»	<p>1. Настоящий свод правил распространяется на следующие виды градостроительной деятельности – проектирование, строительство, реконструкцию, капитальный ремонт, снос объектов (в части организации строительства).</p> <p>2. Требования настоящего свода правил распространяются на работы при реализации проектов в отношении объектов гражданского и промышленного назначения, а также направлены на реализацию перепрофилирования промышленных территорий в условиях сложившейся застройки.</p> <p>3. Требования настоящего свода правил не распространяются на строительство объектов индивидуального жилищного строительства</p>
3	«РД-11-02-2006. Требования к составу и порядку ведения исполнительной документации»	Настоящие Требования определяют состав и порядок ведения исполнительной документации при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства и требования, предъявляемые к актам освидетельствования работ, конструкций, участков сетей инженерно-технического обеспечения
4	«СП 68.13330.2017. Приемка в эксплуатацию законченных строительных объектов»	Настоящий свод правил устанавливает порядок приемки в эксплуатацию законченных строительством и реконструированных объектов капитального строительства производственного и непроизводственного назначения

№ п/п	Наименование	Область применения
5	«ГОСТ Р 70108-2022 Документация исполнительная. Формирование и ведение в электронном виде»	1. Настоящий стандарт устанавливает требования к процессам формирования и ведения исполнительной документации в электронном виде при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте объектов капитального строительства. 2. Настоящий стандарт предназначен для участников электронного взаимодействия при осуществлении строительства, реконструкции и капитального ремонта объектов капитального строительства. 3. Настоящий стандарт применяется совместно с другими документами по стандартизации и с нормативными правовыми актами, устанавливающими требования к формам и содержанию исполнительной документации, которая ведется на бумажных носителях. Ссылки на применяемые документы по стандартизации и нормативные правовые акты приведены в разделах 6 и 7

В состав исполнительной документации входят (рис. 1).

1. Общий журнал работ.
2. Журнал авторского надзора.
3. Специальные журналы (журнал входного контроля, журнал бетонных работ, журнал ухода за бетоном, журнал монтажных работ, журнал сварочных работ и антикоррозионной защиты и др).
4. Акты освидетельствования естественных конструкций.
5. Акты освидетельствования скрытых работ.
6. Акты приемки готовых поверхностей.
7. Паспорта и сертификаты (декларации) соответствия на применяемые материалы.

8. Акты отбора проб; акты об изготовлении контрольных образцов и протоколы испытаний применяемых материалов.

9. Исполнительные геодезические схемы.

10. Свидетельство об аттестации и (или) аккредитации лаборатории.

11. Квалификационные удостоверения лиц, осуществляющих работы, испытания, измерения, обследования (сварщиков, машинистов строительных машин и установок, рабочих-высотников, лиц, осуществляющих неразрушающий контроль и т. д.)

12. Свидетельства о поверке средств измерений и иные документы, подтверждающие их соответствие законодательству об обеспечении единства измерений.

13. Приказы о назначении лиц (производителей работ), ответственных за ведение работ на объекте строительства, за осуществление строительного контроля подрядной организацией (генеральной подрядной организацией), за ведение исполнительной документации [2].

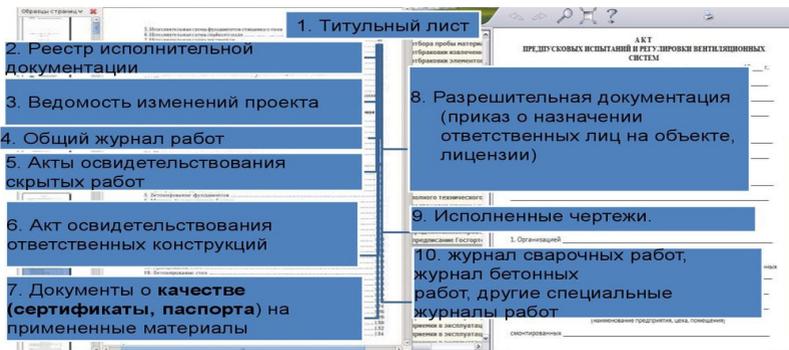


Рис. 1. Состав исполнительной документации

Исполнительная документация необходима при строительстве нового объекта, ремонте или реконструкции зданий и сооружений. Это главный документ, в котором содержится полная информация по каждому зданию, включая сведения о его внутренних

инженерных коммуникациях. Оформлением занимается инженерно-проектировочный отдел, а ведет ИД на стройке подрядчик. После итоговой проверки она хранится у заказчика [4].

За последние несколько лет было разработано немало программ, которые предназначены для совершения разных операций с ИД. Для строительных организаций, деятельность которых предполагает наличие ведения большого количества исполнительной документации остро стоит вопрос их автоматизации и оптимизации.

Система информационного обеспечения при формировании и комплектации исполнительной документации в строительстве является неотъемлемой частью процесса строительства и играет ключевую роль в обеспечении эффективности и точности выполнения проекта.

Одной из важных функций системы информационного обеспечения является формирование и комплектация исполнительной документации. И включает в себя сбор всех необходимых документов, их структурирование и подготовку к использованию. При формировании такой документации система обеспечивает автоматизацию процесса, что позволяет сократить и упростить процесс подготовки документации и сделать его более организованным и систематизированным, а так же улучшить качество работы.

У большинства современных строительных организаций в ходе анализа систем информационного обеспечения имеются следующие проблемы:

- отсутствие централизованной системы управления документацией, что приводит к трудностям в ее поиске и обновлении;
- несовместимость информационных систем, используемых различными отделами организации, что затрудняет обмен информацией и сопровождение документации;
- отсутствие автоматизированных инструментов для планирования и контроля выполнения работ, что приводит к неэффективному управлению проектами [10].

Использование программ обеспечивающих автоматизацию для формирования и комплектации исполнительной документации

в строительстве позволяет тратить меньше времени на подготовку актов и журналов работ, находить и заполнять стандартные формы существенно быстрее.

Программы для ведения исполнительной документации в строительстве помогают организовать работу производственно-технического отдела (ПТО).

В табл. 3 приводится сравнение бумажного и электронного ведения исполнительной документации.

Таблица 3

**Сравнение бумажного и электронного ведения исполнительной документации**

<b>Процесс</b>	<b>Бумажная ИД</b>	<b>Электронная ИД</b>
<b>Хранение</b>	Необходимо помещение для хранения бумажных носителей	Документы хранятся на электронных хранилищах, серверах
<b>Архивирование</b>	Необходимость копирования нескольких экземпляров документов	Возможность цифрового архивирования
<b>Трудовые усилия</b>	Большие объемы бумажных носителей, копирование, необходимость транспортировка от одного места к другому для подписания ответственных лиц	Формирование в рамках единой цифровой системы, прозрачность труда
<b>Количество</b>	Большое количество экземпляров документов	Один документ, созданный в цифровой базе
<b>Утеря документов</b>	Высока вероятность утери документов, вызванной хранением и сложностью структурирования бумажных носителей	Вероятность утери в связи со сбоем системы
<b>Обмен документами</b>	Длительный обмен документами за счет транспортировки	Своевременный обмен данными в единой системе

Достоинством ведения исполнительной документации в электронном виде является быстрый и своевременный анализ проделанной работы посредством единой информационной системы [6].

Электронные документы могут быть удобно архивированы и сохранены на электронных носителях или облачных сервисах, что позволяет обеспечивать долгосрочное хранение и более легкий доступ к архивированным документам.

Также имеются и серьезные недостатки внедрения электронного документооборота. В табл. 4 представлены факторы, имеющие негативное воздействие на внедрение электронного документооборота при комплектации исполнительной документации.

Таблица 4

**Факторы, имеющие негативное воздействие на внедрение электронного документооборота при комплектации исполнительной документации**

<b>Риски</b>	<b>Описание препятствия</b>
Организационные риски	Недостаточное планирование при реализации исполнительной документации ведет к тому, что отсутствует или не работает система контроля выполнения работ и их сроков. Также к данному риску относится недостаточное изучение работы используемого программного комплекса, несогласованность действий участников.
Административные риски	К данному фактору можно отнести сопротивление участников взаимодействия изменениям и комфортность использования традиционных методов.
Субъективные риски	Отсутствие навыков использования программных комплексов, низкая культура работы с информацией в электронном виде по-прежнему остаются существенным препятствием на пути внедрения автоматизированных систем.
Технологические риски	Переход к безбумажной обработке документов приведет к существенному увеличению нагрузки на серверы из-за необходимости хранить на них больший объем информации. В результате имеющиеся информационные технологии могут оказаться неготовыми к новым методам работы, что приведет к низкой работоспособности системы.

**Результаты исследования**

В зависимости от конкретной ситуации и требований, использование бумажного или электронного введения исполнительной документации имеет свои достоинства и недостатки. Важно учитывать оба подхода и выбирать наиболее подходящий вариант с учетом особенностей работы и организации.

На основе произведенного выше анализа, оценка эффективности решений состояла в сравнении времени и ресурсов, затраченных на разработку и утверждение документации до и после внедрения решений, а также сравнении качества разработанной документации и уровня ошибок. Проведенная оценка показала, что внедрение предложенных решений привело к сокращению времени на разработку и утверждение документации на 20 %, уменьшению ошибок на 15 % и улучшению качества документации (данные получены, в результате обработки материалов, проведенного производственного эксперимента в ООО «Р.П.С.» (рис. 2). Безусловно, данные исследования подлежат дальнейшему изучению и расширению.

Важно, отметить, критерии выбора подходящего программного обеспечения для ИД:

1. Функциональность. Важно определить потребности компании. Например, это может быть объединение всех участников строительства в единую платформу с системой согласований и уведомлений (инспекции строительного контроля, системы

ролей и доступов, фотофиксация нарушений, автоматические уведомления всех участников строительства и другое).

2. Интеграция с другими системами. Нужно убедиться, что новое программное обеспечение можно будет интегрировать с ранее установленными. Либо, что возможно расширение программы до комплексной автоматизации стройкой.

3. Удобство использования, легкость внедрения, качественная поддержка. Программа должна быть удобной и интуитивно понятной для пользователей. Это необходимо для того, чтобы сотрудники могли быстро освоить ее начать использовать для решения рабочих задач. Помимо этого, установленное ПО должно сопровождаться поддержкой. Это позволяет организации быстро справляться с возникающими проблемами.

4. Безопасность. Исполнительная документация нередко содержит в себе информацию, которая ни в коем случае не должна попасть в распоряжение третьих лиц. Поэтому, программа для работы с ИД должна обеспечивать безопасность данных.

5. Стоимость. У каждой организации свой собственный бюджет. Важно, чтобы стоимость программы и ее поддержки не выходила за его рамки.



Рис. 2. Диаграмма оценки эффективности решений

**Заключение.** Культура грамотного и профессионального ведения учетной документации для строительства вырабатывается годами. Если ранее этот процесс имел ручной формат работы, то с внедрением современного программного обеспечения упростилась работа и взаимодействие специалистов ПТО.

По результатам произведенного исследования, можно сделать вывод, что сокращение типичных и часто совершаемых ошибок с использованием современных технологий при формировании и комплектации исполнительной документации сводится к минимуму. Кроме того, сокращается время разработки готовых документов.

### Литература

1. Синенко С. А. Совершенствование подготовки исполнительной документации по возведению зданий и сооружений в современных условиях / С. А. Синенко, И. Н. Дорошин, М. А. Гнатусь // Инженерный вестник Дона. – 2020. – № 2(62). – С. 3. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42921675> (дата обращения 10.10.2023).
2. СП 48.13330.2019. Свод правил. Организация строительства. СНиП 12-01-2004.
3. Артамонов С. В. Электронная цифровая подпись в системе электронного документооборота / С. В. Артамонов, Т. А. Шакирзянов // Вестник научных конференций, 2016. – С. 11–13. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27474368> (дата обращения: 10.10.2023).
4. Гарев В. М., Шинкевич, В. А. Исполнительная техническая документация при строительстве зданий и сооружений. Справочное пособие. ЦКС. СПб: 2005.
5. Мелин М. А. Совершенствование способов ведения исполнительной документации в строительной организации / М. А. Мелин, Н. Л. Бреус // Архитектура, строительство, транспорт 2021. – С. 58–63. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46409680> (дата обращения: 10.10.2023).
6. ГОСТ Р 70108-2022 Документация исполнительная. Формирование и ведение в электронном виде.
7. Коротченко Д. В. Проблемы развития электронного документооборота в строительстве / Д. В. Коротченко // Стратегии развития предпринимательства в современных условиях: Сборник научных трудов IV национальной (с международным участием) научно-практической конференции, СанктПетербург, 23–24 января 2020 года. – Санкт-Петербург:

Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2020. – С. 305–308. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43011133> (дата обращения: 10.10.2023).

8. Лукичева А. А. Исполнительная документация в России: проблемы, состояние, пути решения / А. А. Лукичева // Города России: проблемы строительства, инженерного обеспечения, благоустройства и экологии: сборник статей XXII Международной научно-практической конференции, Пенза, 10–11 апреля 2020 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2020. – С. 93–97. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42973709> (дата обращения: 10.10.2023).

9. Неровная Ю. А. Организация контроля исполнительной документации на объектах строительства / Ю. А. Неровная // Наука без границ. – 2020. – № 5(45). – С. 96–106. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42915367> (дата обращения: 10.10.2023).

10. Алтухов А. В. Проблемы исполнительной документации в строительстве / А. В. Алтухов, Н. Ю. Соковых, И. А. Пурикова, Ю. С. Димитрюк // Аллея науки. – 2017. – Т. 3. № 10. – С. 288–294. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29769060> (дата обращения: 10.10.2023).

**УДК 69.051**

*Екатерина Константиновна Петрова,*  
студент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*Email: vip.katya.doget@mail.ru*

*Ekaterina Konstantinovna Petrova,*  
student  
(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*Email: vip.katya.doget@mail.ru*

## **ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОРГАНИЗАЦИИ КАПРЕМОНТА ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ПРОСТРАНСТВА С ВНЕДРЕНИЕМ ДИЗАЙН-ТЕХНОЛОГИЙ**

### **QUALITY ASSESSMENT IN THE ORGANIZATION OF CAPITAL REPAIRS DURING THE RECONSTRUCTION OF THE SPACE WITH THE INTRODUCTION OF DESIGN TECHNOLOGIES**

Оценка качества в организации капремонта проходит в соответствии с установленными стандартами или критериями, который включает в себя систематический обзор и анализ различных факторов, таких как эффективность, результативность, надежность, безопасность и удовлетворенность клиентов. Целью оценки качества является выявление областей для улучшения, решение проблем и, в конечном счете, обеспечение того, чтобы услуга или процесс соответствовали ожиданиям заинтересованных сторон или превосходили их. В данной статье также затрагивается дизайн-технология в контексте реконструкции среды.

*Ключевые слова:* оценка качества, модели качества, модель совершенства, анализ.

The quality assessment in the overhaul organization takes place in accordance with established standards or criteria, which includes a systematic review and analysis of various factors such as efficiency, effectiveness, reliability, safety and customer satisfaction. The purpose of quality assessment is to identify areas for improvement, solve problems, and ultimately ensure that the service or process meets or exceeds the expectations of stakeholders. This article also touches on design technology in the context of environmental reconstruction.

*Keywords:* quality assessment, quality models, perfection model, analysis.

Дизайн-технологии требуют внедрения следующих процедур.

Общее управление качеством (TQM): непрерывное совершенствование, высокие оценки клиентов и сплоченность сотрудников,

который подчеркивает необходимость совместной работы всех членов организации над улучшением процессов, продуктов и услуг.

**Six Sigma:** Six Sigma – это основанный на данных подход к управлению качеством, который использует статистические методы для выявления и устранения дефектов в процессах. Метод фокусируется на снижении вариативности и повышении производительности процессов для достижения удовлетворенности клиентов.

Бережливое производство подчеркивает необходимость постоянного совершенствования и устранения видов деятельности, не приносящих добавленной стоимости.

ISO 9001 – это стандарт, в котором излагаются требования к системе менеджмента качества. Стандарт предоставляет организациям основу для создания, внедрения, обслуживания и постоянного совершенствования своей системы менеджмента качества для удовлетворения требований клиентов и повышения их удовлетворенности.

Организации могут выбрать и внедрить модель управления качеством, которая наилучшим образом соответствует их потребностям и целям. Ключевым моментом является создание культуры непрерывного совершенствования и использование модели для повышения производительности и удовлетворенности клиентов [1].

Техническая реабилитация – комплексное восстановление функциональных систем строительной площадки.

Мероприятия по комплексной реконструкции подразделяются на следующие:

- энергосберегающие (материально-техническое обеспечение сохранения энергетических ресурсов);
- энергоэффективные (применение инновационных методов сбережения энергетических ресурсов) [6].

Обеспечение качества – это контроль качества услуг, которые должны соответствовать условиям и требованиям, а также ожиданиям клиентов или превосходили их. Вот несколько шагов, участвующих в процессе обеспечения качества:

Определение требований к качеству: первым шагом в обеспечении качества является определение требований к качеству

продукта или услуги. Это включает в себя определение потребностей, спецификаций и ожиданий клиентов.

Разработать процедуры контроля качества: после определения требований к качеству необходимо разработать процедуры контроля качества. Это включает определение контрольных точек контроля качества на протяжении всего процесса производства или предоставления услуг и определение процедур, которым необходимо следовать на каждой контрольной точке.

Внедрить процедуры контроля качества: следующим шагом является внедрение процедур контроля качества. Это включает в себя обучение сотрудников процедурам и обеспечение их последовательного соблюдения на протяжении всего строительного производства.

Проводить проверки качества: проверки качества должны проводиться на различных этапах процесса производства или предоставления услуг, чтобы гарантировать соблюдение стандартов качества. Это может включать визуальные проверки, функциональные тесты и тесты производительности.

В этом контексте нам может помочь реконструкция с использованием солнечной энергии, такое оборудование, как солнечные коллекторы, фотоэлектрические (PV) панели и интегрированные в здания фотоэлектрические системы (BIPV).

Потенциальная реализация фотоэлектрических панелей в высотных зданиях выше, чем в зданиях нижнего этажа; потому что чем выше соседние здания, тем больше возможностей направлять солнечную радиацию. Фотоэлектрические системы являются наиболее важным вопросом, касающимся использования эстетики конструкций и высокой эффективности для получения необходимого количества фотоэлектрических панелей.

В приложении, которое направлено на обеспечение и расход энергии входит: материалы, использование воды, отопление, охлаждение, вентиляция (HVAC, системы автоматизации зданий и энергетические системы, высокотехнологичные механические системы для получения энергии – это приложения, направленные на обеспечение и экономию энергии).

Пример дизайн-технологии – Swiss Re Building – коммерческий небоскреб в главном финансовом районе Лондона – лондонском Сити (рисунок). Это здание также является первым экологически чистым небоскребом в Лондоне. В здании используются методы энергосбережения. Например, шахты вытягивают теплый воздух из здания летом и обогревают здание зимой с помощью пассивного солнечного отопления [2].

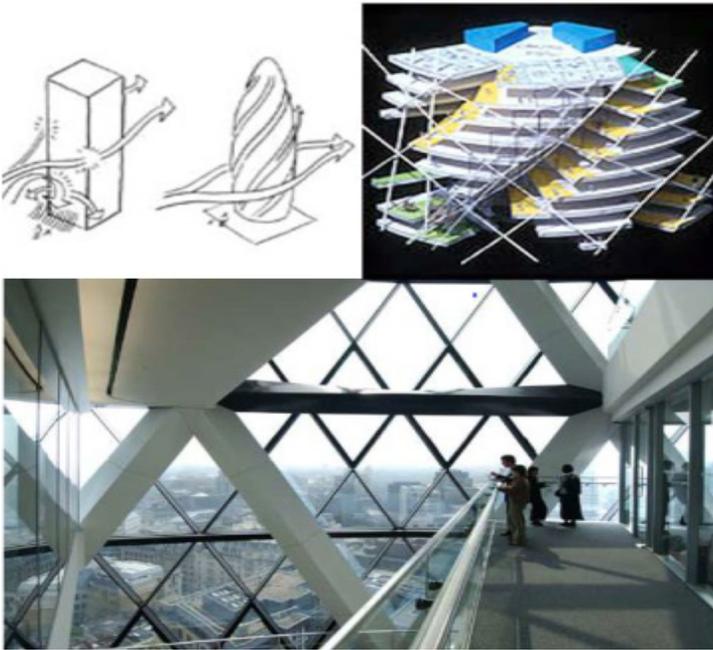


Схема шахт здания Swiss Re Building

Три основных материала, используемых в высотном строительстве конструкция – сталь, бетон и стекло. Использование переработанных материалов и/или низкие выбросы  $\text{CO}_2$  являются одной из мер жесткой экономии, которые можно принять. Высокая экономия энергии в зданиях и используемых материалах,

реализованных в фасадных системах, тесно связана с деталями. В высотных зданиях в фасаде в основном используется стеклянный материал, который способен отражать вредные солнечные лучи и защищать здание от вредных солнечных лучей. Таким образом, материалы играют важную роль в повышении эффективности систем отопления / охлаждения и вентиляции [4].

В заключение следует отметить, что обеспечение качества – это важный процесс, гарантирующий, что продукты или услуги соответствуют требованиям и ожиданиям клиентов или превосходят их. Выполняя ряд действий, таких как определение требований к качеству, разработка процедур контроля качества, внедрение этих процедур, проведение проверок качества, выявление и исправление дефектов, а также мониторинг и улучшение качества на постоянной основе, организации могут поддерживать соответствие стандартам качества, что может привести к повышению удовлетворенности клиентов, лояльности и положительному результату. из уст в уста. Обеспечение качества является важнейшим аспектом деятельности организации, поскольку оно может помочь снизить затраты, повысить эффективность и обеспечить конкурентное преимущество на рынке. Организации должны стремиться внедрять эффективные методы обеспечения качества и поддерживать культуру постоянного совершенствования, чтобы соответствовать ожиданиям клиентов и превосходить их, а также оставаться конкурентоспособными в современной бизнес-среде.

Системный подход к изучению законов, свойств и терминологии этой области обеспечит понимание комплексной оценки практического понимания бизнес-процессов реконструкции зданий с помощью дизайн технологии.

### **Литература**

1. Анфимова Е. Б., Новикова Я. В. Возможности цифровых технологий архитектуры и дизайна в процессе преобразования городской среды // МНИЖ. 2021. № 7–1 (109). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnosti-tsifrovyyh-tehnologiy-arhitektury-i-dizayna-v-protse-ssesse-preobrazovaniya-gorodskoy-sredy/>
2. Ерохин С. В. 2010 Эстетика цифрового компьютерного искусства / С. В. Ерохин: автореф. дис. ... д-ра филос. наук. (Москва) 45 с.

3. Запорожец О. Н. Антропология цифрового города: к вопросу о выборе метода / О. Н. Запорожец, Е. Г. Лапина-Кратасюк // Этнографическое обозрение (Москва), № 4. С. 41–54.
4. Сулейманова Л. А., Fang J., Ширина Н. В., Баклаженко Е. В., Ладик Е. И. Современные материалы и технологии отделки фасадов при реконструкции и реновации жилого фонда // Вестник БГТУ имени В. Г. Шухова. 2018. № 11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-materialy-i-tehnologii-otdelki-fasadov-pri-rekonstruktsii-i-renovatsii-zhilogo-fonda>.
5. Травуш В. И. Цифровые технологии в строительстве / В. И. Травуш // Academia. Архитектура и строительство (РААСН, Москва). 2018. № 3, С. 107–117.
6. Johanes M. Developing digital design workflow for architecture based on cleanliness as a design parameter / M Johanes, P Atmodiwirjo and Y A Yatmo // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Vol 195 012091.

**УДК 693**

*Ольга Анатольевна Попова,*  
студент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: ol.popova@yandex.ru,*  
*SBovteev@lan.spbgasu.ru*

*Olga Anatolyevna Popova,*  
student  
(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: ol.popova@yandex.ru,*  
*SBovteev@lan.spbgasu.ru*

**АНАЛИЗ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ СРОКОВ  
СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЪЕКТОВ ЖИЛОЙ  
НЕДВИЖИМОСТИ НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ  
ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**ANALYSIS OF METHODS FOR CONTROL  
OF TIME CONSTRUCTION OF RESIDENTIAL  
REAL ESTATE FACILITIES BASED ON MODERN  
DIGITAL TECHNOLOGIES**

В данной статье рассматриваются различные методы контроля сроков строительных работ на основе современных цифровых технологий. В результате анализа существующих методов контроля сроков строительства выявляется необходимость совершенствования данных методов для выполнения строительных работ и завершения проекта в поставленные сроки. Анализ предложенных методов позволяет оценить сроки выполнения работ проекта и своевременно предпринимать различные управленческие решения для минимизации рисков, связанных со сроками строительных работ. Также в статье говорится о негативных последствиях плохого контроля строительных работ, об эффективном планировании и контроле сроков проекта. Приведена связь жизненного цикла проекта с методами управления, указывается на какой фазе проекта календарное планирование играет ключевую роль.

*Ключевые слова:* контроль сроков, методы контроля, строительство, планирование, современные технологии.

This article discusses various methods for monitoring the timing of construction work based on modern digital technologies. As a result of the analysis of existing methods for monitoring construction deadlines, the need to improve these methods to carry out construction work and complete the project on time is identified. Analysis of the proposed methods allows us to estimate the timing of project work and timely take various management decisions to minimize the risks associated with the timing

of construction work. The article also talks about the negative consequences of poor control of construction work, effective planning and control of project deadlines. The connection between the project life cycle and management methods is given, and it is indicated at which phase of the project scheduling plays a key role.

*Keywords:* time control, control methods, construction, planning, modern technologies.

Контроль сроков строительства объектов жилой недвижимости на основе современных цифровых технологий – актуальная тема в современной строительной индустрии. Эффективный контроль сроков является одним из ключевых аспектов успешной реализации проектов, поскольку задержки в сроках строительства могут привести к значительным финансовым убыткам для застройщиков, инвесторов и клиентов. В этой статье мы рассмотрим современные методы цифровых технологий, которые используются для контроля сроков строительства жилых объектов.

Плохой контроль строительных работ влечет за собой множество негативных последствий, самые частые из них показаны на рис. 1.



Рис. 1. Негативные последствия плохого контроля строительных работ.  
Составлено автором

Строительство – достаточно технически и организационно сложное предприятие, реализуемое в условиях нестабильной внешней среды и занимающее значительное (несколько лет) количество времени [1].

Вместе с тем можно значительно уменьшить отклонения от оптимальных показателей за счет применения двух управленческих компонентов:

1. Эффективного планирования проекта, на основании уточнений целей и ключевых факторов успешности проекта, заключающегося в поиске оптимального пути достижения целей проекта с учетом рисков и неопределённостей, ограниченности выделенных ресурсов, требований и ожиданий заказчика. Решения по планированию проекта оформляются документально, согласовываются и утверждаются со всеми заинтересованными сторонами проекта, а затем своевременно доводятся до исполнителей.

2. Эффективного контроля проекта, включая отслеживание хода работ, анализ отклонений и их трендов, регулирование параметров проекта, своевременное инициирование изменений. Процессы контроля проекта должны выполняться ежедневно для оперативного реагирования на различные возмущающие факторы [2].

Методы, анализируемые в данной статье:

1. Метод сетевого планирования.
2. Методы календарного планирования:
  - а) метод критического пути;
  - б) метод PERT;
  - в) диаграмма Ганта.
3. 4D моделирование.
4. Agile метод.

Метод сетевого планирования, который используется для определения последовательности и продолжительности задач, а также для оценки ресурсов и времени, необходимых для выполнения проекта. Он позволяет эффективно управлять проектом, оптимизировать расписание работы и избегать возможных задержек. Сетевое планирование обычно включает в себя построение сетевой диаграммы, на которой отображаются все задачи проекта и их зависимости друг от друга.

Таблица 1

**Проблемы, решаемые с помощью сетевого планирования**

Проблемы, решаемые с помощью сетевого планирования	
Разбивка процесса реализации проекта на технологические этапы.	Формирование основы календарного плана реализации комплекса работ.
Выделение в рамках каждого этапа определенных видов работ	Осуществление эффективного управления в процессе выполнения плана

Составлена автором

Выгода от использования сетевого планирования указана в таблице ниже.

Таблица 2

**Выгода от использования календарного планирования**

Что дает использование сетевого планирования	
1. Построение сетевого графика выполнения работ.	4. Осуществление эффективного управления в процессе выполнения плана.
2. Осуществление эффективного управления в процессе выполнения плана.	5. Осуществление эффективного управления в процессе выполнения плана.
3. Осуществление эффективного управления в процессе выполнения плана.	6. Осуществление эффективного управления в процессе выполнения плана.
	7. Осуществление эффективного управления в процессе выполнения плана.

Составлена автором

Сетевое планирование является основой календарного планирования.

Календарное планирование – процесс разработки и установления временной последовательности задачи мероприятий, необходимых для достижения целей проекта [3].

Календарное планирование включает в себя следующие элементы (рис. 2).

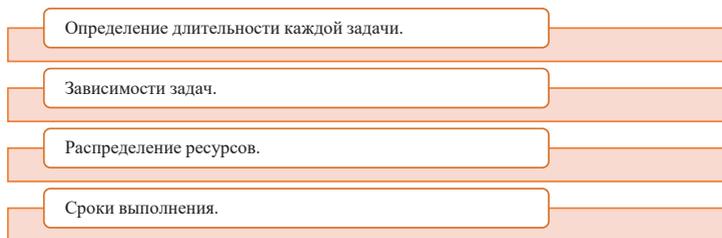


Рис. 2. Элементы календарного планирования.  
Составлено автором

Основная цель календарного планирования проекта – научиться эффективно распределять время и ресурсы, чтобы достичь поставленных целей в заданные сроки.

В ходе календарного планирования проекта создается график работ, который позволяет увидеть зависимости между задачами, просчитать продолжительность каждой задачи и выделить критический путь – последовательность задач, определяющую минимальную продолжительность проекта.

Таким образом можно объединить основные возможности календарного планирования.

Таблица 3

### Возможности календарного планирования

Возможности календарного планирования
1. Определение и распределение по времени затрат на выполнение каждой задачи.
2. Определение сроков выхода проекта на проектную мощность и окупаемость.
3. Создание конфигурации системы мониторинга хода реализации проекта.

Составлена автором

Таким образом, календарное планирование проекта помогает определить ресурсные требования, предупредить возможные задержки и оценить стоимость выполнения проекта.

Критический путь (рис. 3) – позволяет более реалистично оценивать длительность проекта и принимать меры по управлению рисками и препятствиями, а также позволяет выявить резервы времени на выполнение задач вне критического маршрута [4].

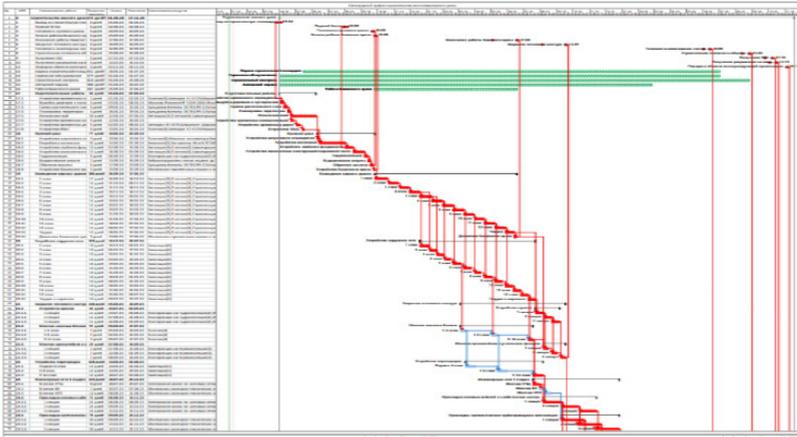


Рис. 3. Критический путь. Составлено автором

Метод PERT – техника оценки и обзора программ – это инструмент проектного управления, разработанный для оценки и планирования сложных проектов.

Метод PERT:

- 1) разбивает проект на отдельные задачи;
- 2) определяет продолжительность задач и их зависимости;
- 3) рассчитывает ожидаемое время выполнения проекта с помощью статистических методов;
- 4) вероятность завершения проекта в заданные сроки.

Метод PERT может использоваться для определения критического пути, оценки рисков и ресурсов, а также для планирования

и контроля выполнения проекта. Он основывается на использовании 3 временных оценок для каждой задачи:

- 1) оптимистической (O);
- 2) пессимистической (P);
- 3) наиболее вероятной (M).

На основе этих оценок рассчитываются среднее время выполнения задачи (TE) и стандартное отклонение (SD).

Метод PERT позволяет проектному менеджеру:

- 1) оценить вероятность завершения проекта в заданные сроки;
- 2) идентифицировать критические задачи;
- 3) определить, где следует сосредоточить усилия для улучшения эффективности проекта.

Он широко используется в различных отраслях, особенно в инженерии, строительстве и информационных технологиях.

Для построения диаграммы PERT можно использовать целый ряд приложений, одним которых является Pert Chart Software от Creately. Это инструмент визуализации календарного графика проекта (рис. 4).

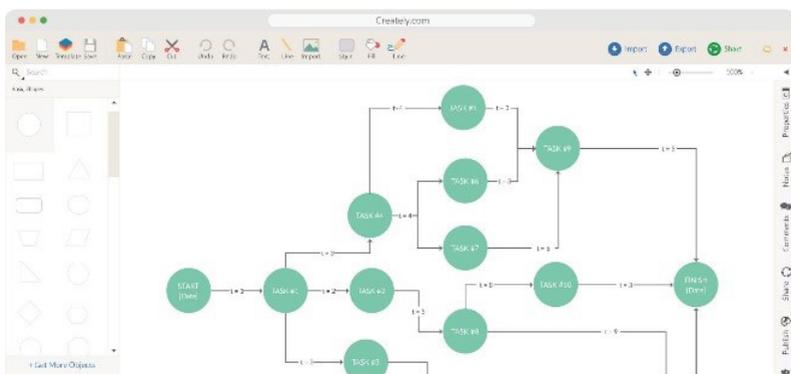


Рис. 4. Календарный график от Creately

Наиболее распространенный метод планирования проекта, который представляет собой столбцы, соответствующие различным задачам, и горизонтальные полосы, которые показывают продолжительность каждой задачи.

Эта диаграмма позволяет видеть все задачи и их временные рамки в одном окне. Каждая предлагаемая программа по автоматизации управления проектами использует диаграмму Ганта. Также диаграммы Ганта используют все планировщики задач (рис. 5, 6, 7).

Так выглядит диаграмма Ганта, разработанная в программе GANTTPRO.

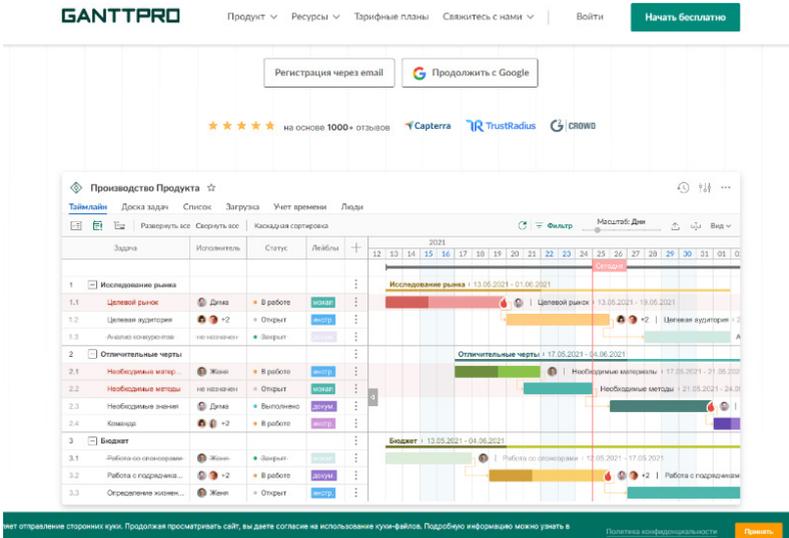


Рис. 5. Календарный график от GANTTPRO

Вот так выглядит диаграмма Ганта в MICROSOFT PROJECT.

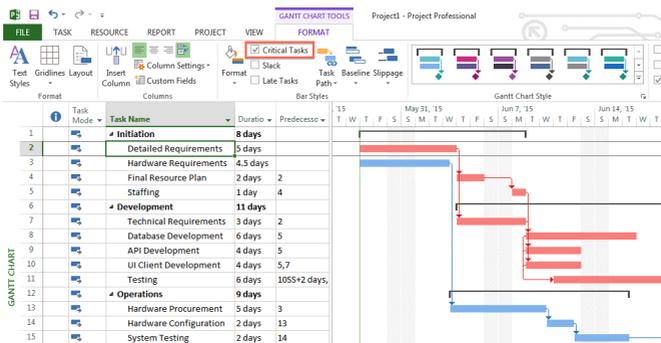


Рис. 6. Календарный график от GANTTPRO.  
Яндекс Трекер также использует диаграммы Ганта

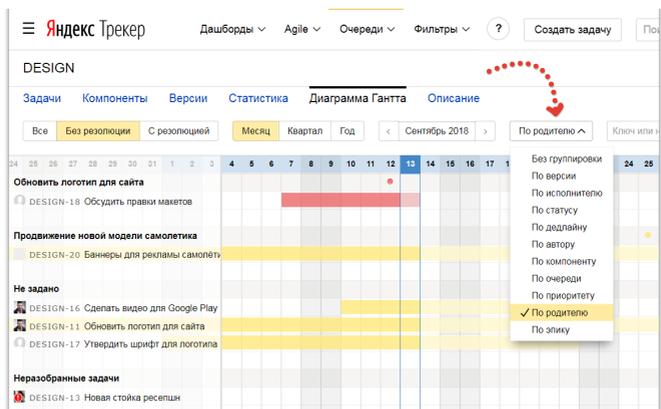


Рис. 7. Календарный график от Яндекс Трекер

4D моделирование – технология создания трехмерных моделей объектов или сцен с помощью компьютерных программ (рис. 8). Она позволяет создавать виртуальные модели, которые могут быть использованы для визуализации, анализа, или создания

различных видов контента, таких как анимации, игры, или виртуальная реальность. 4D моделирование включает в себя работу с трехмерной геометрией объектов, а также учет временных параметров, что позволяет создавать анимацию, симуляции изменений во времени, или интерактивные визуализации [5].

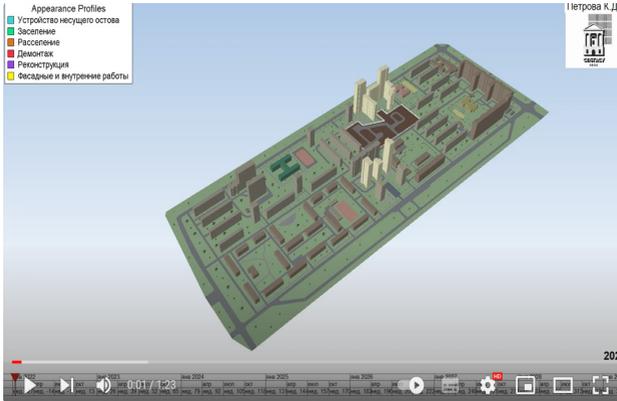


Рис. 8. 4D-модель [6]

### **Использование Agile-подхода в управлении строительством позволяет:**

- разбить проект на хорошо спланированные фазы;
- эффективно сотрудничать с кросс-функциональными командами и заинтересованными сторонами;
- четко сообщать общие цели рабочей силе;
- иметь полную прозрачность процесса разработки;
- сократить или полностью устранить задержки процесса;
- завершить проект вовремя и в рамках бюджета.

Все эти преимущества работают вместе, чтобы улучшить качество работы, обеспечить своевременное завершение проекта и снизить затраты на строительство.

Далее рассмотрим методы управления, применяемые на каждой фазе жизненного цикла проекта.

Таблица 4

## Методы управления на каждой фазе жизненного цикла проекта

Фаза ЖЦ проекта	Методы управления	
Разработка концепции проекта	1. Определение целей проекта; 2. Описание и анализ целей; 3. Концептуальное проектирование;	4. Предпроектный анализ: 4.1. <b>Календарное планирование.</b>
Разработка проекта	1. Структурная декомпозиция; 2. Построение композиционных структур моделей; 3. Моделирование процессов осуществления проектов; 4. Построение систем моделей;	5. Имитационное моделирование; 6. <b>Календарное планирование;</b> 7. Стоимостной анализ; 8. Управление качеством; 9. Управление риском; 10. Проектный анализ.
Реализация проекта	1. Оперативное планирование; 2. <b>Мониторинг проекта;</b> 3. Актуализация и прогноз;	4. Методы контроля затрат; 5. Управление запасами; 6. Управление изменениями; 7. Проектный анализ.
Завершение проекта	Метод управления окончанием работ проведения испытаний, оформление документации, закрытие работ.	

Составлена автором

Как можно заметить из таблицы X, календарное планирование затрагивается с первой фазы жизненного цикла проекта, так как на этой стадии можно максимально минимизировать риски строительных работ. Далее придется только корректировать имеющиеся данные в связи с какими-либо причинами. Календарное

планирование необходимо на всех фазах жизненного цикла до непосредственного завершения проекта.

Современное программное обеспечение управления проектами постоянно развивается и дополняется, что делает возможным применять все больше инструментов для эффективного планирования и контроля сроков инвестиционно-строительных проектов.

### Литература

1. Бовтеев С. В. Управление сроками строительного проекта / С. В. Бовтеев, Е. В. Терентьева // Управление проектами и программами. – 2014. – № 2. – С. 158–173.
2. Бовтеев С. В. Современные методы планирования и контроля инвестиционно-строительных проектов / С. В. Бовтеев // Управление проектами: идеи, ценности, решения : Материалы I Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 15–17 мая 2019 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2019. – С. 188–194.
3. Бовтеев С. В., Мишакова А. В. Возможности применения метода оценки и анализа программ для контроля сроков строительного проекта / С. В. Бовтеев, А. В. Мишакова // Вестник гражданских инженеров. – 2020. – № 4 (81). – С. 115–121.
4. Бовтеев С. В. Расчет параметров поточной организации работ методом критического пути / С. В. Бовтеев // Вестник гражданских инженеров. – 2018. – № 3 (68). – С. 90–97.
5. Бовтеев С. В. Практика применения 4D-моделирования в строительстве / С. В. Бовтеев // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры : Материалы IV Международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург: СПбГАСУ, 2021. – С. 77-84.
6. 4D модель реновации квартала, разработанная в среде SYNCHRO Pro (автор – К. Петрова) URL: 4D модель реновации квартала, разработанная в среде SYNCHRO Pro (автор – К. Петрова) (youtube.com) (дата обращения: 11.01.2024).

УДК 693

*Анастасия Николаевна Сутормина,*  
студент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: nastay-nastay-2013@mail.ru*

*Anastasiya Nikolaevna Sutormina,*  
student  
(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: nastay-nastay-2013@mail.ru*

## **ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ ДЛЯ МЕТОДОВ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ**

### **ASSESSMENT OF THE POSSIBILITY OF APPLYING A MODERN REGULATORY FRAMEWORK FOR CALENDAR PLANNING METHODS**

В современном мире эффективное планирование является ключевым аспектом управления временем и ресурсами в различных областях деятельности. Стратегическое использование методов календарного планирования позволяет оптимизировать процессы, улучшить планирование задач и ресурсов, а также повысить эффективность работы организации в целом. Однако успешная реализация календарного планирования требует соответствия нормативным требованиям и регламентам, принятым в стране. В данной статье будет проведена оценка возможности применения современной российской нормативной базы для методов календарного планирования.

*Ключевые слова:* нормативная база, календарное планирование, строительство, методы планирования, единая база.

In today's world, effective planning is a key aspect of managing time and resources in various fields of activity. The strategic use of calendar planning methods allows you to optimize processes, improve task and resource planning, and increase the efficiency of the organization as a whole. However, the successful implementation of calendar planning requires compliance with regulatory requirements and regulations adopted in the country. This article will assess the possibility of applying the modern Russian regulatory framework for calendar planning methods.

*Keywords:* regulatory framework, calendar planning, construction, planning methods, a single base.

Строительная отрасль является одной из ключевых сфер экономики России, и эффективное календарное планирование играет важную роль в успешной реализации строительных проектов.

Оптимизация процессов календарного планирования является ключевым аспектом повышения эффективности деятельности организаций в современных условиях. Российские предприятия и организации сталкиваются с рядом особых условий, которые необходимо учитывать при планировании своей деятельности. Поэтому важно оценить, насколько современная нормативная база соответствует требованиям к календарному планированию.

Современная российская нормативная база включает в себя широкий спектр законов, нормативных документов и стандартов, регулирующих различные аспекты деятельности предприятий и организаций. Для оценки применимости этой базы к календарному планированию рассмотрим следующие аспекты:

1. Трудовое законодательство. Трудовое законодательство определяет режим рабочего времени, отпусков, перерывов и другие аспекты, влияющие на календарное планирование. Оно также регулирует оплату труда, что важно учитывать при составлении графиков работ.

2. Налоговое законодательство. Налоговые нормы и ставки могут иметь прямое влияние на распределение ресурсов и планирование финансовых потоков. Понимание налоговых обязательств помогает учитывать их при составлении календарных планов.

3. Строительные нормы и правила. Для отраслей, связанных со строительством и инфраструктурными проектами, важно учитывать строительные нормы и правила при планировании сроков выполнения работ и ресурсов.

4. Производственные стандарты. Стандарты качества и производства также могут оказывать влияние на календарное планирование, поскольку определяют необходимые этапы производства и сроки их выполнения.

В данной статье будет рассмотрена нормативно-законодательная база, которая имеет отношение к календарному планированию в строительстве.

Постановление Правительства от 16 февраля 2008 года № 87 «О составе разделов проектной документации и требования к их содержанию» устанавливает состав и содержание календарных

планов строительства, включая обоснование решений в текстовой части, в составе проектов организации строительства (ПОС) – раздела 7 проектной документации при строительстве объектов капитального строительства производственного и непроизводственного назначения. Данный документ является обязательным к применению, поэтому говорить о возможности его применения нецелесообразно, будут рассмотрены его плюсы и минусы, а также возможные усовершенствования. Усовершенствование постановления № 87 позволит улучшить его применимость к календарному планированию в строительстве, обеспечивая более эффективное использование в практике.

Стандартизация документации. Постановление устанавливает обязательный состав разделов проектной документации, что способствует стандартизации процесса подготовки проектов в строительной отрасли. Ясность и структурированность. Документ четко определяет требования к содержанию каждого раздела проектной документации, что облегчает понимание и использование документа в практической деятельности. Обязательность применения. Поскольку постановление является обязательным для применения, его использование обеспечивает единообразие в составе и содержании проектов.

Отсутствие гибкости. Жестко определенный состав разделов может ограничивать возможности адаптации к специфике конкретных проектов, что затрудняет учет индивидуальных особенностей. Устаревшие требования. Постановление было принято в 2008 году, и некоторые требования могли устареть или не соответствовать современным технологиям и подходам в проектировании. Не учитывает все аспекты. Возможно, некоторые аспекты строительства, которые могут быть важны для календарного планирования, не полностью охватываются в данном постановлении.

Можно рассмотреть возможные усовершенствования для постановления № 87, что позволит улучшить его применимость к календарному планированию. Гибкость в составе документации. Внесение изменений, позволяющих адаптировать состав разделов проектной документации под конкретные типы проектов

или особенности строительства. Обновление требований. Периодическое обновление постановления для учета современных технологий, стандартов и требований к проектированию и строительству. Учет всех аспектов строительства. Дополнение документа такими разделами или требованиями, которые могут быть важны для календарного планирования, но отсутствуют в текущей версии постановления.

СП 48.13330.2019 «Организация строительства» введенный 25 июня 2020 года. Относится к проекту производства работ (ППР), включающий в себя планирование производства работ, организацию технологических процессов, безопасность труда и другие аспекты, связанные с организацией строительства. Этот документ определяет общие принципы и требования в организации строительства, включая методы календарного планирования.

СП 48.13330.2019 представляет структурированные рекомендации и требования к организации строительства, включая составление проекта производства работ. Это обеспечивает системный подход к календарному планированию, учитывая различные аспекты строительного процесса. Поскольку СП был введен в 2020 году, его требования соответствуют современным технологиям и стандартам в области строительства, что обеспечивает актуальность и эффективность применения на практике. СП 48.13330.2019 является обязательным для применения при разработке организационно-технологической документации, что гарантирует его широкое использование в практике и соблюдение стандартов.

В СП могут отсутствовать четкие определения и рекомендации по составлению графика движения строительных машин по объекту и поступления материалов на объект, хотя такие аспекты упоминаются в самом документе. Некоторые требования и рекомендации могут быть сформулированы в терминах, требующих дополнительного объяснения или интерпретации, что может затруднить его применение в практической деятельности.

Стандарт организации СТО НОСТРОЙ 2.33.51-2011 «Организация строительного производства. Подготовка и производство строительных и монтажных работ», утвержден и введен в действие

решением Совета Национального объединения строителей от 30 декабря 2011 года. Представляет собой важный документ, определяющий требования к организации строительного производства и подготовке производства работ. Он обязывает включение календарного плана производства работ в состав проекта производства работ и адаптацию его к конкретным условиям строительства. Однако, несмотря на преимущества, стандарт может потребовать дополнительной детализации и учета всех аспектов календарного планирования для эффективного применения в строительной практике.

Стандарт определяет необходимость включения календарного плана производства работ в состав ППР, что обеспечивает единообразие и стандартизацию планирования работ на строительных объектах. ППР должен включать календарный план производства работ по объекту в зависимости от особенностей строительства, таких как городская территория, сложные природно-климатические условия или технологическая сложность объекта. Это позволяет учитывать специфику каждого проекта при планировании.

Стандарт может не содержать достаточно подробных рекомендаций по составлению календарного плана производства работ, что может затруднить его разработку и применение в практике. Возможно, стандарт не учитывает все аспекты календарного планирования, такие как координация работ с подрядчиками, управление ресурсами и т. д.

### **Выводы**

Современная российская нормативно-законодательная база в России, к сожалению, не учитывает широкое распространение компьютерной техники предпочитая использование «ручных» форматов календарных графиков. Технически программное обеспечение не всегда способно обеспечить полное соответствие требованиям этих норм. Несмотря на это. Многие крупные строительные организации находят компромиссные решения.

Существующая нормативная база строится на традиционных принципах, унаследованных от советского прошлого,

и недостаточно учитывает современный уровень развития информационно-коммуникационных технологий и программного обеспечения. Из-за этого она не всегда адаптирована к использованию новых инструментов, что представляет существенный недостаток.

Календарное планирование строительства не является простым результатом, а скорее сложным процессом, на который влияют различные системы учета норм затрат труда. Поэтому для более эффективного календарного планирования в строительстве необходимо разработать более современную и адаптированную под современные технологии нормативную базу, которая учитывала бы современные требования и возможности информационно-коммуникационных технологий.

### **Литература**

1. Бовтеев С. В. Календарный график производства работ в строительстве // ППР48 : сайт / ППР48 – URL: Календарный график производства работ в строительстве (ppr48.ru).
2. Болотин С. А., Котовская М. А. Анализ европейской и российской нормативных баз трудовых затрат применительно к календарному планированию строительства // ELibrary .ru : сайт / ELibrary.ru – URL – Анализ европейской и российской нормативных баз трудовых затрат применительно к календарному планированию строительства (elibrary.ru).
3. Бовтеев С. В., Мишакова А. В. Возможности применения метода оценки и анализа программ для контроля сроков строительного проекта / С. В. Бовтеев, А. В. Мишакова // Вестник гражданских инженеров. – 2020. – № 4 (81). – С. 115–121.
4. Бовтеев С. В. Расчет параметров поточной организации работ методом критического пути / С. В. Бовтеев // Вестник гражданских инженеров. – 2018. – № 3 (68). – С. 90–97.

**УДК 711.4-163**

*Елизавета Константиновна Федорова,*  
студент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: rudzit.liz@yandex.ru*

*Elizaveta Konstantinovna Fedorova,*  
student  
(Saint-Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: rudzit.liz@yandex.ru*

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ КВАРТАЛОВ РЕНОВАЦИИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА С ПРИНЦИПАМИ КОМПЛЕКСНОГО РАЗВИТИЯ ЗАСТРОЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

### **COMPARATIVE ANALYSIS OF DEVELOPMENT RENOVATION QUARTERS OF ST. PETERSBURG WITH THE PRINCIPLES OF INTEGRATED DEVELOPMENT OF BUILT-UP AREAS**

Рассмотрены и описаны принципы, предъявляемые к комплексному развитию застроенных территорий, результаты программы реновации в Санкт-Петербурге. Главной целью настоящей статьи является анализ и оценка качества объектов с целью оценки эффективности и соответствия процесса реновации принципам комплексного развития. Рассмотрены три жилых комплекса в разных районах г. Санкт-Петербург, выявлены отрасли городской инфраструктуры, которые требуют развития для повышения уровня жизни жителей.

*Ключевые слова:* реновация, реновация жилищного фонда, строительство, программа реновации, жилищный фонд.

Examines and describes the principles required for the integrated development of built-up areas, the results of the renovation program in St. Petersburg. The main purpose of this article is to analyze and assess the quality of objects in order to assess the effectiveness and compliance of the renovation process with the principles of integrated development. Three residential complexes in different areas of St. Petersburg were examined and sectors of the city infrastructure that require development to improve the living standards of residents were identified.

*Keywords:* renovation, renovation of housing stock, construction, renovation program, housing stock.

Программа реновации в Санкт-Петербурге является одной из важных и актуальных тем в современной городской планировке и управлении жилищным фондом. Санкт-Петербург, как один из крупнейших и наиболее исторически значимых городов России, стал сталкиваться с проблемами стареющего жилищного фонда, который не отвечает современным требованиям комфорта и безопасности.

В 2008 году был принят Закон Санкт-Петербурга № 238–39 «Об адресной программе Санкт-Петербурга «Развитие застроенных территорий в Санкт-Петербурге» (РЗТ), более известный как закон о реновации [1]. Согласно ему, были утверждены территории, планируемые к развитию, то есть микрорайоны, попадающие под программу реновации.

Целями и задачами программы является создание удобных и современных условий проживания для горожан, повышение качества жизни, а именно реконструкция и развитие инженерной, социальной и коммунально-бытовой инфраструктур в городе, снижение затрат на поддержание, ремонт и эксплуатацию жилищного фонда в Санкт-Петербурге, повышение эксплуатационных характеристик жилья [1].

В основе программы реновации были разработаны принципы, которые способствуют формированию высокого качества жизни горожан; создание комфортного жилья, развитие доступности и разнообразия объектов услуг, отдыха, досуга, образования и здравоохранения. Всего установлено 6 принципов, на основе которых был проведен данный анализ.

Для анализа рассмотрим 3 жилых комплекса в районах Санкт-Петербурга с разными классами жилья: жилой комплекс «Живи! В Рыбацком», жилой комплекс «Новое Колпино», жилой комплекс «Новый Лиговский».

Жилой комплекс «Живи! В Рыбацком» расположен на территории, ограниченной береговой линией реки Невы, береговой линией реки Славянки и проектируемой магистралью в Невском районе Санкт-Петербурга (рис. 1). Квартал был застроен жилыми ветхими деревянными домами постройки 40-70-х годов.

Под программу реновации попали порядка 50 домов. Жилой комплекс соответствует комфорт-классу жилья. Ближайшая станция метро «Рыбацкое», а также железнодорожная станция «Рыбацкое» находятся на расстоянии 2,4 км. Основная магистраль – Советский проспект – однополосная дорога, по которой осуществляется въезд и выезд из жилого комплекса. Транспортная система характеризуется наличием 8 автобусных маршрутов.

В пешей доступности находится парковая зона вдоль берега реки Славянки, что в целом характеризует территорию с достаточным количеством зеленых насаждений. Застройка преимущественно высотная: точечные здания высотой 12-28 этажей, либо П-образные той же высотности. В каждом корпусе первые этажи приспособлены под коммерческие помещения с отдельными от жилой части входами. Следовательно, если возникнет необходимость смены функций этих объектов, можно ограничиться перестройкой только части здания.

В границах земельных участков, например, вблизи крайних домов, есть свободное пространство, которое можно использовать при необходимости в будущем. Кроме того, присутствуют подземные парковки совместно с гостевыми парковочными местами. Территория внутри комплекса оборудована пешеходными переходами, искусственными неровностями для ограничения скорости, детскими площадками. Отсутствие как таковой плотной застройки позволяет разместить дополнительные сооружения при необходимости.

На этажах располагается от 7 до 18 квартир, в каждом корпусе присутствуют сквозные входные группы. Планировки квартир отличаются разнообразием, предусмотрены лоджии или балконы, а также места для хранения велосипедов и колясок как в местах общего пользования, так и на балконах.

Относительно социальной инфраструктуры, можно говорить об отсутствии объектов здравоохранения (ближайшая поликлиника находится в районе станции метро, а именно уже в сложившейся застройке), сданы в эксплуатацию 2 детских сада и 1 школа.



Рис. 1. Схема жилого комплекса «Живи! В Рыбацком»

Жилой комплекс «Новое Колпино» занял территорию квартала восточнее Загородной улицы, ограниченного Загородной улицей, проектируемыми магистралями, Балканской дорогой в Колпинском районе Санкт-Петербурга. Снесенные дома являлись типовой застройкой 40-60-х годов. Жилой комплекс находится в 11 километрах от станции метро «Рыбацкое», в 4 километрах от железнодорожных станций «Понтонная» и «Колпино». Основные торгово-развлекательные и досуговые центры, объекты здравоохранения расположены только в городе Колпино. Территория окружена лесом, в радиусе 5 километров находится Колпинский парк, однако рекреационных зон как таковых нет. Въезд и выезд из жилого массива возможен по двум дорогам (Загородная и Балканская улицы), по которым следуют 7 автобусных маршрутов. Жилой комплекс относится к экономному классу жилья: планировки достаточно однообразны, применены типовые решения фасадов, расположения секций и квартир. Застройка средней высотности – 9-11 этажей, корпуса Г-, П-образные. На этажах располагается от 4 до 14 квартир, но места для хранения колясок, велосипедов не предусмотрены. На первых этажах так же предусмотрены помещения для размещения магазинов, отделений врача общей практики, офисов, встроенных детских

садов. В районе 2 детских сада и школа. Отсутствуют подземные и крытые паркинги, так же, как и парковочные места во дворах. Пространство вокруг каждого дома благоустроено по современным нормам – зеленые насаждения, тротуары, территория домов не огорожена. Важной особенностью рассматриваемого квартала является близость к промышленным предприятиям, что может отразиться на экологии района (рис. 2).



Рис. 2. Схема жилого комплекса «Новое Колпино»

Следующий рассматриваемый объект – жилой комплекс «Новый Лиговский» во Фрунзенском районе на пересечении Лиговского проспекта, Расстанной и Тамбовской улиц. Квартал находится в существующей неоднородной застройке – дома 18-20 веков постройки. Поскольку построенные в ходе реализации программы реновации дома имеют высотность до 10 этажей, жилой комплекс не выделяется на фоне существующих зданий и органично вписывается в облик города. Ближайшая станция метро – «Обводный канал», находящаяся в радиусе менее километра. Транспортная сеть достаточно развита благодаря Лиговскому проспекту, что позволяет добираться до центра города за 10 минут как на общественном транспорте, так и пешком (рис. 3).



Рис. 3. Схема жилого комплекса «Новый Лиговский»

Застройка комфорт класса: корпуса точечного типа, со стеклянными сквозными входными группами, предусмотрены консьержи. Территория комплекса полностью огорожена, имеется видеонаблюдение, внутри квартала парковочные места соответственно только для жителей домов. На этажах по 3-5 квартир с современной отделкой соответствующей комфорт классу жилья. Минимальная квадратура квартир начинается от 42 кв.м. Единственным объектом социальной инфраструктуры в составе жилого комплекса является встроенный детский сад на 80 мест, поскольку в радиусе обслуживания имеется 3 существующие школы, 4 детских сада и поликлиника. Ближайшая рекреационная зона – Воронежский сад в 700 метрах от рассматриваемого объекта. В пешей доступности объекты культурного и спортивного назначения (спорткомплекс, бассейн, стадион, фитнес-клуб, театр). Поскольку объект находится в плотной городской застройке, в границах земельного участка отсутствует пространство для дополнительных сооружений.

**Принцип функционального разнообразия.** Принцип предполагает наличие в пешей доступности объектов торговли, различных услуг, отдыха и досуга, образования и здравоохранения,

общественно-деловой инфраструктуры. Соблюдение данного принципа позволяет уменьшить загруженность автомагистралей, а в следствие объемов выбросов в атмосферу вредных веществ, что способствует улучшению качества экологии в микрорайоне. С развитием пешеходных потоков также развиваются сферы торговли и услуг.

**Плотность и человеческий масштаб.** Данный принцип основывается на компактном расположении зданий и других объектов городской инфраструктуры, формировании застройки преимущественно малой и средней этажности, а также создании сомасштабных человеку открытых городских пространств. Иными словами, горожанам легче ориентироваться в районе, не создается ощущения нахождения в «каменных джунглях». Слишком же широкие улицы, открытое пространство, здания высотой более 30 м плохо просматриваемы, небезопасны и непривлекательны для пешеходных перемещений [2].

**Связанность и комфорт перемещений.** Принцип отвечает за создание разнообразных и комфортных маршрутов для всех видов перемещений, их безопасность, обеспечение парковочными местами, создание комфортных условий для пешеходных перемещений.

**Безопасность и здоровье.** Ключевыми задачи являются обеспечение социального контроля в открытых пространствах, должного качества воздуха, микроклиматического комфорта, формирование безопасной среды в целом. Все перечисленные задачи зависят от движения автомобилей, наличия зеленых насаждений, рекреационных зон, уровня освещенности, наличия четкого разграничения территории.

**Соответствие жилья потребностям горожан.** В данном принципе рассматриваются такие задачи как внедрение разнообразия в типы жилой застройки и планировки квартир, обеспечение помещениями общего пользования. Речь идет о возможности размещать коляски, велосипеды в коридорах, балконах. Ограничение количества квартир в доме до 200 способствует формированию здоровой социальной атмосферы, основанной на взаимном

доверии. Остекленные входные группы обеспечивают просматриваемость прилегающих к дому территорий, снижают риски проникновения в него асоциальных элементов и совершения правонарушений. Устройство сквозных входных групп здания позволяет одинаково легко выходить как во двор, так и на улицу [2].

**Гибкость и адаптивность.** В данном принципе решаются задачи о гибком использовании земельных участков, создании гибких конструктивных и планировочных решений с целью их возможного дальнейшего изменения.

Рассмотрев основные показатели жилых комплексов, построенных в рамках программы реновации, и принципов, на основе которых рекомендуется проводить развитие заселенных территорий, был проведен сравнительный анализ. Предполагалось сравнение относительно каждого принципа основываясь на задачах, изложенных в принципах, а именно в соответствии или несоответствии им. Оценочная шкала была принята от 0 до 5, где 0 – полное несоответствие принципу, 10 – высокий уровень соответствия. Общая оценка конкретного жилого комплекса рассчитана как среднее арифметическое из полученных значений всех показателей. Результаты сравнительного анализа приведены в таблице.

**Результаты сравнительного анализа**

Наим. ЖК Принцип	ЖК «Живи! В Рыбцком»	ЖК «Новое Колпино»	ЖК «Новый Лиговский»
			
Функциональное разнообразие	7,5	5,6	8,4

Окончание табл. 1

Наим. ЖК Принцип	ЖК «Живи! В Рыбацком»	ЖК «Новое Колпино»	ЖК «Новый Лиговский»
Плотность и чело- веческий масштаб	4,1	6,8	7,8
Связность и комфорт перемеще- ния	3,7	4,4	7,8
Безопас- ность и здо- ровье	6,5	7,8	5,4
Комфорт- ное жилье	7,8	5,7	7,1
Гибкость и автоном- ность	8,8	8,5	3,3
<b>Общая оценка</b>	6,4	6,5	6,6

В результате анализа можно сделать вывод об удовлетворительной реализации проекта согласно принципам развития застроенных территорий. Было выявлено, что наименьшее соответствие у всех рассмотренных объектов было в отношении принципа связности и комфорта перемещений, что зависит от удаленности проектов от станций метро, наличия недостаточного количества и качества дорог, а также отсутствии разнообразных маршрутов городского общественного транспорта. Кроме того, нельзя не отметить важность строительства объектов социальной инфраструктуры как одного из самых актуальных вопросов.

## Литература

1. Закон Санкт-Петербурга от 06.05.2008 N 238-39 «Об адресной программе Санкт-Петербурга “Развитие застроенных территорий в Санкт-Петербурге”».
2. Книга 1 «Свод принципов комплексного развития городских территорий».
3. Официальный сайт городской программы развития застроенных территорий Санкт-Петербурга [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://rzt.spb.ru/> (дата обращения 19.01.2024).
4. Владимирова И. Л. Внедрение механизма государственно-частного партнерства при реновации жилищного фонда / И. Л. Владимирова, А. Э. Фокин // Российское предпринимательство. – 2015. – Том 16. – № 6. – С. 887-902.
5. Могзоев А. М. Реновация жилищного фонда города Москвы / А. М. Могзоев, К. И. Кузьмичева // Вестник Московского университета им. С.Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление. – 2017. – № 4(23). – С. 70-74.
6. Ашнина Ю. А. Развитие инфраструктуры современного города: социальные и экономические аспекты / Ю. А. Ашнина, А. В. Борисов, Н. И. Борисова // NovaInfo.Ru. – 2015. – Т. 2, № 39. – С. 177-183.
7. Участие государства в решении жилищной проблемы граждан в современных условиях / Л. Г. Селютина, А. С. Волков, А. К. Казиева [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 12-4. – С. 823-827. – EDN VDFLNL.
8. Бессонов, М. С. Жилищная проблема – варианты решения в современных условиях / М. С. Бессонов // Проблемы экономики и менеджмента. – 2015. – № 7(47).
9. Селютина Л. Г. Комплексные реконструктивно-строительные программы в жилищной сфере мегаполиса / Л. Г. Селютина // Вестник ИНЖЭКОНа. Серия: Экономика. – 2014. – № 1(68). – С. 24-28.
10. Кузьмина Т.К., Синенко С. А. Основные формы реализации функций заказчика при организации и управлении масштабными инвестиционно-строительными проектами // Научное обозрение. – 2016. – № 7. – С. 222–226.
11. Максимов С. Н. Сравнительный анализ отечественных и зарубежных программ реновации городских территорий / С. Н. Максимов, М. В. Сиротникова // Недвижимость: экономика, управление. – 2019. – № 2. – С. 67-72.

# **СЕКЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**УДК 692.433**

*Вадим Николаевич Ананин,*

студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)

*E-mail: Vadim12329@yandex.ru*

*Vadim Nikolaevich Ananin,*

student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)

*E-mail: Vadim12329@yandex.ru*

## **ОСОБЕННОСТИ УСТРОЙСТВА ИНВЕРСИОННОЙ КРОВЛИ С ЭКСПЛУАТИРУЕМЫМ ПОКРЫТИЕМ**

### **FEATURES OF THE DEVICE OF AN INVERSION ROOF WITH AN OPERATIONAL COATING**

Инверсионная кровля представляет собой разновидность плоской кровли с обратным устройством слоев. Устройство инверсионной кровли несколько отличается от традиционной плоской, что подробно рассмотрено в статье. Кроме этого, в статье представлены различные варианты верхнего покрытия инверсионной кровли, в том числе эксплуатируемые. Освещены требования к материалам, их особенности. Подробно рассмотрен состав «пирога» инверсионной кровли, его послойное строение для различных вариантов эксплуатируемых инверсионных кровель. Эксплуатируемая кровля может служить как компенсация недостатка озелененных придомовых территорий, а также мест для отдыха жителей ближайших кварталов.

*Ключевые слова:* устройство кровли, плоская кровля, инверсионная кровля, эксплуатируемая кровля, «зеленая» кровля.

An inversion roof is a type of flat roof with a reverse arrangement of layers. The device of the inversion roof differs somewhat from the traditional flat one, which is discussed in detail in the article. In addition, the article presents various options for the top coating of the inversion roof, including those that are operated. The requirements for materials and their features are highlighted. The composition of the inversion roof “pie” and its layered structure for various variants of operated inversion roofs are considered in detail. The exploited roof can serve as compensation for the lack of landscaped house territories, as well as places for residents of the nearest neighborhoods to relax.

*Keywords:* roofing device, flat roof, inversion roof, operated roof, green roof.

В настоящее время при строительстве новых жилых кварталов, площадь придомовой территории сильно сокращается, что влияет на качество жизни людей. В таком случае возможно использование новых подходов к строительству, которые нестандартны на сегодняшний день. Такой технологией является инверсионная эксплуатируемая кровля.

Инверсионная кровля – кровля с теплоизоляционным слоем поверх водоизоляционного ковра [1]. Данное решение необходимо с целью защитить гидроизоляцию от неблагоприятных воздействий. Такими могут быть: резкие перепады температур, атмосферные воздействия, солнечное воздействие [2].

Кроме этого, производят отяжеление теплоизоляции. Это связано с тем, чтобы не допустить всплывания или затягивания воздуха. Такую операцию производят с помощью гравийного слоя или бетонного слоя [3].

Помимо отличий состава пирога инверсионной кровли, существуют также дополнительные требования к расчету от повышенных механических нагрузок. Это могут быть различные механические воздействия, связанные с деятельностью людей, а также нагрузки от материалов для финального покрытия эксплуатируемой кровли.

Таким образом, на стадии проектирования конструкции инверсионной эксплуатируемой кровли необходимо учитывать дополнительные нагрузки с целью обеспечения высокого срока эксплуатации кровли. Материалы для такой кровли следует подбирать с учетом всех особенностей, чтобы обеспечить комфортную эксплуатацию и сократить количество текущих и капитальных ремонтов.

Однако, даже повышенные требования и стоимость, срок эксплуатации инверсионной кровли за счет этого может достигать 40-50 лет, что позволяет сократить расходы на капитальные ремонты.

Конструкция неэксплуатируемой, или балластной, инверсионной кровли представлена на рис. 1.

Как упоминалось выше, финальный слой покрытия инверсионной кровли может быть эксплуатируемым. Виды верхнего слоя эксплуатируемой инверсионной кровли представлены на рис. 2.

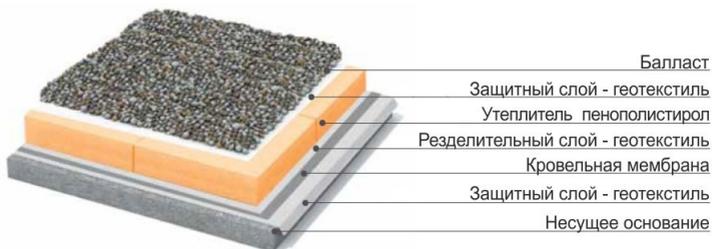


Рис. 1. Конструкция неэксплуатируемой инверсионной кровли



Рис. 2. Виды финального слоя эксплуатируемой инверсионной кровли

Исходя из повышенных требований к расчету конструкции кровли, необходимо принимать во внимание все особенности и подбирать материалы с учетом климатических воздействий, а также нагрузок от деятельности людей.

Гидроизоляция является важным компонентом состава кровельного пирога. В данном случае полимерные мембраны являются отличным выбором для инверсионной кровли. Данные материалы имеют высокий срок службы, благодаря чему общий срок эксплуатации кровли будет увеличен, что очень важно в случае с зеленой кровлей [4].

Утеплитель должен сохранять свои свойства также при воздействии влаги, поэтому следует отдать предпочтение негигро-

скопичным материалам. Таким материалом может быть экструдированный пенополистирол с замкнутыми порами.

Эксплуатируемые кровли отличаются рядом требований от традиционного исполнения. Следует обратить внимание и на отвод воды с кровли. На стадии проектирования необходимо учесть наличие дренажного и водоотводного слоя [5].

Гравий отлично подходит для выполнения дренажного слоя. Наличие данного слоя в составе кровли не допустит застоя воды, защит конструкции от влаги и обеспечит отвод воды [6]. Однако, дренажный слой может быть подвержен попаданию крупных частиц, таких как: листья, камни, мусор, продукты жизнедеятельности животных и людей. Для этого предусмотрен слой геотекстиля, который защищает не только дренажный слой от загрязнений, но и нижеследующие слои.

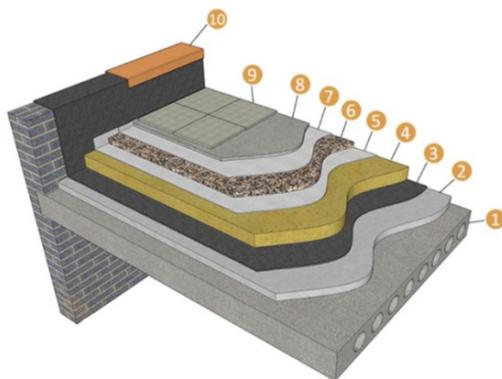
Упоминание эксплуатируемой кровли как правило ассоциируется с «зеленой» кровлей. Однако, в качестве покрытия эксплуатируемой кровли может выступать тротуарная или керамическая плитка, деревянный настил и др. Кроме этого, кровля может использоваться в качестве парковки для автомобилей, тогда покрытие будет представлено асфальтобетоном.

Для более детального представления конструкций эксплуатируемых кровель рассмотрим их конструкции на рис. 3–6.

Каждое исполнение инверсионной кровли в данных случаях будет сходим, однако за счет разницы в финальном слое, подстилающие слои будут различаться. Также и может отличаться вид утеплителя или пароизоляции. Так, например, для кровли с парковкой необходимо использовать более плотный утеплитель.

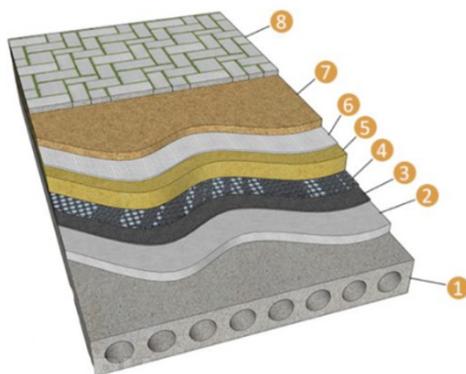
Проектирование «зеленой» кровли также отличается некоторыми особенностями, связанные с подбором специального грунта и растений. Здесь необходимо учитывать климатические условия региона, пригодность растений для определённых высот.

Разрабатывать конструкции эксплуатируемых инверсионных кровель стоит с особым вниманием, ввиду относительно новой технологии. Эксплуатируемые кровли устраиваются в разы реже классических, поэтому требуют особого внимания специалистов.



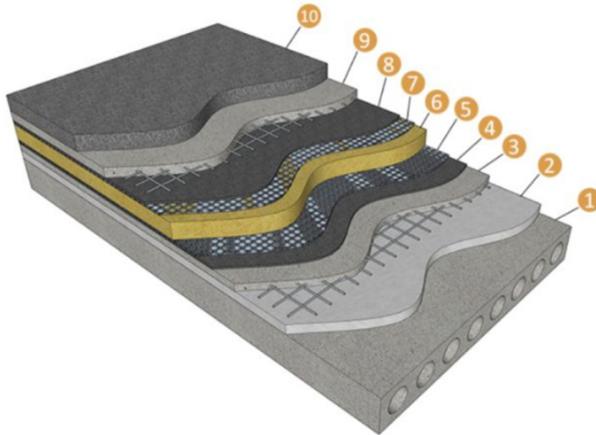
1 – плита перекрытия, 2 – уклонообразующая стяжка, 3 – гидроизоляция, 4 – теплоизоляция, 5 – геотекстиль, 6 – дренажный слой, 7 – геотекстиль, 8 – цементно-песчаная стяжка, 9 – плитка, 10 – железной парапет

Рис. 3. Конструкция эксплуатируемой инверсионной кровли с керамической плиткой



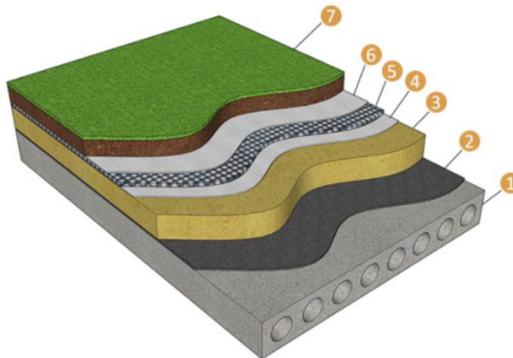
1 – плита перекрытия, 2 – бетонная стяжка, 3 – гидроизоляция, 4 – дренажный слой, 5 – утеплитель, 6 – геотекстиль, 7 – цементно-песчаная стяжка, 8 – тротуарная плитка

Рис. 4. Конструкция эксплуатируемой инверсионной кровли с пешеходными площадками



1 – плита перекрытия, 2 – уклонообразующая стяжка, 3 – цементно-песчаная стяжка, 4 – гидроизоляция, 5 – дренажный слой, 6 – утеплитель, 7 – дренажный слой, 8 – гидроизоляция, 9 – цементно-песчаная армированная стяжка, 10 – асфальтобетон

Рис. 5. Конструкция эксплуатируемой инверсионной кровли с автомобильными площадками



1 – плита перекрытия, 2 – битумно-полимерная кровельная мембрана, 3 – утеплитель, 4 – разделительный слой (геотекстиль), 5 – дренажная профильная мембрана, 6 – фильтрующий слой (геотекстиль), 7 – плодородный слой с растениями

Рис. 6. Конструкция эксплуатируемой инверсионной кровли с растительным покрытием

Как видно из рис. 3–6 покрытие эксплуатируемой кровли может быть абсолютно разным, и в настоящее время есть возможность использовать новые материалы, чтобы создать интересные решения для кровли.

Помимо единого финального слоя возможно комбинировать технологии и получить совершенно уникальный продукт. «Зеленую» кровлю с газонами и деревьями, пешеходными тропинками, гравийной засыпкой может создать целый парк на крыше здания. Специальное резиновое покрытие можно использовать для спортивных площадок и детских игровых зон.

Эксплуатируемые кровли становятся популярны в развивающихся странах в качестве дополнительной зеленой зоны в городе, когда большая часть земли рассматривается для строительства новых зданий. «Зеленые» крыши могут быть доступным местом отдыха для людей, кровли с паркингом могут помочь освободить придомовую территорию от автомобилей и сделать двор более безопасным [7]. Таким образом, применение нетрадиционной технологии устройства кровли может положительно влиять на качество жизни людей.

### Литература

1. СП 17.13330.2017. Кровли.
2. Пономарев В. А. Архитектурное конструирование. Архитектура / В. А. Пономарев – М. : Архитектура-С, 2008. – 736 с.
3. Йозеф Косо. Крыши и кровельные работы / Йозеф Косо. – М. : Контэнт, 2007. – 272 с.
4. Сиденко Д. А. Дефекты плоских кровель из битумно-полимерных материалов и методы их устранения / Д. А. Сиденко // Кровельные и изоляционные материалы. – 2006. – № 4. – С. 69.
5. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия.
6. Нечаев Н. В. Капитальный ремонт жилых зданий / Н. В. Нечаев – М.: Стройиздат, 2000. – 287 с.
7. Шейна С. Г., Шишкунова Д. В. Использование эксплуатируемых крыш зданий как перспективное развитие рекреационных зон города. / С. Г. Шейна, Д. В. Шишкунова // Известия. РГСУ. – 2015. – Т. 2. – № 20. – С. 28–33.

УДК 691.624.1

*Рустем Разилевич Гибадуллин,*  
студент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: dr.gibba@yandex.ru*

*Rustem Razilevich Gibadullin,*  
student  
(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: dr.gibba@yandex.ru*

## СВОЙСТВА СТРОИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА АРБОЛИТА

### PROPERTIES OF THE ARBOLITE BUILDING MATERIAL

Арболит это бетон, но очень легкий. Строительный материал арболит представляет собой структуру с крупными порами, которая получается путем отбора и сопоставления определенного состава смеси.

Смесь представляет собой совокупность целлюлозного, органического заполнителя, растительного происхождения, с добавлением минерального вяжущего вещества, с включением специальных химических смесей, а также воды.

Если сравнивать арболит с аналогичными материалами, например, такими как фибролит или деревобетон и другими, в глаза бросается выдающаяся особенность арболита, заключающаяся в том, что для его получения есть возможность использовать гораздо более обширный спектр целлюлозных органических заполнителей.

В данный спектр входят следующие материалы: тростниковая сечка, дробленка древесная, костра конопля и льна, соломы рисовой сечка, хлопчатника стеблей сечка, и другие подобные материалы.

С появлением арболита в СССР появился и соответствующий стандарт, который устанавливает необходимые технические требования к данному строительному материалу – ГОСТ 19222-84 «ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР Арболит и изделия из него Общие технические условия».

Строительный материал арболит, в Советском Союзе (СССР) появился и начал обретать свою популярность еще в 1930-х годах прошлого столетия. Отечественные умельцы создавали аналог иностранного строительного легкого бетона. Однако в связи с резким изменением политической ситуации в стране в конце 80-х – начале 90-х годов, арболит был забыт и брошен и все разработки, связанные с арболитом также канули в лету, так как в государстве возникли более важные задачи, например, сохранение государственной целостности и вообще выживание нации в целом. Развитие данного строительного материала

в СССР остановилось. Но времена менялись, государство обрело силу, вставало с колен, начали свое возрождение различные отрасли жизни деятельности страны, строительный комплекс так же не стоял на месте и развивался, и в новой России на строительный рынок начали выходить предприимчивые частные коммерсанты, которые возродили производство и вывели на рынки строительного материала арболит, во всем своем многообразии форм и размеров.

*Ключевые слова:* легкий пористый бетон, арболитовые блоки, изделия из арболита, строительство, инновационные строительные материалы, свойства арболита.

Arbolite is concrete, but very light. The building material arbolite is a structure with large pores, which is obtained by selecting and comparing a certain composition of the mixture.

The mixture is a combination of cellulose, organic filler, vegetable origin, with the addition of a mineral binder, with the inclusion of special chemical mixtures, as well as water.

If we compare arbolite with similar materials, for example, such as fibrolite or wood concrete and others, an outstanding feature of arbolite catches the eye, which is that it is possible to use a much wider range of cellulosic organic fillers to obtain it.

This range includes the following materials: reed cutting, wood crushing, hemp and flax bonfires, rice straw cutting, cotton stalks cutting, and other similar materials.

With the advent of arbolite in the USSR, an appropriate standard appeared, which establishes the necessary technical requirements for this building material – GOST 19222-84 “STATE STANDARD of the USSR Arbolite and products made from it General technical conditions”.

The building material arbolite appeared in the Soviet Union (USSR) and began to gain its popularity back in the 1930s of the last century. Domestic craftsmen created an analogue of foreign lightweight construction concrete. However, due to the drastic change in the political situation in the country in the late 80s – early 90s, arbolite was forgotten and abandoned, and all developments related to arbolite also sank into oblivion, as more important tasks arose in the state, for example, the preservation of state integrity and the survival of the nation as a whole. The development of this building material in the USSR has stopped. But times were changing, the state gained strength, rose from its knees, various branches of the country's life began to revive, the construction complex also did not stand still and developed, and in the new Russia, enterprising private merchants began to enter the construction market, who revived production and brought arbolit to the markets of building material, in all its diversity shapes and sizes.

*Keywords:* light porous concrete, arbolite blocks, products made of arbolite, construction, innovative building materials, properties of arbolite.

Арболит – материал для строительства. Горение он не подерживает. Гораздо удобнее он для обработки в отличии от кирпича или бетона, а также аналогичных материалов для проведения строительства. Строительные изделия из арболита, будь то блок или плита, имеет высокие показатели прочности на изгиб. Указанными свойствами не могут похвастать иные строительные изделия, из прочих строительных материалов. Строительные изделия из арболита способны восстанавливать свою форму после временных превышающих нормы предельных нагрузок. Бетон, фибробетон, кирпич, газо-блоки и другие, таким свойством прочности не обладают.

Строительные изделия из арболита, обладают морозостойкостью, которая составляет от 24 циклов до 52 циклов полного замораживания и полного оттаивания замороженного арболита.

Низкая сорбционная влажность строительных изделий из арболита, позволяет просто нанести штукатурку на наружную стену, толщиной всего в 2х сантиметровой слой, и это снизит влагопоглощение стены из арболита практически к нулевому показателю.

Обычная штукатурка, без дополнительной облицовки кирпичом или сайдингом, зарекомендовала себя эффективным способом увеличения показателя морозостойкости арболита. Это сильно увеличивает срок жизни и эксплуатации строений и сооружений из этого материала.

Практика показала, что сооружения из арболита имеют положительные примеры использования строений и сооружений из этого материала, сроком от восьми до одиннадцати лет, вообще без штукатурки или облицовки с внешней стороны, без разрушающих последствий внешней агрессивной среды для стен.

Однако, не смотря на указанные качества изделий из арболита, следует понимать, что элементарная штукатурка все же необходима, для того чтобы избежать продуваемости стен и увеличить сохранение тепла, и как следствие увеличения срока эксплуатации построек из арболита. Особенно если речь идет о строительстве жилых домов или о возведении внешних и внутренних перегородок в многоэтажных, многоквартирных жилых домах. Существует

множество видов штукатурки для арболита для внешней поверхностей, не говоря уже о штукатурке для внутренних поверхностей.

У арболитовых изделий имеется пористая структура, это выяснилось в процессе разработки и дальнейшего изготовления данного материала. Если сравнивать с бетоном, у которого пористая структура практически равна нулю, из-за его монолитности и мелкодисперсности материала из которого он изготавливается, у арболита же все не так просто и однозначно. Арболит выдерживает предельные нагрузки и остается целым благодаря своей пористости. В отличие изделий из бетона, которые при таких же нагрузках крошатся на куски и дают трещины, при этом, наличие пористой структуры арболитовых изделий способствует высокому уровню поглощения влаги. Это и понятно, ведь арболит на 75–90 процентов состоит из древесной щепы. А древесная щепа является ключевым наполнителем данного строительного материала.

Высокий уровень влагопоглощения приводит к тому, что погруженный в воду арболитовый блок, способен впитать в себя влагу из расчета от 40 % до 80 %, в соотношении со своим собственным объемом.

Но, даже учитывая вышеуказанный показатель, строительный материал арболит, имеет низкую способность впитывать пар воды из окружающей его воздушной среды.

Конечно, скажете вы, к чему выдумывать велосипед, когда все уже и так придумано, используйте бетон, кирпич, силикатный кирпич или шлакобетон, и все у вас будет прекрасно и дома будут продаваться в любом случае, ведь спрос на жилье был есть и будет, в независимости от себестоимости строительного материала, веса фундамента и конечных строительных объемов и конечных цен на квадратный метр. Но друзья мои, давайте вспомним как первобытные наши предки, первые безволосые равнинные обезьяны, поменяли деревянную дубину на длинную палку с каменным заостренным наконечником, и назвали его копьем. Переход из одного состояния в другое, более совершенное это и есть эволюция, это и есть прогресс. Бетону сто лет в обед, ничего нового, ничего прогрессивного. Арболит же сравнительно новый еще до конца

не изученный материал, и то, даже на данном этапе его исследования и использования он показывает удивительные свойства, в сравнение с которыми не идут ни бетон, ни кирпич, ни другие популярные сегодня строительные материалы.

Сегодня во главу стола нужно ставить не возможность заколотить как можно больше денег на продажах квартир, на тендерах, на дешевой рабочей силе из средней Азии, с этим сегодня нужно покончить. Все первобытные запросы и потребности современного человечества удовлетворены целиком и полностью. Сегодня в приоритете зеленое строительство, в приоритете снижение затрат на строительные материалы, а именно на создание строительного материала, который, говоря простым человеческим языком будет стоить дешево и сохранит свои уникальные свойства сотни лет.

На сегодняшний день я не вижу другой альтернативы современным строительным материалам, которые используются на каждой стройке, кроме как арболит. На худой конец, как говорится, арболит можно использовать в совокупности с традиционными строительными материалами методом комбинации. В конце концов, заменить кирпич на арболит. Ведь посудите сами, если провести небольшой анализ рынка новостроек в любом городе миллионнике, вы найдете от силы половину процента домов из кирпича от общего числа всех новостроек, а почему спросите вы, да потому что строить дома из кирпича крайне затратное предприятие, как по стоимости, так и по времени.

Сегодня лидер на строительной площадке, это, конечно же, бетон, позволяющий возводить монолитные дома в кратчайшие сроки, даже панельное строительство отстает по временным показателям. А в монолитном строительстве остается один нюанс, это конечно же перегородки и внешние стены, так называемые ограждающие конструкции. Так почему мы сегодня не строим их из арболита, почему нет полномасштабного применения арболитовых изделий на глобальном строительном поле? Мой ответ на это вопрос простой, никто не хочет заморачиваться с арболитом, покупатель не знает что такое арболит, вот про кирпич

и газо-блоки знают все, про бетонные панели знают все. Арболит до сих пор остается в тени, не известен широкой публике. Конечно зачем заморачиваться и объяснять, что такое арболит, когда покупатель сам все знает про бетон и монолит.

Арболит это наше будущее. Это материал, обладающий уникальными свойствами. Он безопасен и безвреден для человечества, нет этой бетонной пыли, кирпичной крошки, плесень. В доме, построенном из арболита легко и безопасно жить людям, животным и растениям.

Строительные изделия арболитовые не вызывают аллергии. Состав арболита безвреден, ибо при его производстве не применяются вредных составляющих, он изготавливается из экологически чистого сырья, а значит при контакте со слизистой оболочкой или кожей человека, он не оказывает раздражающих воздействий.

Кроме указанных выше преимуществ, арболит обладает высокими показателями звукоизоляции и теплоизоляции, опять же в сравнении с тем же бетоном и кирпичом. В то время как бетон промерзает насквозь а кирпич покрывается инеем, арболит при своей незначительной толщине, продолжает стойко сохранять тепло в построенном сооружении. Для того что бы бетон или кирпич показали подобные теплоизоляционные свойства, их толщина должна превысить толщину одного ряда арболитового блока в пять раз. Только вдумайтесь, какая колоссальная экономия строительного материала, человеческого ресурса и вообще в целом энергозатрат.

Теплоизоляция, это еще одно преимущество изделий из арболита, прекрасно блокирует шумовое загрязнение окружающей городской среды, если в монолитном доме есть необходимость дополнительного утолщения наружных стен и перегородок специальным тепло и звукоизоляционным материалом, то при использовании арболита такая необходимость отпадает. Арболитовые блоки или плиты прекрасно заглушают шум поступающий извне, и делает проживание в таких домах уютным и комфортным.

Внутренняя отделка перегородок черновой штукатуркой и оклеивание обоями минимизирует затраты на косметический

ремонт жилых квартир, что в свою очередь так же скажется на себестоимости затрат застройщика и как следствие, снизит рыночную стоимость квадратного метра жилья. Арболит сделает жилье доступным более широкому кругу приобретателей, на выходе мы получим качественное жилье и дорогое жилье. А что еще нужно сегодняшнему потребителю, нужно доступное жилье.

Подводя итог, хочу сказать, что арболит сравнительно новый материал, многие о нем не знают или знают не достаточно, арболит обладает великолепными свойствами, можно сказать что это инновационный материал, конструкционные свойства, теплоизоляционные свойства, шумоизоляционные свойства арболита перекрывают имеющиеся не значительные минусы данного материала. К слову сказать, любой строительный материал имеет свои минусы, но недостатки арболита сполна перекрываются его достоинствами. На сегодняшний день, на мой взгляд, необходимо наладить производство арболита в промышленных масштабах, проводить максимально доходчивую рекламу этого строительного материала среди населения, среди застройщиков, вдохнуть новую жизнь в арболит.

### **Литература**

1. ГОСТ 19222-84 «ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР Арболит и изделия из него Общие технические условия».
2. Арболит / Под ред. Г. А. Бужевича. М., 1968 «ГОСТ 19222-2019 АРБОЛИТ И ИЗДЕЛИЯ ИЗ НЕГО Общие технические условия».
3. Наназашвили И. Х. Проектирование жилых и производственных зданий из арболита. – Проектирование и инженерные изыскания. 1983, № 3.
4. Наназашвили И. Х. «Арболит – эффективный строительный материал» Стройиздат. Ленинград. 1984.

УДК 69.002.5

*Елизавета Александровна Глижинская,*  
студент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: elizvetaaa@vk.com*

*Elizaveta Alexandrovna Glizhinskaya,*  
student  
(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: elizvetaaa@vk.com*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ (ДРОНОВ) В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

### **THE USE OF UNMANNED AERIAL VEHICLES (DRONES) IN CONSTRUCTION**

В современном мире уже давно повсеместно используются дрон-технологии. В том числе, они не обошли стороной и строительную отрасль. В зарубежных странах беспилотные летательные аппараты (БПЛА) используются для мониторинга ситуации на строительной площадке при помощи ортофотосъемки, выполняемой дронами. Сочетание дрон-технологий с технологиями построения трехмерных моделей и последующего сравнения с разработанной BIM-моделью дает огромный потенциал для развития использования дронов в строительстве. В статье будет рассмотрен принцип, на котором работает данная технология, а также плюсы и минусы использования дронов в строительной отрасли в Российской Федерации.

*Ключевые слова:* строительство, дрон, БПЛА, мониторинг, автоматизация, топографическая карта, фотограмметрия.

Drone technologies have been widely used in the modern world for a long time. In particular, they have not bypassed the construction industry. In foreign countries, unmanned aerial vehicles (UAVs) are used to monitor the situation on a construction site using orthophotography performed by drones. The combination of drone technologies with technologies for building three-dimensional models and subsequent comparison with the developed BIM model provides a huge potential for the development of the use of drones in construction. The article will consider the principle on which this technology works, as well as the pros and cons of using drones in the construction industry in the Russian Federation.

*Keywords:* construction, drone, UAS, monitoring, automation, topographic map, photogrammetry.

В любые времена главными вопросами строительной отрасли являются снижение сроков и стоимости строительства. С развитием технологий, мы постепенно находим способы влияния на эти показатели. Одним из вариантов является использование беспилотных летательных аппаратов (дронов) (рис. 1), который влияет не только на сроки и стоимость строительства, но и на качество и точность работ, производимых ими.



Рис. 1. Беспилотный летательный аппарат (дрон)

Так какие же работы могут выполнять эти умные помощники? Начиная с самого простого, с помощью БПЛА можно сделать фото- или видеосъемку с высоты птичьего полета, на которой как на карте можно будет увидеть все, что происходит на строительной площадке сверху. Если же к этой достаточно простой функции подключить искусственный интеллект, способный сопоставить снимки с дрона и создать трехмерную модель той же строительной площадки, в дальнейшем ее можно будет с помощью специализированного софта сравнить с проектной документацией, выполненной в BIM-среде, и выяснить нет ли отклонений от проекта, или отставаний по срокам строительства. К тому же, сейчас

для оцифровки всех процессов, происходящих на объекте, требуется целый отдел геодезистов, затрачивающих немало драгоценного времени и человеческого ресурса для выполнения этой задачи. Есть место и для ошибок в измерениях или расчётах в виду человеческого фактора, которые, к сожалению, могут привести не только к увеличению финансовых затрат, но и к более печальным последствиям, к примеру, разрушению конструкции, или даже целого сооружения. К тому же, любой выход на строительную площадку – это всегда риск для любого специалиста. Ну и, конечно, дрон или ИИ – это машины, которые всегда будут объективны, в отличие от человека, который в любой момент может поменять значение ради таких же как и он сам людей, однако строительство – крайне ответственная отрасль, где от любой цифры или принятого решения в последствии зависят жизни многих людей.

Рассмотрим технологию создания трехмерной модели более подробно:

1. С помощью специальной веб-платформы создается некое «задание» для управления полетом дрона, где прописаны границы участка строительства, которые ему необходимо отснять, а также введены некие координаты (опорные точки), благодаря которым БПЛА может ориентироваться в пространстве строительной площадки, и по которым в последствии можно будет составить полное изображение. Так же, в задании указывается высота, с которой дрону необходимо производить съемку.

2. В этом пункте все зависит от человека, так как на данный момент полностью исключить его участие в строительном процессе не удастся, да и не следует. Геодезист выходит на участок строительства и выставляет те самые опорные точки (реперы) (рис. 2), по которому будут ориентироваться не только рабочие на строительной площадке, но и используемый дрон.

3. БПЛА, взлетая над строительной площадкой делает снимки из разных точек, после чего их получает веб-программа, которая сопоставляет полученные фотографии, выстраивает их в определенный порядок по местонахождению на них реперов, и в итоге объединяет в один большой снимок местности.

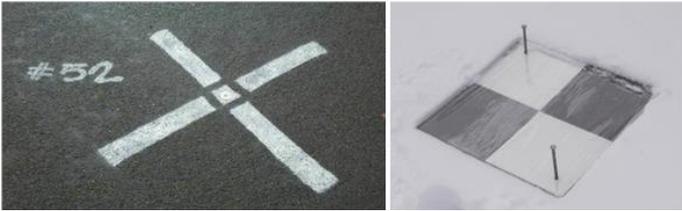


Рис. 2. Опорные точки (реперы)



Рис. 3. Опорные точки (реперы) на участке работы дрона

4. Полученный снимок переводится в трехмерную модель, которую в режиме реального времени можно сравнить с проектом в BIM-модели. К примеру, сравнивая две эти модели (грубо говоря, то что должно быть и то что сейчас происходит по факту на строительной площадке), можно выяснить корректность производства строительных работ (погрешность трехмерной модели, снятой с помощью дрона составляет до 3,5 см), а также определить соответствие или отставание по срокам от проекта. Данные

снимки можно использовать как доказательство в суде при решении дел о несоблюдении сроков, или при возникновении вопросов об корректности выполнения скрытых работ.

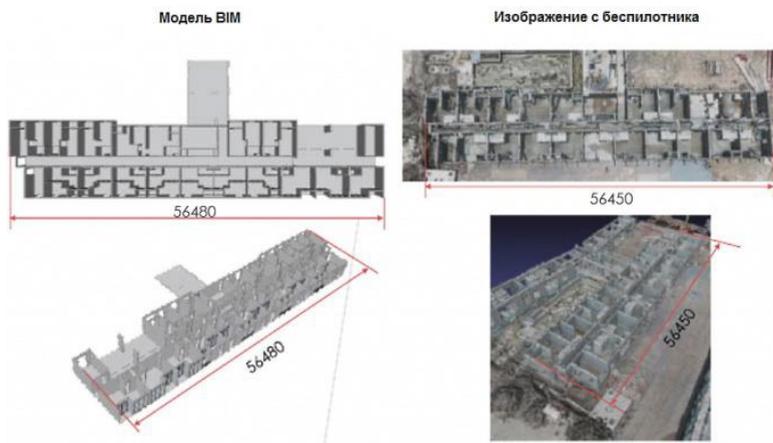


Рис. 4. Сравнение плана и графика строительства с BIM-моделью

Помимо мониторинга и управления проектом на основе полученных с помощью дрона данных, его можно использовать и в качестве «доставика» строительных материалов или инструментов на строительной площадке, в частности на высокие этажи зданий или даже кровлю. Современные БПЛА в среднем могут унести от 10 до 25 килограмм за один раз. Это может ускорить работу на строительной площадке и сэкономить человеческий ресурс, так как гораздо быстрее и особенно безопаснее отправить машину отнести что-то на другой конец стройплощадки, чем любого специалиста.

Использование дронов также более экономически эффективно в виду того, что на данный момент чтобы получить свежий отчет о происходящем на стройплощадке нужна группа геодезистов, набор теодолитов, нивелиров, громоздких реек и другого оборудования, а также время на ручную обработку полученных изменений и внесение их в программную среду. Немало времени

занимает и анализ отклонений от проектных значений или сроков. С использованием БПЛА в сочетании с описанными выше технологиями, время от съёмки значений до принятия решений значительно сокращается, ведь уже на данный момент оно занимает уже не более 24 часов до получения полной объективной картины происходящего на стройплощадке.

Однако, есть и минусы в использовании данной технологии на данный момент. Во-первых, сейчас в Российской Федерации по сравнению с другими странами есть ряд жестких правил и ограничений в использовании БПЛА. Во-вторых, чтобы использовать описанные в данной статье технологии, нужны высококвалифицированные специалисты не только в написании софта и различных программ, но и те, кто имеет право и достаточно знаний для управления подобными аппаратами. Ну и в-третьих, не во всех регионах РФ всегда благоприятные погодные условия для полета дрона, к ним можно отнести обильный снежный покров, сильный ветер или дождь, которые могут повлиять не только на качество съёмки, но и на состояние самого аппарата.

### **Выводы**

Дрон-технологии в совокупности с трехмерным моделированием и BIM-моделями имеют ряд плюсов, в это: экономическая эффективность, безопасность, сокращение сроков строительства, отсутствие предвзятости и точность измерений. И даже несмотря на ряд минусов или ограничений в использовании этой технологии, я считаю что в скором времени эта передовая технология будет внедрена и в нашей стране. К тому же, сейчас в РФ в виду проведения СВО стремительно развивается изготовление и использование БПЛА и растет количество специалистов, умеющих обращаться с этим полезным инструментом.

### **Литература**

1. Карякин В. Ф., Пирс С. Д., Былин И. П. Инженерно-геодезические и инженерногеологические изыскания в строительстве. Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. 88 с.

2. Попов Н. И., Емельянова О. В., Яцун С. Ф., Савин А. И. Исследование движения квадрокоптера при внешнем периодическом воздействии // Справочник. Инженерный журнал (с приложением). С. 12–17.
3. How TraceAir Platform Brings Construction Site At Your Fingertips, 2020 [Электронные данные]. – Режим доступа: <https://www.traceair.net/>
4. Барбасов В. К., Гаврюшин М. Н., Дрыга Д. О. и др. Многороторные беспилотные летательные аппараты и возможности их использования для дистанционного зондирования Земли // Инженерные изыскания. – 2012. – № 10. – С. 38–42.
5. Носков И. В., Носков К. И., Тиненская С. В., Ананьев С. А. Дрон-технологии в строительстве – современные решения и возможности // Вестник Евразийской науки, 2020 № 5 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://индекс-городов.рф/#/results/>
6. Bracing for 2020: Past, Present, and Future of Drones in Construction, 2020 [Электронные данные]. – Режим доступа: [www.propelleraero.com/](http://www.propelleraero.com/)
7. Николаева О. Н. Пространственная интерпретация природно-ресурсных данных при разработке картографического обеспечения для управления природопользованием // Вестник СГУГиТ. – 2016. – Вып. 2 (34). – С. 105–110.

УДК 624.012.4

*Маргарита Олеговна Конюшевская,*  
студент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: margaritazayseva@gmail.com*

*Margarita Olegovna Konyushevskaya,*  
student  
(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: margaritazayseva@gmail.com*

## **ОСОБЕННОСТИ МЕТОДА TOP DOWN И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ**

### **FEATURES OF THE “TOP DOWN” METHOD AND ITS USE IN THE CONSTRUCTION OF HIGH-RISE BUILDINGS**

В указанной публикации будет рассказано о совокупности методов подземного создания способом top down. Необходимости внедрении данного метода в другие города нашей большой страны, так как количество жителей растёт, у каждого третьего жителя есть автомобиль, а место для него, к сожалению, нет. Не целесообразно строить отдельное здание для парковок машин и мотоциклов, так как вместо данного здания можно посадить деревья, сделать площадку для детей, так как в городах, итак, не хватает свежего воздуха из-за выхлопных газов, поэтому стоит задуматься над тем, чтобы обустроить подземное пространство. Решающие приёмы использования ограждающих конструкций в стеснённых условиях застройки в черте города, превосходство и недочёты указанного способа. Возведение многоэтажных строений с использованием конкретной методики в граничных государствах.

*Ключевые слова:* стена в грунте, подземное пространство, стеснённые условия, top down, многоэтажные здания, ограждающие конструкции.

In this publication, we will talk about the set of methods of underground creation using the “top down” method. There is a need to implement this method in other cities of our large country, as the number of residents is growing, every third resident has a car, but unfortunately there is no place for it. It is not advisable to build a separate building for parking cars and motorcycles, since instead of this building you can plant trees, make a playground for children, since in cities, therefore, there is not enough fresh air due to exhaust gases, so it is worth considering how to equip an underground space. Decisive techniques for using enclosing structures in cramped building conditions within the city, the superiority

and shortcomings of this method. The construction of multi-storey buildings using a specific technique in foreign countries.

*Keywords:* wall in the ground, underground space, cramped conditions, “top down”, multi-storey buildings, enclosing structures.

На сегодняшний день происходит стремительное развитие инфраструктуры, а также повышение уровня демографии в стране. Парковочных мест в условиях плотной застройки около жилых зданий, а также торговых центрах и около больниц категорически не хватает. Поэтому перед строителями стоит задача использовать новые технологии, такие как освоение подземного пространства. Ведь подземное строительство – это не только помещения инженерных коммуникаций, это может быть также комплексы общественно-бытового назначения, многоэтажные паркинги, помещения торговли, равно как жилые и офисные части строения.

Представляются множество приёмов возведений новостроек в положении уплотнённой постройки. Один из подобных способов значится «top down», заимствование из английского языка обозначает «сверху вниз». Указанный метод возможно применён как для возведения подземельных строений, аналогично в видах многоэтажных новостроек с подземельной стоянкой для автомобилей и мотоциклов. Способ «сверху вниз» массово был задействован в Европе и в Америке, а около 25 лет назад появился в России. Например, в 2008 году в г. Санкт-Петербурге, Зоологический пер. 24, расположился по данному методу жилой дом с трёхэтажным подземным паркингом. Одной из особенностей возведения строения способом «сверху вниз» есть единое возведение нижней и верхней частей будущей новостройки. Это значительно уменьшает продолжительность постройки в общей сложности строения.

Способ указанного метода заключается в использовании оградительной конструкции котлована – «сверху вниз», которая в будущем будет являться стеной паркинга. Для этого по периметру будущего котлована паркинга разбуриваются узкие траншеи глубиной ниже уровня дна котлована. При разработке грунта траншею заполняют бентонитовым раствором, который предотвращает обрушение стенок. Затем в траншею погружаются

арматурные каркасы и производится бетонирование стены. Далее изготавливаются буронабивные сваи, выполняющие функцию постоянных или временных опор (в зависимости от проекта здания) перекрытий подземной части будущего здания. Затем производится бетонирование верхнего перекрытия по грунту и с помощью экскаватора откопка первого яруса. Через технологическое отверстие в изготовленной плите перекрытия производится следующая откопка яруса котлована при помощи мобильных мини экскаваторов. Перекрытия участвует в действии в качестве распоров, гарантируя жёсткость всей конструкции. Бетонирование залегающих ниже перекрытий проводится шаг за шагом по мере удаления грунта из-под выполненного ранее перекрытия малогабаритной техникой, способной работать в стеснённых условиях. Череда данных процессов длится до достижения проектной отметки фундаментной плиты проекта. Совместно с этим этапом можно начинать возведение верхней части построения.

Одним из примером использования заданной методике выступает в качестве примера построение Maintower в немецком городе Франкфурт-на-Майне. Важнейшие этапы представлены на рисунке.

Не во всех городах России применяется технология «сверху вниз». Одним из последних является строительство небоскрёба «Лахта центр» в г. Санкт-Петербурге.

У каждой методики построения существуют свои недочёты и превосходства.

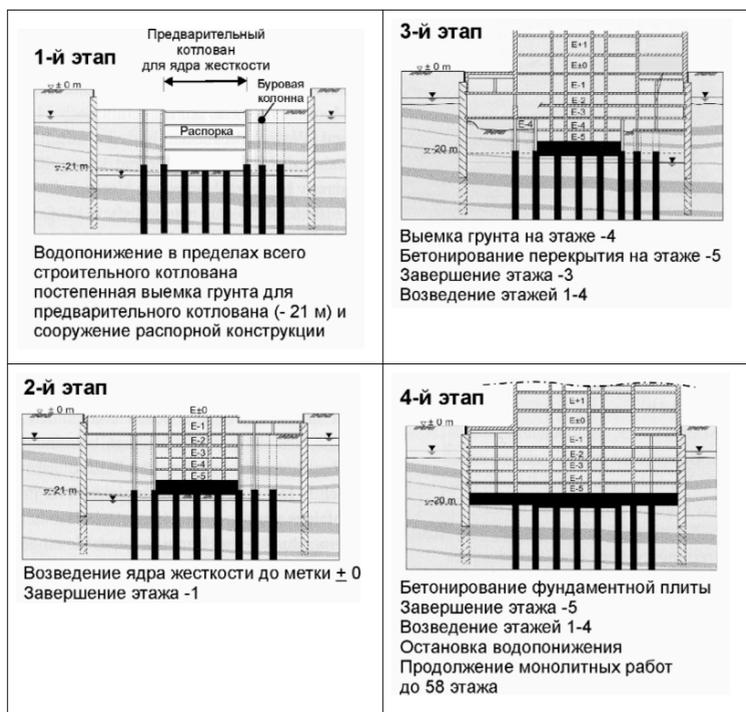
Превосходства определённого метода:

- совместимость работ при строительстве подземной и наземной части, что сокращает общую продолжительность строительства проекта и стремительной сдачи объекта в эксплуатацию;
- строительстве ограждающих конструкций, образующих общую несущую конструкцию, состоящих из таких элементов как ограждающей конструкции котлована»сверху вниз» и перекрытий.

Недочёты:

- стоимость производства работ очень высока, сравнительно с традиционным построением – в открытом грунте;

- сооружение нижней части прорабатывается очень тщательно, рабочие должны иметь высокий разряд квалификации;
- проблематика с комплектацией и поставкой;
- с гидротехнической точки зрения это определённо сложнейший вид
- построения и поэтому следует вести мониторинг за уровнем грунтовых вод, так как нет возможности сделать гидроизоляцию снаружи.



Этапы строительства небоскрёба Maintower во Франкфурте-на-Майне

В итоге можно прийти к такому выводу: использование методики «top down» при построении многоэтажных зданий

и сооружений обусловлено стеснёнными положениями в черте города и оказывающее положительное воздействие на рядом стоящие здания и сооружения. В современном мире стремительное и качественное построение очень важно в плане экономики.

В России указанный способ используется нешироко. В основном в больших мегаполисах – Москве и Санкт-Петербурге.

Способ «top down» очень сложный технологический процесс, связанный с разными видами ограничений и трудностями. Хотя прогрессирующее введение данной технологии, получение собственного опыта, а также использование опыта зарубежных партнёров способствует к быстрому внедрению данного метода и в нашей стране.

### **Литература**

1. Мангушев Р. А., Осокин А. И. Геотехника Санкт-Петербурга: Монография. М.: Изд-во АСВ, 2010. – 264 с.
2. Зигангирова Л. И., Галиев И. Х., Ибрагимов Р. А., Шакирзянов Ф. Р. Оптимизация технологических решений при устройстве подземного пространства существующих зданий // Вестник МГСУ. 2022. Т. 17. Вып. 11. С. 1528–1536.
3. Строительство методом «Top-Down»//ГЕОИЗОЛ проект. URL: [www.geoizolproject.ru/technologies/top-down/](http://www.geoizolproject.ru/technologies/top-down/) (дата обращения: 11.04.2024).

УДК 624.05

Софья Андреевна Мунтян,  
студент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
E-mail: sofiamuntyan@yandex.ru

Sofia Andreevna Muntyan,  
student  
(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
E-mail: sofiamuntyan@yandex.ru

## **ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ И ТЕНДЕНЦИИ ВОЗВЕДЕНИЯ ВОИНСКИХ ЗДАНИЙ В СУРОВЫХ УСЛОВИЯХ АРКТИКИ**

### **THE CHOICE OF TECHNOLOGY AND TRENDS IN THE CONSTRUCTION OF MILITARY BUILDINGS IN THE HARSH CONDITIONS OF THE ARCTIC**

В статье изучаются методы строительства военных объектов в Арктическом регионе с применением различных технологий возведения зданий из тонких гнутых стальных конструкций.

Каркасно-панельные технологии с использованием холодногнутого стальных элементов способствуют быстрому возведению военных зданий, снижению затрат и обеспечению высокой энергетической эффективности объектов. Также рассматриваются вопросы адаптации существующих технологий и разработки новых решений для экстремальных условий Заполярья.

Анализируются каркасно-панельные и модульные технологии строительства военных объектов, проводятся экспертные оценки и сравниваются эксплуатационные характеристики, в результате чего выявляются преимущества и недостатки строительных технологий.

*Ключевые слова:* технологии, строительство, каркасно-панельное строительство, воинские сооружения, легкие тонкостенные конструкции, легкие металлические конструкции, сэндвич панели, Арктика.

The article examines the methods of construction of military facilities in the Arctic region using various technologies for the construction of buildings made of thin bent steel structures.

Frame-panel technologies using cold-bent steel elements contribute to the rapid construction of military buildings, reduce costs and ensure high energy efficiency of facilities. The issues of adapting existing technologies and developing new solutions for the extreme conditions of the Arctic are also being considered.

Frame-panel and modular technologies for the construction of military facilities are analyzed, expert assessments are carried out and operational characteristics are compared, as a result of which the advantages and disadvantages of construction technologies are revealed.

*Keywords:* technologies, construction, military buildings, light steel thin-walled structures, light metal structures, Arctic.

Проблема сокращения сроков строительства объектов арктической инфраструктуры решается с помощью каркасно-панельных и модульных технологий. Важно снизить транспортные расходы, используя лёгкие конструкции с теплоизоляцией и системы из готовых элементов.

Цель исследования – изучить опыт применения быстромонтируемых элементов в суровых условиях Арктики. В результате определяем оптимальные строительные технологии для использования на Крайнем Севере.

При возведении военных сооружений применяются различные технологии конструирования, такие как модульные и каркасно-панельные методы строительства. Эти методы используются для создания различных типов сооружений:

1. Сооружения с каркасом из холодногнутых профилей облицовкой из сэндвич-панелей;
2. Сооружения с каркасом из стальных профилей, обшитые с двух сторон материалами;
3. Сооружения из переделанных контейнеров, так называемые «вагончики»;
4. Сооружения, составленные из объемных модулей панелей типа «сэндвич».

Для определения наилучшего вида из четырех строительных систем, была таблица показателей по различным критериям, оценки которых, отражают преимущества и недостатки разных видов конструкции.

Всего заложено десять показателей. Пять отражает абстрактную стоимость возведения и ещё пять – стоимость эксплуатации. Каждый из критериев оценивается по десятибалльной шкале, соответственно каждая модель в сумме набирает не больше ста баллов.

Так же мы рассмотрим среднюю и медиальную оценку в разрезе обеих абстракций, и относительно суммарных показателей. Выводы представлены в таблице.

#### Критерии оценки строительных моделей

Критерии	Значения критерия			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Трудозатраты на монтаж	5	7	7	7
Затраты на возведения сооружения	7	8	7	6
Заводская готовность	9	9	6	7
Стоимость затраченного материала	8	5	7	10
Трудозатраты на транспортировку	8	6	10	9
Средняя оценка возведения	7,4	7	7,4	7,8
Медианная оценка возведения	8	7	7	7
Вес итоговой конструкции	7	3	3	9
Надежность конструкции	6	10	6	8
Теплозащита помещения	7	8	5	8
Звукоизоляция помещения	8	9	6	7
Эксплуатация сооружения	7	5	5	10
Средняя оценка эксплуатации	7	7	5	8,4
Медианная оценка эксплуатации	7	8	5	8
Общая средняя оценка	7,2	7	5,6	8,1
Возведение среднее относительно общего среднего	1,03	1,00	1,19	0,96
Эксплуатация средняя относительно общего среднего	1,11	1,00	1,13	0,86
Общая медианная оценка	7	7,5	6	8
Возведение медианное относительно общего медианного	1,00	0,93	0,83	1,05

Окончание табл.

Критерии	Значения критерия			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Эксплуатация медианная относительно общего медианного	1,00	1,07	0,83	1,00
Сумма	69	70	62	81

Сооружения с каркасом из холодногнутых профилей облицовкой из сэндвич-панелей показали хорошие результаты благодаря сочетанию прочности и теплоизоляционных свойств материалов, из которых он изготавливается. Так же эти системы получили высокие оценки благодаря гибкости в планировании и простоте в сборке. Модульный подход позволяет быстро создавать здания различных форм и размеров, что делает эти системы привлекательными для различных проектов. Главной проблемой являются трудозатраты для возведения объекта, которые в случае с работой в Арктической территории может быть сложно скомпенсировать, а также низкая надежность полученных сооружений что может быть критичным в суровых условиях эксплуатации. Отдельно стоит упомянуть что данный тип строительства получил максимальную медианную оценку возведения что может говорить о его основном преимуществе над другими моделями. И несмотря на то, что он набрал не так много баллов, его можно смело ставить на второе место за счет его основного преимущества.

Экономическая составляющая сооружений с каркасом из стальных профилей и ограждением из сэндвич-панелей включает следующие аспекты.

1. Лёгкие стальные каркасы снижают затраты на материалы и облегчают процесс сборки.

2. Хорошая теплоизоляция сэндвич-панелей сокращает расходы на отопление и обогрев здания, особенно в условиях холодного климата.

3. Низкая стоимость обслуживания и ремонта в долгосрочной перспективе повышает экономическую эффективность использования этих конструкций.

Сооружения с каркасом из стальных профилей показали высокую надежность, а также достаточно комфортные условия эксплуатации сооружения. Особняком стоит высокая масса сооружения, что говорит о том, что в скальной местности строить будет опасно, а низкий срок эксплуатации не позволяет запустить строительство в массовом режиме. С точки зрения математического анализа есть ряд параметров которые делают его безусловным лидером, но некоторые параметры выводят его в достаточно низкие позиции, если сравнивать с остальными сооружениями.

Экономическая составляющая зданий из сборно-разборных объёмных модулей состоит из следующих факторов.

1. Ускоренный процесс сборки и монтажа сокращает затраты на строительство и трудовые ресурсы.

2. Высокий уровень комфорта позволяет расширить спектр применения подобных сооружений.

3. Сложность возведения исключает использование модели в отдельных случаях.

Сооружения из контейнеров представляют собой один из самых дешевых вариантов строительных модулей. Их можно быстро переоборудовать из контейнеров, в которых прибыли грузы на строительную площадку, что позволяет весьма эффективно использовать ресурсы. Но основной проблемой является крайне низкое качество получившихся сооружений. Если на строительной площадке будет найден способ устранить основные недостатки, такие как теплоизоляция или звукоизоляция то это может стать эффективным способом возведения сооружений. С точки зрения анализа этот тип не является лучшим в плане возведения, но самым простым с точки зрения транспортировки, а также худшим с точки зрения эксплуатации. Но не смотря на среднее положение этой системы, в разных случаях строительного объекта на Крайнем Севере, эта система может стать лидирующей. Например, если со строительным объектом будет располагаться склад данных конструкций, то транспортировка обойдется дешевле нежели другие системы, которые находятся выше по рейтингу.

Сооружения, составленные из объёмных модулей панелей типа «сэндвич» позволяет снизить издержки благодаря эффективной

теплоизоляции, что сокращает коммунальные расходы, включая отопление в условиях сурового арктического климата. Кроме того, эти модули обычно имеют низкие эксплуатационные расходы, так как редко требуют капитального ремонта и обслуживания благодаря высококачественным материалам, адаптированным для арктических условий. А низкая стоимость материалов и трудозатрат делает этот способ строительства достаточно эффективным на начальных этапах ведения строительного объекта.

Несмотря на то, что выбор строительной системы в первую очередь зависит от доступности материальных ресурсов предпочтение следует отдавать сооружениям из модульных панелей типа «сэндвич». Это модель дает как средний результат, так и медианный выше прочих рассмотренных в статье. Худшим показателем являются затраты, которые можно компенсировать разными способами. Например, можно оптимизировать логистику или наладить производство непосредственной близости к северным регионам. При этом худший результат показали строения из переделанных морских контейнеров. Несмотря на кажущуюся простату установки, конструкция не будет являться комфортной для проживания, а также будет обеспечивать минимальную надежность из рассмотренных вариантов. Отдельно стоит рассмотреть первый и второй вариант конструкций, а именно сооружения из гнутых профилей и сооружения с каркасом из стальных профилей. Не смотря на кажущиеся не впечатляющие показатели, их основным преимуществом является то, что, конструкции приходят на строительную площадку практически готовыми, что в некоторых отдельных взятых случаях может иметь решающую роль. С течением времени данные типы конструкций подвержены деформациям. Конструкторская составляющая в настоящем разрезе времени в данных системах постоянно претерпевает развитию по улучшению звукоизоляции, теплопроводности.

### **Литература**

1. Евтюков С. А., Колчеданцев Л. М., Тилинин Ю. И. Исследование технологии возведения каркасно-панельных и модульных зданий в Арктике //

С. А. Евтюков, Л. М. Колчеданцев, Ю. И. Тилинин // Вестник гражданских инженеров. 2021. № 5 (88). С. 84–94.

2. Тилинин Ю. И., Животов Д. А., Тилинин В. Ю. Повышение технологичности монтажа каркасно-панельных быстровозводимых зданий // «Инженерно-строительный вестник Прикаспия». 2021. № 1 (35). С. 34–37.

3. Казаков Ю. Н. Высокоскоростное строительство зданий из легких сэндвич-панельных систем: моногр. / Ю. Н. Казаков, Е. В. Хорошенькая, Ф.-М. Адам. – СПб. : СПбГАСУ, 2018. – 176 с.

4. Gaido A. N. Construction system for the erection of prefabricated buildings out of factory-made modules // Architecture and Engineering. – Vol. 2. – № 2. – 2020. – P. 32–37. DOI: 10.23968/2500-0055 -2020-5-2 -32-37.

5. Biryukov A. Complex method for restoring the energy facilities technical condition in the/Arctic // Biryukov A, Dobryshkin E, Biryukov Yu, Tokarev N. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. T. 539. С. 012149.

6. Домостроительные технологии в системе сохранения и развития архитектурно-планировочной структуры исторических российских городов: монография / Ю. И. Тилинин [и др.]. – СПб. : СПбГАСУ, 2022. – 239 с.

7. Гуцыкова С. В. Метод экспертных оценок. Теория и практика (2011) / Светлана Гуцыкова. – М.: Когито-Центр. – 144 с.

УДК 681.518

*Дмитрий Сергеевич Окишев,*  
студент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: DmitryOkishev@yandex.ru*

*Dmitry Sergeevich Okishev,*  
student  
(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: DmitryOkishev@yandex.ru*

## ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЦИФРОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В РОССИИ

### PROBLEMS AND PROSPECTS OF DIGITAL CONSTRUCTION IN RUSSIA

Эффективное применение и развитие технологий цифрового строительства и последующей эксплуатации невозможны без создания конвергентной среды общих данных с универсальными интерфейсами доступа к ним. Крайне желательно унифицировать и зафиксировать разнообразие параметров и данных всего жизненного цикла разнообразных объектов и после успешной апробации принять шаблоны для цифровых городов последовательно масштабируя и обогащая данными цифровой двойник страны. Эффективная организация данных и работа с информацией должны разрабатываться с применением методов высшей математики, теоретической кибернетики и теории множеств.

*Ключевые слова:* жизненный цикл здания, среда общих данных, цифровой двойник, цифровая трансформация, технологическая конвергенция.

The effective application and development of digital construction and subsequent operation technologies is impossible without creating a common data environment that allows for universal access. It is desirable to unify the variety of parameters and data related to the entire life cycle of different objects, and, after successful testing, to adopt templates for digital cities. This will help to consistently scale and enrich the country's digital infrastructure with data. To effectively organize data and work with information, it is necessary to use methods from higher mathematics, theoretical cybernetics, and set theory. These approaches will help ensure the accuracy and reliability of the data, as well as facilitate the analysis and interpretation of complex datasets.

*Keywords:* building life cycle, common data environment (CDE), digital twin, digital transformation, technological convergence.

Промышленная революция, индустрия 4.0 и цифровая трансформация – лозунги, которые все мы слышим уже не первый десяток лет в промышленности.

Напомню основные признаки:

- 1 промышленная революция – изобретение механизмов, заменяющих ручной труд. Паровая машина Уатта 1778 год;
- 2 промышленная революция – конвейерное производство. Генри Форд 1908 год;
- 3 промышленная революция – электрификация, изобретение контроллеров, компьютеров и автоматизация отдельных процессов. 1960–1980-е годы 20 века;
- 4 промышленная революция – наши дни. Роботизация и полная автоматизация.

Строительная отрасль как частный случай не стала исключением, но в силу консервативности и совокупности причин значительно отстает в вопросах цифровизации и автоматизации от передовых отраслей.

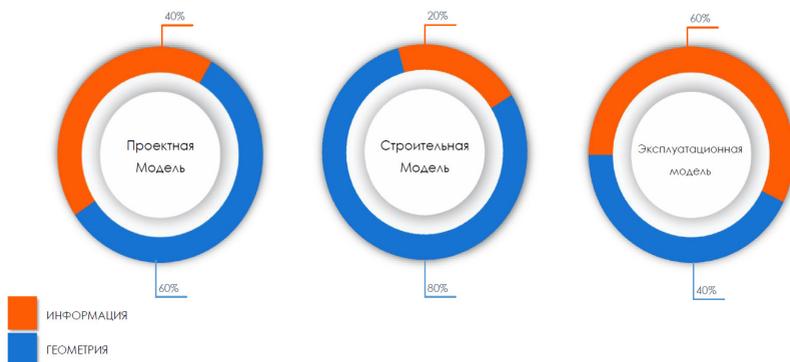
К сожалению, кризис Российского нормотворчества в данном вопросе не только не помогает, но и сильно вредит в некоторых аспектах развития данного направления. Кроме того, различные нормы противоречат друг другу. Стоит отметить, что часть стандартов РФ является переводом отдельных положений норм ISO, но из-за различий организации строительных процессов и кусочного бессистемного применения также не приносит пользы. Более подробно данный вопрос рассмотрен в статье Игоря Рогачева «BIM это плохо» [1].

Стандарт ИСО 19650 достаточно точно иллюстрирует суть жизненного цикла объектов строительства и определяет, что управление информацией должно осуществляться на всех этапах жизненного цикла (ЖЦ) актива с момента возникновения замысла о его создании и до момента вывода его из эксплуатации и сноса.

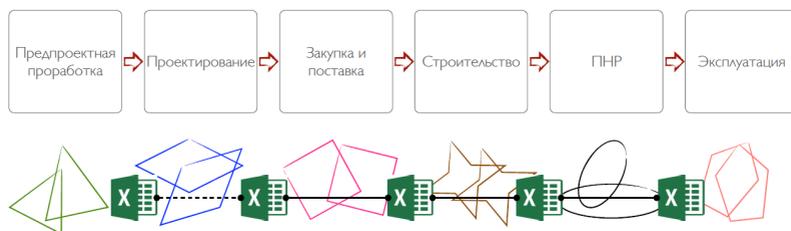
Хочу отдельно заострить внимание на том факте, что этап эксплуатации и использования, как правило, составляет 20–25 лет до капитального ремонта и значительно превосходит этапы проектирования и строительства.



Гораздо корректнее на мой взгляд иное представление о трансформации цифрового двойника объекта на каждом этапе:



В настоящий момент наиболее распространенной практикой является табличное представление информации на каждом этапе и ручной или полуавтоматический режим конвертации данных при переходе к следующему этапу производства работ, что сопряжено с большой трудоемкостью, рисками ошибок и временными задержками в условиях постоянных изменений:



Из данных представлений совершенно очевидным образом следует 2 утверждения.

1. С целью обеспечения эффективной работы с информацией и цифровым двойником на всем жизненном цикле объекта требования к структуре информации и этапам наполнения должны быть

сформированы до начала работ на этапе формирования технического задания.

2. Ни один программный продукт не может удовлетворить потребностей по работе с информацией на всём жизненном цикле объекта и поэтому структура информации должна быть максимально адаптирована к использованию произвольного программного обеспечения.

3. Вопросы Среды общих данных, структуры, правил и параметров должны быть решены и согласованы до начала проектирования.

Наша отраслевая задача – создать антропогенную среду обитания в цифровом формате для того, чтобы эффективно работать с предоставленной там информацией о реальных объектах и территориях, и за счет этого **повышать экономическую отдачу и безопасность их применения**. Но для того, чтобы научиться работать с новыми технологическими инструментами, нам нужно пройти через ряд изменений. Такие изменения называются **цифровой трансформацией**.

Информация является самостоятельным продуктом, значение которого сложно переоценить. К информации как к самостоятельному объекту применяются привычные в отрасли этапы: формирование требований, планирование поставки, производство и приемка информации.

Для создания правил и алгоритмов работы со средой общих данных за основу берутся наработанные практики командной работы с BIM-моделями, которые обогащаются другими разделами по тем же принципам командного согласования.

Стоит отметить, что для дальнейшей работы с информацией и фундаментального анализа её закономерностей больше подходят навыки высшей математики, теоретической кибернетики и теории множеств нежели традиционные навыки календарно-сетевое планирования.

В качестве примера рассмотрим Закон Винера – Шеннона – Эшби, который постулирует, что управляющая система должна постоянно превосходить управляемую по мощности

и по сложности. Превосходить управляемых по мощности (наличию ресурсов и инструментов) надо, чтобы иметь возможность управлять, а по сложности (образованности, знаниям)– чтобы иметь возможность осознать объект управления и, соответственно, управлять осмысленно. Из чего следует что стандартный линейный документно-ориентированный подход мало подходит под описание, а тем более управление, сложным многомерным многообразием множеств и данных. Или, как минимум, должен представлять из себя скоординированную совокупность функций и правил, исчерпывающе описывающих и регламентирующих взаимодействия, что на практике представляет из себя множество приложений с основному ТЗ, уточняющих и исчерпывающе описывающих каждый элемент модели объекта, вплоть до структуры маркировки каждого элемента на этапе эксплуатации.

Уверен, что через открытый диалог и совместная работа основных производителей программных продуктов жизненного цикла, экспериментальная апробация и последующее распространение шаблонов и правил, подтвердивших свою эффективность, позволят нам в кратчайшие сроки разработать и утвердить де-факто структуру среды общих данных. А это необходимое условие и уверенный шаг в сторону строительной революции 4.0 в масштабах не только отдельного объекта, но и цифровых городов.

### **Литература**

1. Рогачев Игорь. BIM это плохо. Часть I. История государственного BIM в России X[электронный ресурс]//текстовый вариант <https://ancb.ru/publication/read/17031>, видеоряд [https://youtu.be/4knW6W-wUxw?si=do35z\\_wlXh-3SgVE/](https://youtu.be/4knW6W-wUxw?si=do35z_wlXh-3SgVE/)
2. Дмитрий Смирнов, Алексей Зотов. Популярный информационный менеджмент в строительстве. Часть I. Основные принципы и концепции.
3. Группа стандартов ИСО-19650 Information management using BIM.
4. Бельный Илья. Стандарты Заказчика для нормализации данных и автоматического использования информационных моделей как основы для цифрового двойника // материалы XI ежегодной масштабной конференции BIM на практике 2023.

УДК 69.658

Юрий Паргегович Петросян,  
студент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
E-mail: petros19981@gmail.com

Yuri Pargevovich Petrosyan,  
student  
(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
E-mail: petros19981@gmail.com

## **ЭВОЛЮЦИЯ «УМНЫХ ДОМОВ»: ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ «УМНЫЙ ДОМ» В РОССИИ**

### **THE EVOLUTION OF SMART HOMES: TRENDS IN SMART HOME TECHNOLOGY DEVELOPMENT IN RUSSIA**

В этой статье мы рассмотрим, как развивается концепция «умного дома» в России, а также действующие и перспективные стандарты в этой области. Автор изучает перспективы использования «умного дома» и даёт определение этой концепции.

Описывается, что система «умный дом» объединяет здание в единый комплекс, который позволяет управлять множеством систем жизнеобеспечения и безопасности. В статье также обсуждаются факторы, которые ограничивают совершенствование рынка систем «умных домов» в России, и предлагаются варианты урегулирования этих проблем в ближайшем будущем.

*Ключевые слова:* умный дом, информационные технологии, Интернет вещей, инновационное строительство.

This article analyzes the trends in smart home technology development in Russia. It provides an overview of existing and planned standards for this technology. The author explores the prospects for the application of this technology. The article presents an overview of smart home technology and its constituent components, along with a definition of the smart home system. It emphasizes that the primary value of a smart home is its ability to integrate a building into a unified managed complex of various life support and security systems. Factors inhibiting the development of the smart home systems market in Russia are discussed, as well as possible solutions to this issue in the near future.

*Keywords:* smart home, information technology, Internet of things, innovative construction.

В наше время технологии развиваются очень быстро и затрагивают все сферы нашей жизни, внося в них значительные изменения. В последние годы одной из наиболее заметных и важных тенденций стало появление «умного дома» – интеллектуальных систем, которые могут автоматизировать и оптимизировать домашнее пространство.

Концепция «умного дома» больше не является чем-то из области фантастики и стала реальностью для многих семей по всему миру. С помощью современных интеллектуальных устройств и систем управления можно контролировать освещение, отопление, кондиционирование воздуха, безопасность и многое другое, даже находясь за пределами дома.

В России интерес к «умным домам» также набирает популярность, особенно после пандемии, когда среди россиян вырос спрос на комфортное жильё. По мере того, как технологии становятся доступнее и интегрируются в повседневную жизнь, «умные дома» становятся не только символом прогресса, но и неотъемлемой частью современного образа жизни.

«Умный дом» – это концепция жилого пространства, в котором различные устройства и системы объединены между собой и управляются с применением современных технологий. Цель такого подхода – обеспечить обитателям дома комфорт, безопасность, эффективное использование энергии и удобство.

Концепция «умного дома» предполагает объединение всех электронных устройств и систем в одну сеть, которой удобно управлять как внутри помещения, так и на расстоянии с помощью мобильного телефона, планшета или компьютера.

Главные преимущества «умного дома».

1. Оптимальное взаимодействие между пользователями и предприятиями электросетевого комплекса, которое улучшает процесс контроля потребления энергии.

2. Интеграция с другими устройствами и системами, например камеры видеонаблюдения или системы управления освещением.

3. Удаленный доступ к настройкам и информации, позволяющий пользователям управлять своим домом дистанционно из любой точки мира.

4. Эффективное использование энергии и её сбережение; технология «умный дом» позволяет значительно сократить расходы на электроэнергию и уменьшить негативное воздействие на окружающую среду.

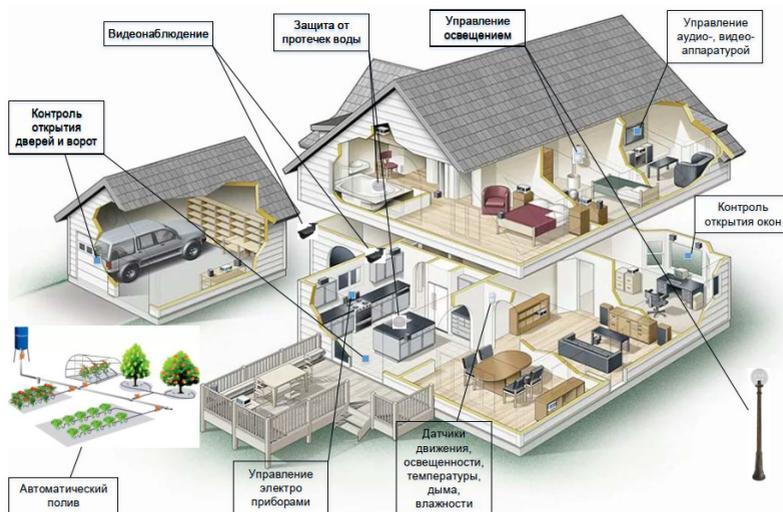


Рис. 1. Возможности «умного дома»

«Умный дом» делает жизнь более комфортной, безопасной и удобной, а также повышает её интерактивность.

В «умном доме» можно оплачивать услуги удалённо. Отклонения от нормы отслеживаются и обрабатываются в режиме реального времени с помощью телефонных, мобильных и удалённых сетей. Показания счётчиков воды, электричества и газа в режиме реального времени обеспечивают более удобное обслуживание и высокое качество услуг.

Первые идеи умных домов в России появились ещё во времена существования СССР. В тот период инновационные концепции, связанные с автоматизацией и управлением домашними процессами, заинтересовали инженеров и дизайнеров.



В России, несмотря на непростую экономическую и политическую ситуацию, также проводились работы по созданию автоматизированных систем, направленных на повышение качества жизни. Хотя эти разработки не получили широкого распространения, они способствовали накоплению знаний и опыта, которые в дальнейшем были использованы при создании современных систем «умного дома».

В начале 2000-х годов в России стартовал новый виток развития технологий «умного дома». Тогда на рынке появились первые коммерческие предложения, которые стали доступны широкому кругу пользователей.

На российском рынке возникли системы, которые опирались на международные стандарты, такие как KNX. Это гарантировало высокую степень сочетаемости и манёвренность при разработке «умных домов».



Рис. 3. KNX – международный стандарт автоматизации зданий

Эти системы предоставляли основные возможности автоматизации, такие как контроль освещения, температуры и обеспечение безопасности. Они были направлены прежде всего на то, чтобы сделать жильё более комфортным и энергоэффективным.

Внедрение международных стандартов, наподобие KNX, оказало большое влияние на развитие умных домов в России.

KNX – это открытый стандарт для автоматизации зданий и жилых пространств, обеспечивающий совместимость различных устройств и систем. Благодаря этому стандарту можно создавать масштабируемые и гибкие решения, объединяя различные функции управления, такие как освещение, отопление, вентиляция, безопасность и мультимедиа.

В России также широко применяются другие стандарты, такие как Z-Wave и Zigbee. Они также способствовали развитию рынка «умных домов». Благодаря этим стандартам пользователи могут выбирать устройства от разных производителей, при этом сохраняя единую и эффективную систему управления домом.

29 января 2024 года в России были приняты два первых стандарта, связанных с концепцией «умного дома». Эти стандарты описаны в документах ГОСТ Р 71 199–2023 «Системы киберфизические. Умный дом. Термины и определения» и ГОСТ Р 71 199–2023 «Системы киберфизические. Умный дом. Общие положения».

В разработке этих стандартов принимали участие Минцифры, Минпромторг и Минстрой, а их внедрение планируется начать с 1 сентября 2024 года.

Согласно исследованиям Минстроя, 80 % управляющих компаний внедряют технологии «умного дома». Введение стандартов должно положительно повлиять на системный подход в этой сфере.

В период с 2024 по 2030 годы в рамках программы стандартизации в сфере «умных домов», зданий и сооружений планируется разработка новых национальных стандартов и обновление устаревших норм. Всего будет разработано и обновлено 77 документов. Данная программа была создана в рамках проекта «Умный многоквартирный дом» и получила одобрение в Росстандарте,

а также в ряде министерств, таких как Министерство промышленности и торговли, Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций, Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации и в АНО «Умный МКД».

По данным отчёта НТЦ Главного радиочастотного центра (НТЦ ГРЧЦ), к 2025 году объём продаж устройств «умного дома» в России может увеличиться вдвое – с 1,2 млрд долларов до 2,7 млрд долларов.

Этот прогноз основан на данных аналитиков Statista и PwC, которые использовались для исследования рынка технологий в этом сегменте за прошедший год.

Отчасти пандемия коронавируса спровоцировала рост продаж устройств для «умного дома» в России. В связи с ней люди стали больше времени проводить в своих жилищах, что повысило их интерес к созданию более удобной среды.

Среди самых крупных поставщиков подобных решений и устройств в России такие бренды как Aqara, Xiaomi, а также компании «Яндекс» и «Сбер». Aqara в данный момент опережает конкурентов во всех категориях устройств, а «Яндекс» занимает наибольшую долю рынка в сегменте голосовых колонок.

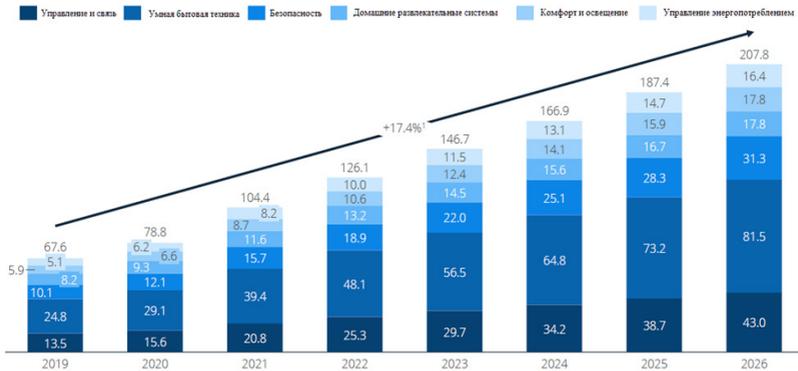


Рис. 4. Объем рынка «умных домов» в России на 1919–2026 г.

На современном рынке «умных домов» в России можно наблюдать ряд тенденций, которые отражают как глобальные, так и местные особенности. Главными векторами развития являются:

- Объединение с мобильными устройствами. Системы «умного дома» все чаще управляются со смартфонов и планшетов. С помощью мобильных приложений пользователи могут отслеживать освещение, температуру, безопасность и другие функции дома из любого места.

- Голосовое управление. Использование голосовых помощников, таких как Amazon Alexa, Google Assistant и Яндекс Алиса, упрощает взаимодействие с «умным домом» и превращает его в более понятный и доступный.

- Интеллектуальная безопасность. Важной составляющей «умного дома» являются системы безопасности, такие как видеонаблюдение, сенсоры движения и сенсоры доступа. Они обеспечивают пользователям высокий уровень безопасности и комфорта.

- Рациональное использование энергии. Востребованы технологии, которые позволяют сократить потребление энергии, например системы интеллектуального освещения и термостаты. Они не только уменьшают суммы в счетах за коммунальные услуги, но и способствуют защите окружающей среды.

- Объединение с интернетом вещей. Развитие концепции интернета вещей приводит к созданию всё большего количества устройств, которые можно включить в систему «умного дома». Это могут быть как бытовые устройства, так и системы ухода за растениями.

Технологии «умного дома» в России активно развиваются, но есть ряд проблем, которые мешают их распространению. Одна из основных – высокая стоимость оборудования и систем «умного дома». Из-за этого они недоступны большинству потребителей, особенно в условиях экономической нестабильности, когда средний уровень доходов ограничивает возможности приобретения дорогостоящих технологий.

Кроме того, системы «умного дома» сложны в установке и настройке, поэтому требуется привлекать квалифицированных специалистов. Это тоже увеличивает стоимость проекта. Нехватка

квалифицированных инсталляторов и интеграторов на рынке также ограничивает доступность «умных домов» для потребителей.

Ещё один важный аспект – это безопасность и конфиденциальность данных. Чем больше устройств подключено к системе и чем больше она интегрирована с интернетом вещей, тем выше риск кибератак и утечек личной информации. Пользователи беспокоятся о сохранности своих личных данных, поэтому производители и разработчики систем «умного дома» должны уделять особое внимание кибербезопасности.

Несмотря на существующие трудности, прогнозы развития «умных домов» в России весьма оптимистичны. Предполагается, что экономическая обстановка улучшится, доходы населения увеличатся, и интерес к технологиям «умного дома» возрастет. По мере того, как комплектующие будут дешеветь, а технологии – совершенствоваться, «умные дома» станут более доступными для широкой аудитории.

Одним из основных факторов, способствующих развитию рынка «умных домов», является активное внедрение и развитие интернета вещей. Это позволяет создавать более интегрированные и функциональные системы, которые могут автоматически управляться и предоставлять пользователю широкий спектр возможностей для контроля и управления жильём.

В дальнейшем «умные дома» будут наделяться всё большим количеством функций, связанных с экологией и устойчивым развитием. Это затрагивает не только оптимизацию энергопотребления, но и интеграцию с возобновляемыми источниками энергии, что сделает «умные дома» ещё более привлекательными для тех, кто заботится об окружающей среде.

### **Вывод**

В России технологии «умного дома» активно развиваются и внедряются. С каждым годом они становятся всё более доступными, а их возможности расширяются. «Умные дома» больше не воспринимаются как нечто фантастическое или привилегия богатых людей – теперь это обыденность для жителей России, которые хотят сделать своё жильё более комфортным, безопасным и эффективным.

В будущем «умные дома» в России станут ещё более технологичными и взаимосвязанными. С прогрессом в области интернета вещей, искусственного интеллекта и машинного обучения они смогут предоставить ещё более продвинутые возможности автоматизации и персонализации. Это не только повысит уровень жизни, но и сделает её более стабильной и экологически оправданной.

Итак, концепция «умного дома» в России переходит из разряда популярных тенденций в категорию значимых элементов будущего, преобразуя уже сегодня наше восприятие комфорта и удобства в быту.

### Литература

1. Min Li a, Wenbin Gub, Wei Chenc, Yeshen Hed, Yannian Wud, Yiyong Zhange Smart Home, Architecture, Technologies and Systems // 8th International Congress of Information and Communication Technology (ICICT-2018) Procedia Computer Science 13. – 2018.
2. Василенко И. А. «Умный город» как социально-политический проект: возможности и риски смарт-технологий в городском ребрендинге // Власть. – 2019. – № 3.
3. Гололобов В. Н. «Умный дом» своими руками. // Гололобов В. Н. – М.: НТ Пресс. – 2007.
4. Кардапольцев К. В., Султанова Л. Ф. О нормативном регулировании внедрения автоматизированных систем управления зданием «Умный дом» в сфере ЖКХ // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». – 2018. – Т. 12, № 4. – С. 35–40.
5. Китаев А. Е., Миронова И. И. Потребительские предпочтения на российском рынке умных домов: эмпирическое исследование // Вестник Санкт-Петербургского университета. Менеджмент. – 2019. – № 18 (2). – С. 204–234.
6. Самодолов, А. П. Особенности развития «умных домов» в России / А. П. Самодолов, О. А. Самодолова, Е. В. Николаенко // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». – 2021. – Т. 21, № 2. – С. 78–84.
7. Сопер М.Э. Практические советы и решения по созданию «Умного дома» // Сопер М. Э. – М.: НТ Пресс. – 2007. – С. 432.
8. Хавин Д. В., Горбунов С. В., Беккер П. Р. Целесообразность реализации автоматизированной системы управления «Умный дом» в Нижнем Новгороде // Вестник Евразийской науки. – 2020. – № 3.
9. Шаев Ю. М., Самойлова Е. О. Технология «умного дома» и тенденция трансформаций жизненного пространства // Философские проблемы информационных технологий и киберпространства. – 2020. – № 1. – С. 45–53.

**УДК 69**

*Дмитрий Алексеевич Поляков,*  
студент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: polyakov.d.bm@mail.ru*

*Dmitrii Alexeyevich Polyakov,*  
student  
(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: polyakov.d.bm@mail.ru*

## **МНОГОПУСТОТНАЯ МОНОЛИТНАЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННАЯ ПЛИТА ПЕРЕКРЫТИЯ: ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА**

### **MULTI-CAVITY MONOLITHIC REINFORCED CONCRETE FLOOR SLAB: DESIGN AND CONSTRUCTION FEATURES**

В данной статье рассматривается новая для Российского рынка технология устройства монолитных железобетонных перекрытий с несъемными пустотообразователями, а также приведен ее сравнительный анализ с классической технологией сплошных монолитных плит перекрытия для обоснования экономической эффективности применения рассматриваемой в рамках исследования технологии. Также в данной статье приведены сведения о нюансах проектирования и строительства в рамках данной технологии. Рассмотрены преимущества и недостатки многопустотных и сплошных плит перекрытия. Сделаны выводы о целесообразности применения данной технологии с учетом результатов сравнительного анализа.

*Ключевые слова:* расчет, современные технологии, монолитное строительство, сравнительный анализ, технологические решения.

This article discusses a new technology for the Russian market for the construction of monolithic reinforced concrete floors with non-removable voids, as well as its comparative analysis with the classical technology of solid monolithic floor slabs to substantiate the economic efficiency of the technology considered in the framework of the study. This article also provides information about the nuances of design and construction within the framework of this technology. The advantages and disadvantages of hollow and solid floor slabs are considered. Conclusions are drawn about the expediency of using this technology, taking into account the results of a comparative analysis.

*Keywords:* calculation, modern technologies, monolithic construction, comparative analysis, technological solutions

### **Введение**

Как и любой другой строительный материал, железобетон имеет свои недостатки. Одним из них, зачастую основным, является высокий собственный вес готовых конструкций. Данный параметр в первую очередь вынуждает проектировщиков и конструкторов прибегать к усилению всех несущих элементов каркаса здания. Это, в свою очередь влечет за собой высокий расход бетона и, как следствие, дополнительные затраты финансовых ресурсов.

В рамках строительного производства давно применяются различные технологии, направленные на минимизацию влияния данного фактора. Одной из таких технологий является устройство монолитных железобетонных плит перекрытия с несъемными пустотообразователями. Данная технология будет рассмотрена в рамках данного исследования.

### **Актуальность**

В исследовании рассмотрены результаты расчета и сравнительный анализ технологий устройства монолитных железобетонных плит перекрытий различного типа. Эти сведения позволят стимулировать скорость внедрения эффективных практик в поле строительного производства с целью уменьшить потери экономических ресурсов и улучшения качества строительства в целом. В конечном итоге это позволит сделать жилые, коммерческие и производственные площади доступнее на фоне высоких объемов строительства при многократно опережающем инфляцию увеличении цен на недвижимость в России за последние годы [1,2].

### **Сравнение многопустотных и сплошных плит перекрытия**

Многопустотные плиты перекрытия были внедрены в рамках строительного производства ещё в советское время. Повышенная легкость таких конструкций позволяла избавиться от многих недостатков классической технологии устройства сплошных монолитных перекрытий. В отличие от сплошных плит данная технология является более экономичным решением, её преимущества будут более подробно рассмотрены в данной работе в рамках сравнительного анализа. Однако многопустотные плиты имеют один существенный недостаток, который нельзя оставить без внимания.

Согласно действующим нормам в области строительства [3], такие панели перекрытий относятся к 3-й категории по трещиностойкости, что вызывает необходимость их применения в общем случае над помещениями, имеющими отопление и вентиляцию. При этом сами плиты должны быть дополнены качественной гидроизоляцией.

Это вызвано тем, что через трещины, образование которых допускается при эксплуатации может попадать влага, постепенно понижающая эксплуатационные свойства плиты. Как следствие этот фактор нивелирует все преимущества многопустотных плит перед сплошными, поэтому важно в первую очередь обратить внимание на правила проектирования и строительства, чтобы не допустить влияния этого фактора.

### Проектирование

На схеме, представленной на Рис. 1, можно увидеть основные геометрические параметры железобетонной плиты перекрытия с несъемными пустообразователями.

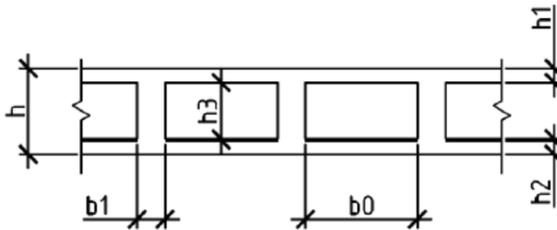


Рис. 1. Схема геометрических размеров поперечного сечения плиты перекрытия с несъемными пустообразователями

Чтобы определить высоты полок  $h_1$  и  $h_2$  необходимо глубже погрузиться в конструктив плиты перекрытия. В первую очередь, любая плита перекрытия имеет арматурный каркас и защитный слой бетона. Эти две составляющие определяются в зависимости от условий работы будущей плиты в рамках рабочего проекта. Сложив двойную толщину защитного слоя с двойным диаметром арматуры, можно получить искомые параметры.

Толщину поперечных ребер  $b_1$  можно определить исходя из типа размещения пустотообразователей, который обусловлен их собственными конструктивными особенностями. Иными словами, этот параметр будет зависеть лишь от варианта применяемой технологии, различной от производителя к производителю.

Высоту  $h_3$ , согласно одной из методик расчета, следует принимать от 250 мм до 500 мм, при условии использования бетона класса В25 [4]. Дополнительные рекомендации по конструктиву монолитных плит перекрытия с несъемными пустотообразователями можно найти в [5, 6, 7].

По форме пустотообразователей, а, как следствие и по форме ребер конструктив будет зависеть от применяемой технологии. Так, например, зарубежная технология *Bubble Deck* подразумевает использование сферических пустотообразователей. *Cobiax* предлагает несколько разновидностей пустотообразователей различной формы, в зависимости от типа плит и условий работы конструкции. Российская компания СибФорма производит пустотообразователи прямоугольной формы.

Следует помнить, что во избежание попадания влаги в тело плит перекрытия, следует предусмотреть в рамках проекта устройство качественной гидроизоляции, а при определении эксплуатационных условий обратить внимание на назначение помещений, над которыми планируется их возведение.

### **Строительство**

Монолитное железобетонное перекрытие с несъемными пустотообразователями изготавливается в общем случае путем последовательного двухслойного бетонирования [8]. Первым этапом является укладка бетонной смеси на высоту до нижней поверхности пустотообразователя, вне зависимости от его типа и формы. Это необходимо для наилучшей фиксации пустотообразователей в теле будущего перекрытия. Второй этап укладки смеси необходимо начинать только после набора уложенной бетонной смеси достаточного уровня схватывания. Это зависит от погодных условий, температуры и влажности воздуха, но может быть отрегулировано путем применения специальных добавок, ускоряющих

схватывание или при помощи прогрева бетонной смеси, но так, чтобы температура смеси не превышала 45 °С.

Достаточный уровень схватывания определяется по уровню погружения штыка диаметром 1,6 см в бетонную смесь. Уровень погружения не должен превышать 1 см. По времени схватывания, в среднем этот процесс занимает от 2 до 3 часов. Затем проводят второй этап укладки бетона до верхнего уровня изготавливаемого перекрытия.

Бетонная основа должна иметь подвижность П4 или П5, в зависимости от густоты армирования конструкции, предполагаемых погодных условий в месте строительства и прочих факторов, которые должны быть предусмотрены рабочим проектом. Арматура применяется горячекатанная и должна быть изготовлена из термомеханически упрочненной арматурной стали.

#### **Анализ расчетной модели многопустотной плиты перекрытия в сравнении со сплошной плитой.**

В рамках сравнения мы обратимся к данным, представленным в расчетной модели, за тем, чтобы выделить конкретные показатели снижения веса многопустотных перекрытий (см. таблицу).

**Расчетные характеристики плит перекрытия [9]**

Пролет, м	Высота перекрытия, м	Высота верхней и нижней полок, м	Высота пустот, м	Ширина пустот, м	Ширина ребер, м	Снижение момента инерции, %	Снижение собственного веса, %
6	0,24	0,06	0,12	0,5	0,2	0,08	0,269
7	0,30	0,06	0,17	0,5	0,2	0,17	0,322
8	0,35	0,06	0,3	0,5	0,2	0,21	0,343
9	0,40	0,065	0,32	0,5	0,2	0,23	0,365
10	0,45	0,065	0,35	0,5	0,2	0,24	0,275

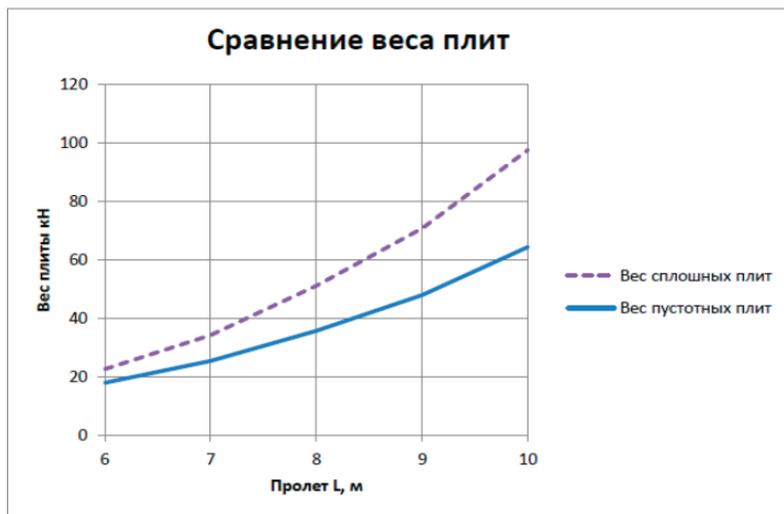


Рис. 2. Сравнение веса монолитной плиты с несъемными пустообразователями и сплошной плиты перекрытия [9]

Результаты расчетов показывают, что вес плиты в среднем снижается на 35 %. В заключение следует добавить, что снижение собственного веса конструкции вследствие применения технологии устройства монолитных железобетонных плит перекрытия с несъемными пустообразователями влечет за собой ряд других позитивных улучшений.

Снижение сметной стоимости строительства за счет повышения материалоемкости, снижения расходов на автотранспорт, доставляющий бетонную смесь на строительную площадку.

Увеличение сейсмостойкости здания, что позволит строительным организациям расширить поле своей деятельности в районах с повышенной сейсмической активностью.

Изъятие из конструктивной схемы здания лишних балок и капителей увеличивает объемы используемого пространства, что позволяет создавать более свободные и уникальные планировки помещений.

Пониженная нагрузка на фундамент позволяет поднять его подошву и тем самым уменьшить объем земляных работ, оптимизировать расходы, связанные с устройством системы водопонижения, дренажа.

Также снижение сметной стоимости строительства за счет снижения потребности бетонной смеси позволит уменьшить расходы на производство работ в зимнее время, так как общий объем прогреваемого бетона будет существенно снижен.

### Литература

1. Дьячкова О. Н., Тилинин Ю. И. Рациональное применение домостроительных технологий // Жилищное строительство. 2020. № 1–2. С. 11–15.
2. Юдина А. Ф., Дьячкова О. Н. Анализ вариантов проектностроительных решений жилых многоэтажных зданий (на примере Санкт-Петербурга) // Вестник гражданских инженеров. 2010. № 2 (23). С. 115–122.
3. СП 52-103-2007. Свод Правил по проектированию и строительству. Железобетонные монолитные конструкции зданий. М. 2007 – 22 с. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200052457/>
4. СП 52-103-2007. Свод Правил по проектированию и строительству. Железобетонные монолитные конструкции зданий. М. 2007 – 22 с. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200052457/>
5. Степанова Д. С. Расчет многопустотной панели перекрытия : методические указания / Улан-Удэ : ВСГТУ, 2005. 31 с.
6. Мисухин В. А. Расчет и конструирование железобетонной пустотной панели сборного перекрытия : учебное пособие / Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2007. 70 с.
7. Климов С. В., Юрина Т. В., Бугаев С. Л. Проектирование и расчет железобетонных многопустотных плит перекрытий : учеб. – метод. пособие / Пермь : Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2008. 79 с.
8. СТО 35546020.001-2016. Несъемная опалубка (пустотообразователи и соединительные муфты) Сибформа®. Общие сведения о технологии, номенклатура изделий. Новосибирск. 2017 – 27 с. URL: <https://sibforma.ru/skachat-fajly-dlya-proektirovaniya-pustotoobrazovately/>
9. Староста Н. А. Обоснование применения облегченных монолитных железобетонных перекрытий // Молодой ученый. 2019. № 6 (244). С. 22–28.

УДК 69

*Дмитрий Алексеевич Поляков,*  
студент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: polyakov.d.bm@mail.ru*

*Dmitrii Alexeyevich Polyakov,*  
student  
(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: polyakov.d.bm@mail.ru*

## **ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ ИХ РЕШЕНИЯ В РАМКАХ МОНОЛИТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

### **TASKS AND WAYS TO SOLVE THEM IN THE FRAMEWORK OF MONOLITHIC CONSTRUCTION OF BUILDINGS AND STRUCTURES**

С учетом кратного увеличения объемов монолитного строительства в современной России за последние годы, необходимо рассматривать этот вид строительства, в первую очередь, обращая внимание на его проблемы. Недостаточное внимание застройщиков на основные проблемы монолитного строительства приводят к крупным экономическим, качественным и временным потерям. Решение этих проблем позволило бы застройщикам, инвесторам и потребителям сэкономить значительные средства, которые могли бы участвовать в развитии строительной отрасли, ускоряя рост объемов строительного производства.

В ходе исследования были проанализированы основные проблемы монолитного строительства и разработаны наиболее рациональные методы их решения. Также сделаны выводы и даны дополнительные рекомендации по улучшению монолитного строительства.

*Ключевые слова:* проблема, современные технологии, монолитное строительство, технологические решения, рекомендации.

Taking into account the multiple increase in the volume of monolithic construction in modern Russia in recent years, it is necessary to consider this type of construction, first of all, paying attention to its problems. Insufficient attention of developers to the main problems of monolithic construction leads to large economic, qualitative and temporary losses. Solving these problems would allow developers, investors and consumers to save significant funds that could participate in the development of the construction industry, accelerating the growth of construction production.

During the research, the main problems of monolithic construction were analyzed and the most rational methods of solving them were developed. Conclusions

are also drawn and additional recommendations are given to improve monolithic construction.

*Keywords:* problem, modern technologies, monolithic construction, technological solutions, recommendations.

### **Введение**

Современное строительство в наши дни представляет собой сложно устроенную систему, в которой каждый отдельно взятый элемент должен отвечать самым высоким требованиям, в первую очередь, в экономическом отношении.

С целью снизить затраты ресурсов на строительное производство, компании застройщики зачастую инвестируют в развитие исследований в области технологий строительства ради их усовершенствования и последующего внедрения.

За последние 15 лет монолитное строительство, как самый выгодный, с точки зрения затрат экономических ресурсов вид строительства, получило новый импульс развития. В особенности это можно проследить на примере развивающегося рынка систем опалубки.

В этой части уже был получен обширный практический опыт успешного возведения зданий и сооружений из монолитного железобетона различного назначения.

Несмотря на это, исследования в части технологий устройства различных групп строительных конструкций необходимы и по сей день, поскольку опыт зарубежных коллег показывает, что потенциал снижения затрат на строительство всё ещё не исчерпан.

### **Актуальность**

Особую актуальность в 2024 году в России данное исследование приобретает на фоне быстрорастущих цен на недвижимость в крупных городах при высоких темпах строительства [1]. Строительство зданий и сооружений из монолитного железобетона также набирает высокие темпы в последние годы [2].

### **Теоретическая значимость**

В исследовании рассмотрена основная проблематика строительства зданий и сооружений из монолитного железобетона

и методы решения данных проблем. Эти сведения позволят стимулировать скорость внедрения эффективных практик в поле строительного производства с целью уменьшить потери экономических ресурсов и улучшения качества строительства в целом.

### **Практическая значимость**

В рамках исследования разработаны методы устранения выявленных в ходе анализа проблем монолитного строительства недостатков, что, при грамотной реализации на практике, позволит в конечном итоге удешевить жилье, коммерческие и производственные площади и стимулировать рост объемов строительного производства.

### **Результаты экспериментальных исследований**

По результатам исследования положительных и отрицательных аспектов монолитного строительства, были обозначены проблемы, требующие нахождения рационального решения, применимого в рамках современного строительного производства.

Большая часть застройщиков на данный момент не имеет достаточного количества квалифицированных кадров. Это приводит к дополнительным, зачастую крупным издержкам, увеличивающим общие сроки строительства, поскольку выполнение строительных работ с привлечением низкоквалифицированного труда не позволяет достигнуть удобоваримого с точки зрения качества результата.

Строительное производство сопряжено с высокой степенью трудоемкости, поэтому все процессы необходимо механизировать и за неимением этих ресурсов в своих активах, застройщики вынуждены обращаться к сторонним организациям и тратить огромные средства на аренду тех или иных строительных машин. Зачастую именно этот фактор является наиболее затратным [3].

За счет специфики бетона, как материала требующего определенного комплекса мероприятий по уходу при низких температурах, а также за счет потребности во времени для затвердевания, на его характеристики не в последнюю очередь оказывает влияние погода.

Выше обозначенные проблемы оказывают широкое влияние не только на общие сроки строительства, но и на конечную стоимость объектов, что приводит к значительному росту цен и в конечном итоге к снижению темпов роста строительства в целом.

С целью устранения этих проблем предлагается ряд решений, направленных на совершенствование технологии возведения зданий и сооружений из монолитного железобетона. Эти решения актуальны для вопроса о совершенствовании технологии возведения железобетонных плит перекрытий, поскольку представленная проблематика является общей для монолитного строительства в целом.

Несмотря на крупные издержки, связанные с дополнительным обучением и содержанием квалифицированных специалистов, а также их привлечением на время строительства, повышение квалификации строительных кадров в конечном итоге позволит избежать ещё больших затрат на исправление тех ошибок, которые допускаются в ходе строительного производства при использовании низкоквалифицированных рабочих.

Эту проблему предлагается решить путем внедрения в систему менеджмента качества строительной организации соответствующих мероприятий по повышению квалификации. Такими мероприятиями может выступать проведение дополнительных инструктажей, лекций, семинаров, конференций, а так же заблаговременная отправка рабочих на обучение необходимым навыкам с привлечением сторонних организаций. Это требует определенных издержек, но практика показывает, что риски срыва сроков строительства с учетом привлечения достаточно квалифицированного персоналакратно ниже уровня этих же рисков при использовании массового низкооплачиваемого труда низкоквалифицированных рабочих.

Нивелировать проблему, связанную с неблагоприятными погодными условиями можно за счет качественного выполнения работниками требований нормативно-технической документации в ходе строительного производства, а также за счет непрерывного контроля над ходом бетонных работ при помощи устройств

видеонаблюдения с привлечением специалистов в области контроля качества[4]. Для снижения сроков выполнения работ по бетонированию, в условиях переменной погоды, необходимо применять специальные добавки, ускоряющие процесс затвердевания бетонной смеси.

Проблему недостаточного количества единиц строительной техники для крупных строительных компаний можно решить путем лизинга строительной техники. Зачастую арендная плата за использование сторонних машин на длинной дистанции превышает затраты на лизинг и данное решение в конечном итоге должно снизить общие издержки, связанные с этим фактором [5].

### **Выводы**

В ходе работы были исследованы и проанализированы основные проблемы строительства зданий из монолитного железобетона и приведены методы их решения.

Таким образом, можно сделать вывод, что за счет внедрения мероприятий по повышению квалификации рабочих, использования специальных добавок при проведении бетонных работ, ускоряющих затвердевание бетонной смеси, грамотного подхода к контролю над проведением работ при помощи видеонаблюдения, лизинга строительной техники можно значительно снизить затраты на строительное производство и добиться лучшего конечного результата с сохранением сроков и качества строительства в целом.

Также следует добавить, что застройщикам необходимо внедрять в поле своей деятельности технологии и практики, направленные на достижение наиболее качественного уровня строительного производства.

В первую очередь следует всецело содействовать в разработке и выделять финансирование в рамках развития качественного уровня нормативно-технической документации в области строительства, поскольку при росте объемов производства с каждым годом мы наблюдаем снижение общего качества строительства на фоне растущих цен на жилые, производственные

и коммерческие площади. Это происходит не в последнюю очередь из-за несовершенства нормативно-технических документов, которые применяются в области строительного производства [6].

### Литература

1. Дьячкова О. Н., Тилинин Ю. И. Рациональное применение домостроительных технологий // Жилищное строительство. 2020. № 1–2. С. 11–15.
2. Юдина А. Ф., Дьячкова О. Н. Анализ вариантов проектностроительных решений жилых многоэтажных зданий (на примере Санкт-Петербурга) // Вестник гражданских инженеров. 2010. № 2 (23). С. 115–122.
3. Мельников Л. М., Бабаян К. Ю. Организация комплексной механизации транспортных процессов в строительстве // Инженерный вестник Дона. 2015. Т. 36. № 2–2. С. 14.
4. СП 48.13330.2011. Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004. Введ. 2011-05-20. М. : Минрегион России. 2010 – 23 с.
5. Акимова В. П. Монолитное строительство – достоинства и проблемы // Евразийский союз ученых. 2015. № 7–2 (16). С. 29–31.
6. Снижение качества строительства вследствие несовершенства нормативно-правовой базы. URL: <https://journal-cm.ru/index.php/ru/zhurnaly/2023/vse-stat-i-za-2023/snizhenie-kachestva-stroitelstva-vsledstvie-nesovershenstva-normativnoj-bazy/>

УДК 69.057.53

*Сергей Александрович Сивцев,*  
студент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: sivtsevsergey@mail.ru*

*Sergey Alexandrovich Sivtsev,*  
student  
(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: sivtsevsergey@mail.ru*

## **ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА МОНОЛИТНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОНТАЖНЫХ СТОЛОВ НА ПРИМЕРЕ КОМПАНИЙ DOKA, PERI**

### **TECHNOLOGY FOR INSTALLING MONOLITHIC FLOORS USING ASSEMBLY TABLES USING THE EXAMPLE OF COMPANIES: DOKA, PERI**

В данной статье рассматривается технология устройства монолитных перекрытия с использованием монтажных столов на примере компаний: Doka, Peri.

Рассмотрены примеры реализации проектов с использованием этой технологии. Использование монтажных столов представляют собой инновационное решение при производстве работ по устройству монолитных перекрытий, монолитных зданий, позволяющее ускорить процесс, повысить качество и безопасность работ. В статье приводятся рекомендации по выбору и использованию монтажных столов, а также обсуждаются перспективы развития данной технологии в строительной отрасли.

*Ключевые слова:* технологии, возведение, монолитные здания, перекрытия, опалубка, бетон.

This article discusses the technology of monolithic floor slabs using mounting tables using the example of companies: Doka, Peri.

Examples of project implementation using this technology are considered. The use of mounting tables is an innovative solution for the construction of monolithic floors, monolithic buildings, which allows you to speed up the process, improve the quality and safety of work. The article provides recommendations on the selection and use of mounting tables, as well as discusses the prospects for the development of this technology in the construction industry.

*Keywords:* technology, construction, monolithic buildings, floors, formwork, concrete.

В современном строительстве одним из методов, используемых для устройства монолитных перекрытий, является использование монтажных столов. Монолитные перекрытия стали одним из основных и эффективных способов создания прочных и долговечных конструкций.

Монтажный стол представляет собой конструкцию, которая используется для установки и фиксации арматурных каркасов и других металлических элементов при возведении монолитных зданий и сооружений. Он представляет собой жесткую раму,

При возведении монолитных зданий и сооружений для армирования плит перекрытий, монтажа арматурных каркасов и других металлических элементов используется такая конструкция как монтажный стол. Он представляет собой жесткую раму, изготовленную из стальных профилей, на которой размещаются различные приспособления и механизмы для выполнения монтажных работ.

Одно из важнейших составляющих монтажного стола это гидравлическая система, которая благодаря электродвигателям позволяет поднимать и опускать каркасы, а также перемещать их по поверхности стола. Гидравлическая система состоит из насоса, цилиндров, шлангов и распределительной арматуры. Насос приводится в действие электродвигателем и обеспечивает создание давления в гидравлической системе. Цилиндры расположены на раме стола и служат для перемещения арматурных каркасов. Шланги соединяют насос с цилиндрами, а распределительная арматура позволяет управлять движением арматурных каркасов.

Кроме гидравлической системы, монтажный стол может быть оснащен различными приспособлениями для фиксации арматурных каркасов, такими как зажимы, фиксаторы, упоры и т. д. Зажимы используются для закрепления арматурных стержней на столе, а фиксаторы – для их фиксации в нужном положении. Упоры служат для ограничения перемещения арматурных стержней в определенном направлении.

Одним из наиболее известных производителей монтажных столов является компания *DoKa*, выпускающая систему *Dokamatic*.

Эта система представляет из себя стол, позволяющий в краткие сроки смонтировать опалубку монолитного перекрытия и даёт возможность подгнать под необходимую проектную высоту (рис. 1).



Рис. 1. Система Dokamatic

Благодаря системе Dokamatic есть возможность сократить материальные расходы на персонал при монтаже, а так же сэкономить используемое крановое время, что позволяет более эффективно использовать текущие ресурсы. С помощью тележки DoKart plus перемещение щита опалубки по горизонтали выполняется всего одним человеком. Система позволяет сократить время опалубливания даже при использовании щитов разных размеров модульной сетки, таких как:

- 2,50×4,00 м;
- 2,50×5,00 м;
- 2,00×4,00 м;
- 2,00×5,00 м.

Высота перекрытий со стойками для перекрытий варьируется до 5,80 м и до 7,30 м с рамами стола Dokamatic. При необходимости, если это требует проектное решение могут использоваться система опорных лесов DoKa (рис. 2).



Рис. 2. Монтажный стол системы Dokamatic

К преимуществам использования монтажных столов системы Dokamatic относятся:

1. Быстрая перестановка

Перемещение полностью смонтированных конструкций одним блоком с помощью тележки DoKart plus.

Более высокая скорость и безопасность по сравнению с установкой опалубки ручной сборки (особенно при увеличении высоты помещений). Надежность и универсальность.

Использование встраиваемых подмостей стола позволяют обойтись без защитных подмостей.

2. Подгонка опалубки в трех измерениях.

Быстрая подгонка к любому размеру щита опалубки благодаря выдвигным балкам и системному соединительному устройству на ригеле стола.

Возможность соединения непосредственно с рамой стола или с опорными лесами Дока для перекрытий большой высоты. Быстрая подгонка под меняющиеся требования по статике и геометрии благодаря легко перемещаемой качающейся головке.

Укладка настила из стандартных опалубочных плит 3-S plus. Возможность выбора нужного типа палубы для любых архитектурных требований.

3. Высокая устойчивость к нагрузкам несмотря на небольшой собственный вес  $55 \text{ кг/м}^2$  (при толщине перекрытий до 84 см).

Dokamatic уже используется по всему миру, включая строительство новых зданий, реконструкцию старых объектов и создание инфраструктурных проектов. Она позволила сократить сроки строительства, сэкономить на материалах и повысить качество работ. За счет модульности и простоты сборки система позволяет возводить объекты в короткие сроки с минимальными затратами.

Например, система была использована при строительстве нового стадиона в Лондоне, который был открыт в 2012 году.

Также система активно используется в России, где она помогла реализовать ряд крупных проектов, включая строительство нового аэропорта в Москве и реконструкцию стадиона «Лужники».

Еще одним примером является строительство торгового центра в городе Шэньчжэнь, Китай. Этот торговый центр состоит из трех зданий, и все они также были построены с использованием Dokamatic. Время строительства этого объекта составило всего 15 месяцев, что на 30 % быстрее, чем строительство аналогичного объекта с использованием традиционных методов (рис. 3).

Еще одним известным производителем монтажных столов является компания Regi. Продукция этой компании отличается высоким уровнем надежности и долговечности. Монтажные столы Regi обладают прочной конструкцией, способной выдерживать значительные нагрузки. Благодаря этому, столы Regi идеально подходят для использования в различных отраслях строительства, где требуется проведение монтажных работ.

Особенностью монтажных столов Regi является то, что они оснащены специальными системами, позволяющими быстро и точно

установить строительные элементы в нужном положении. Это значительно упрощает процесс монтажа и сокращает время, затрачиваемое на установку.



Рис. 3. Пример использования стола Dokamatic

Одним из преимуществ монтажных столов от компании Peri является их универсальность. Они могут быть использованы для работы с различными видами строительных материалов, такими как дерево, металл, пластик и другие. Благодаря своей прочности и надежности, монтажные столы Peri способны обеспечить высокое качество работы и долговечность готовых конструкций.

Перед нами стоит выбор какую опалубку выбрать. Для этого надо ответить на вопросы: Количество одинаковых помещений? Сколько этажей в здании? Открыт ли фасад для столов?

Компания Peri предлагает множество опалубок например:

Skydeck – опалубка для перекрытий, является панельной, основной материал – алюминий.

Multiflex – так же является опалубкой для перекрытий, но уже балочной.

Uniportal – модульные столы на головках – столы, используемые в устройстве монолитных перекрытий.

Благодаря большей конструктивной высоте, модульные столы, Uniportal на головках Uniportal позволяют зажимать стойку прочнее, что наилучшим образом подходит для больших столов и высоких потолков.

СтолЫ UNIPORTAL удобны при транспортировке и складировании, т.к стойки опалубки могут складываться.

В столах UNIPORTAL поперечные балки находятся на расстоянии 50 см друг от друга, что обеспечивает наиболее удобную статическую (устойчивую) систему, которая позволяет достичь больших пролетов балок и повышает устойчивость стола.

С помощью головки UNIPORTAL можно монтировать столы для перекрытий, как с параллельным, так и с радиальным расположением балок (трапециевидные столы), размером 7,00×4,65/2,50 м (рис. 4). Головка UNIPORTAL позволяет повернуть стойку в одном направлении.

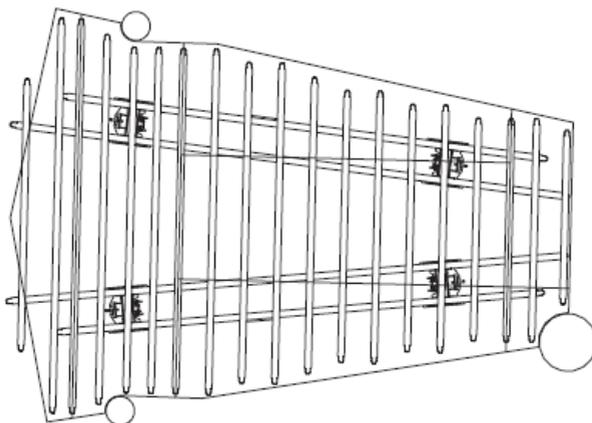


Рис. 4. Трапециевидный стол

Модульные столы компании PERI – это готовые, заранее собранные столы для перекрытий. Они предлагаются в 4-х различных размерах.

С помощью балочной опалубки для перекрытий MULTIFLEX закрываются большие некратные места например:

Забетонировать перекрытия толщиной до 60 см.

При большей высоте требуется монтаж дополнительных элементов жесткости в поперечном и продольном направлениях.

Модульные столы поставляются на стойку в собранном виде, они сразу готовы к эксплуатации.

Технико-экономические показатели современных опалубок Peri и компании DoKa представлены в таблице.

Технико-экономические показатели современных опалубок			
№ п/п	Сравниваемый показатель	Производитель опалубки	
		Dokamatic	Peri
1	Используемый материал	Сталь	Древесина, сталь
2	Вес [кг/м <sup>2</sup> ]	55	50
3	Выдерживаемая нагрузка [кН/м <sup>2</sup> ]	8,75	9,7
4	Время на монтаж [чел-час]	1288	2244,95
5	Затрачиваемое время на демонтаж [чел-час]	562,07	334,6

Таким образом, выбор между опалубками DoKa и Peri зависит от конкретных особенностей строительного проекта. Опалубка DoKa может быть предпочтительна, если важны прочность и быстрая установка, в то время как опалубка Peri может быть предпочтительна, если важны более легкий вес и большая несущая способность.

## Литература

1. Юдина А. Ф. Строительное производство. Основные термины и понятия: учебное пособие / А. Ф. Юдина. – М. : АСВ ; СПб. : СПбГАСУ, 2011. – 324 с.
2. Юдина А. Ф. Строительство жилых и общественных зданий: учебник / А. Ф. Юдина. – Москва : Издательский центр «Академия», 2013. – 364 с.
3. Юдина А. Ф. Технологические процессы в строительстве: учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования / А. Ф. Юдина, В. В. Верстов, Г. М. Бадьин. – Москва: Издательский центр «Академия», 2014. – 304 с. – (Бакалавриат.).
4. Юдина А. Ф. Монолитное домостроение. Возведение зданий и сооружений из монолитного бетона и железобетона: учебное пособие / А. Ф. Юдина, Е. А. Кобелев. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2018. – 168 с.
5. Шмит О. М. Опалубки для монолитного бетона. / Пер. с нем. Л. М. Айнгорн; Под ред. Н. И. Евдокимова. – М. ; Стройиздат, 1987. – 160 с.
6. Анпивалов С. М. Опалубочные системы для монолитного строительства: Учебное издание. – М. : Издательство АСВ, 2005. – 280 с.
7. Peri GmbH. Опалубочные столы для перекрытий PERI: мат-лы. Выпуск 02/2010 – 50 с.

УДК 693.24-183.4

Мамаду Бисси Траоре,

студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)

E-mail: [mamadoubissi@yahoo.fr](mailto:mamadoubissi@yahoo.fr);

[9500019142@mail.ru](mailto:9500019142@mail.ru)

Mamadou Bissi Traore,

student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: [mamadoubissi@yahoo.fr](mailto:mamadoubissi@yahoo.fr);

[9500019142@mail.ru](mailto:9500019142@mail.ru)

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ВКЛАД В СТРОИТЕЛЬСТВО ЗДАНИЙ ИЗ СЫРОЙ ЗЕМЛИ ИЛИ ГЛИНЫ В ТРОПИЧЕСКОМ КЛИМАТЕ МАЛИ**

### **TECHNOLOGICAL CONTRIBUTION TO BUILDING CONSTRUCTION WITH RAW EARTH OR CLAY IN A TROPICAL CLIMATE IN MALI**

Из-за изменения климата профессионалы строительства все больше интересуются добавленной стоимостью строительных материалов, таких как земля или глина, в странах с тропическим климатом. Использование почвы или глины имеет такие преимущества, как простота доступа, возможность вторичной переработки, меньшее количество энергии и химических процессов для ее извлечения и использования. К этим методам строительства относятся: Утрамбованная земля, саман, Кирпич из прессованной земли (ВТС), Початок и « Божь ». Традиционные методы строительства глиняных построек имеют свои преимущества и недостатки. Недостатки этих методов строительства земляных или глиняных зданий можно устранить с помощью инновационных, простых и эффективных технологий.

В этой статье перечислены недостатки различных методов строительства зданий из необработанной земли или глины в условиях тропического климата Мали, а также предложены методы и технологии их улучшения.

*Ключевые слова:* земля, глина, строительство, технология, недостаточность.

With climate change specialists in the construction field are focusing on the valorization of building materials such as earth or clay in countries with tropical climate. Using earth or clay has advantages such as ease of access, possibility of recycling, less energy and chemical processes fort its extraction and use. These construction techniques are rammed earth, adobe, compressed earth block, cob and “bauge”. The usual clay building construction techniques have advantages and disadvantages. The defects of these earth or clay building construction techniques can be improved thanks to innovative, simple, and effective technologies.

In this article, the shortcomings of these different techniques for constructing buildings in raw earth or clay in a tropical climate in Mali are listed and improvement techniques or technologies are proposed.

*Keywords:* earth, clay, construction, technology, insufficiency.

В Мали тропический климат. Подойдут постройки с землей или глиной в качестве основного материала. Максимальная температура под пологом колеблется от 34 до 37 °С, минимальная от 21 до 23 °С. Максимальная температура года иногда превышает 45 °С, а минимальная температура часто опускается ниже 10 °С на севере [3].

Архитектура из сырой глины, в отличие от терракоты, не требует какой-либо индустриализации: на самом деле здание состоит из материала у основания стены. Его термические качества позволили использовать его в скандинавских странах вплоть до экватора. На протяжении 10 000 лет сырая земля сопровождала человека в его среде обитания [2]. По данным Минке [3], в 2009 году около 30 % населения мира проживало в земляных постройках.



Рис. 1. Распространение земляной архитектуры по всему миру.

*Источник:* L.Fontaine et Al, 2009

Многие из этих технологий строительства исторических домов и зданий из сырой земли или глины известны в Мали.

Наиболее часто используемые техники: Утрамбованная земля, саман, Кирпич из прессованной земли (ВТС), Початок и « Божь ».

### Утрамбованная земля

Утрамбованная земля – это старинный метод приготовления смеси сырой глины с песком, гравием и, возможно, цементом. Смесь укладывают и уплотняют в металлическую или деревянную опалубку. Распалубка происходит сразу после уплотнения. Высота каждого слоя должна составлять примерно 10 см, а ширина может достигать 50 см [4].

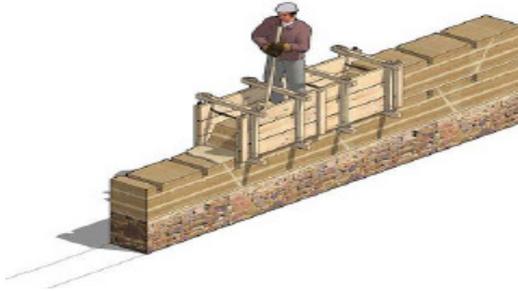


Рис. 2. Стена, построенная из утрамбованной земли в опалубке

Утрамбованная земля – единственный метод, позволяющий использовать землю, содержащую камни и гравий. Отложения ледникового происхождения, присутствующие, в частности, в окрестностях Альп, представляют собой прекрасную землю, подходящую для утрамбованной земли (это настоящие готовые к употреблению глиняные бетоны). Грунты меньшего размера также можно уплотнять в деревянных или металлических формах, при условии, что они не содержат чрезмерного количества глины, так как это может привести к растрескиванию в процессе высыхания [5].

У этого метода есть преимущества и недостатки, которые обобщены в следующей таблице (табл. 1).

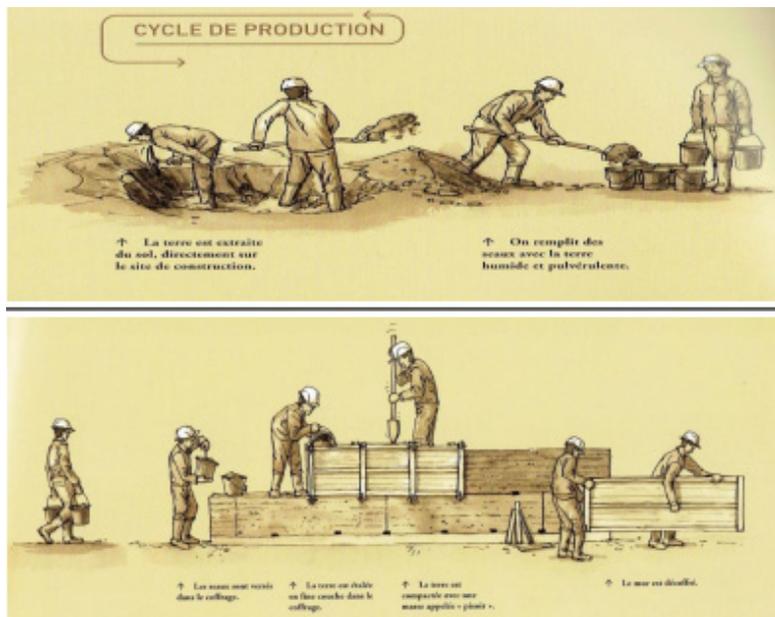


Рис. 3. Строительный цикл «Утрамбованная земляная стена».

Источник: Н. Houben et Al, 2009

Таблица 1

### Преимущества и недостатки утрамбованной земли

Преимущества	Недостатки
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Прочная, самонесущая стена;</li> <li>2. Очень хорошая тепло- и звуко-изоляция;</li> <li>3. Регулятор влажности: способность пропускать водяной пар;</li> <li>4. Продолжительность жизни: наследие вековых зданий очень актуально;</li> <li>5. Легкое восстановление, но требующее ноу-хау</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ежегодные ремонтные работы;</li> <li>2. Очень чувствителен к дождю, влажности и механизму замораживания-оттаивания;</li> <li>3. Практическое обучение, необходимое для самостоятельного строителя;</li> <li>4. Плохая изоляция подоконников ;</li> </ol>

### Решения по устранению недостатков

Ежегодное техническое обслуживание происходит из-за воздействия воды на структуру утрамбованных земляных стен. Действительно, капиллярный подъем и другие факторы (уклон грунта, водонепроницаемые стены) создают влажность в структуре стен. Постоянное присутствие влаги губительно для глинобитных стен.

Фундамент должен быть построен так, чтобы уменьшить капиллярное поднятие. Материалы, которые рекомендуются для фундамента, – галька, твердые и не очень пористые камни, терракотовый кирпич в кладке.

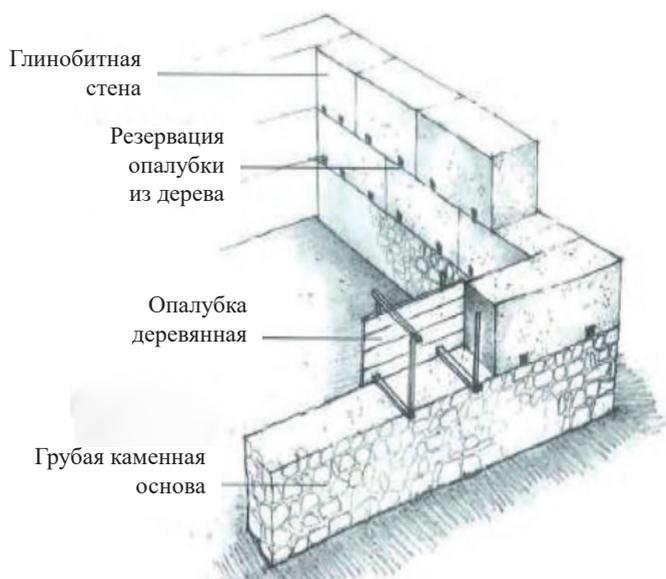


Рис. 4. Рекомендуемый фундамент для утрамбованной земли

Управление влажностью очень важно для обеспечения правильного функционирования и долговечности земляных конструкций из утрамбованного грунта. Есть ошибки, которых следует избегать при проектировании, строительстве и ремонте земляных домов.

Решения по устранению недостатков

<p>Ошибки проектирования, которых следует избегать</p>		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обратная засыпка под фундамент и отсутствие дренажа.</li> <li>2. Водонепроницаемое покрытие внутри помещения.</li> <li>3. Водонепроницаемый внешний пол и уклон в неправильном направлении.</li> <li>4. Водонепроницаемое наружное покрытие.</li> <li>5. Водонепроницаемая внутренняя облицовка.</li> <li>6. Рост плесени в доме.</li> <li>7. Гниль древесины.</li> <li>8. Конденсат в изоляции.</li> <li>9. Износ фасадного покрытия</li> </ol> <p>  Капиллярный подъем   Блокировка водообмена         </p>
<p>Рекомендуемая конструкция утрамбованной земляной стены</p>		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Естественный уровень земли сохраняется.</li> <li>2. Дышащее изоляционное решение.</li> <li>3. Расширение свеса крыши.</li> <li>4. Дренаж у подножия стены.</li> <li>5. Межкомнатный пол с дышащим покрытием.</li> <li>6. Водопроницаемое внутреннее покрытие.</li> <li>7. Хорошее управление повышением влажности.</li> <li>8. Здоровый деревянный каркас.</li> <li>9. Здоровая и стабильная глинобитная стена</li> </ol> <p>  Капиллярный подъем   Водообмен         </p>

Препятствовать капиллярному подъему и испарению через стенки нецелесообразно. Следует избегать: Бетонной плиты внутри дома, гидроизоляции стен, гидроизоляции грунта вокруг дома, водонепроницаемого наружного покрытия, засыпки фундамента без дренажной системы.

Поэтому необходимо сохранить естественный уровень земли, дышащие материалы для утепления, дренажную систему у подножия стены, водонепроницаемое покрытие, расширение свеса крыши.

Для усиления изоляции проемов в утрамбованном земляном валу предлагается следующий прием:

Чтобы уменьшить проникновение воды, можно принять несколько вариантов поддержки проемов, создав наружный уклон не менее 5 % для проемов площадью менее одного квадратного метра и 10 % для проемов большего размера. Выступайте наружу не менее чем на 60 мм и добавьте снизу продольную кромку для отвода дождевой воды [5].

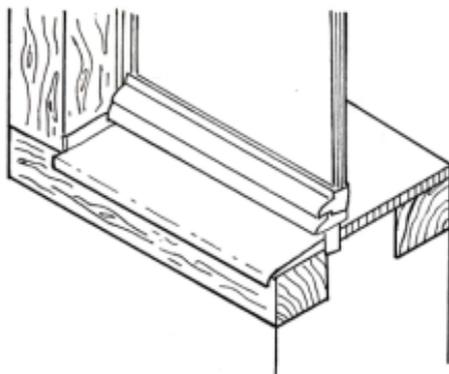


Рис. 5. Деревянная опора с цинковой защитой.

*Источник: M. Boussalh et Al.2004*

Не рекомендуется штукатурить саманные дома. Однако, если это необходимо сделать, следует отдать предпочтение проницаемым материалам.

### **Саман**

Саман – это древняя технология строительства домов из сырцового кирпича. Это смесь сырой земли (глины), воды и соломы. Смесь помещают в форму для изготовления кирпичей.

Использование самана при строительстве жилых или исторических зданий занимает важное место в Мали и других странах с тропическим климатом. Размер сырцового кирпича может варьироваться от 15×25×10 см до 30×60×10 см. Адобе строительство широко распространено во всем мире, от Китая до стран Ближнего Востока, Африки, Латинской Америки, Франции и Соединенных Штатов Америки [6].



Рис. 6. Деревянная форма для изготовления самана



Рис. 7. Саман

В Мали есть мечеть Дженне, которая является крупнейшим глинобитным зданием в мире. Город Дженне имеет особую архитектурную систему, и именно в этом смысле он был классифицирован как объект всемирного наследия ЮНЕСКО с 1988 года [7].



Рис. 8. Саманная мечеть Джене в Мали

Таблица 3

**Преимущества и недостатки самана**

Преимущества	Недостатки
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подходит для внутренних стен.</li> <li>2. Недорогая конструкция.</li> <li>3. Энергетическая экономика.</li> <li>4. Регулирование влажности воздуха</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Высокий труд.</li> <li>2. Потребность в ремонтных работах</li> </ol>

Ежегодное техническое обслуживание вызвано дождем. Эрозия стенок стены может нанести ущерб правильному функционированию и устойчивости конструкций из самана.

Основной источник эрозии земляных стен связан с кинетической энергией дождевых капель. Основными факторами, влияющими на амплитуду кинетической энергии биений земляных валов, являются следующие: интенсивность дождей, угол падения дождей, свес кровли, неровности стены [6].

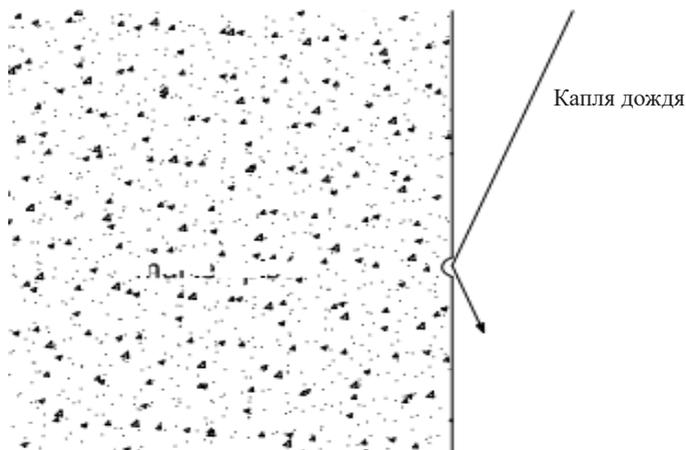


Рис. 9. Эрозия на стене

Многие научные исследования состава материалов для изготовления более прочной глиняной штукатурки или глины дали хорошие результаты. Добавками являются рисовая шелуха, солома, песок, цемент и/или растительные волокна.

Согласно исследованию, проведенному О. Абасом и соавторами [7], из смеси глины, песка, соломы и цемента получается кирпич, обладающий хорошей устойчивостью к сжатию и механическими характеристиками, близкими к терракотовому кирпичу:

Использование соболя плавников или более грубое в производстве брикетов увеличивает сопротивление сжатию. Максимальное сопротивление сжатию глины, соболя и пайля составляет 1,85 МПа.

Эти добавки (песок, солома, цемент) можно добавлять в глину для улучшения ее механических характеристик и укрепления стен, которые обычно являются несущими.

Строительство зданий из самана чаще всего производится на неподходящем фундаменте.

При вертикальном движении земляного полотна стенах появляются трещины. Для устойчивости целого необходимы основания из твердого камня или терракотового кирпича.

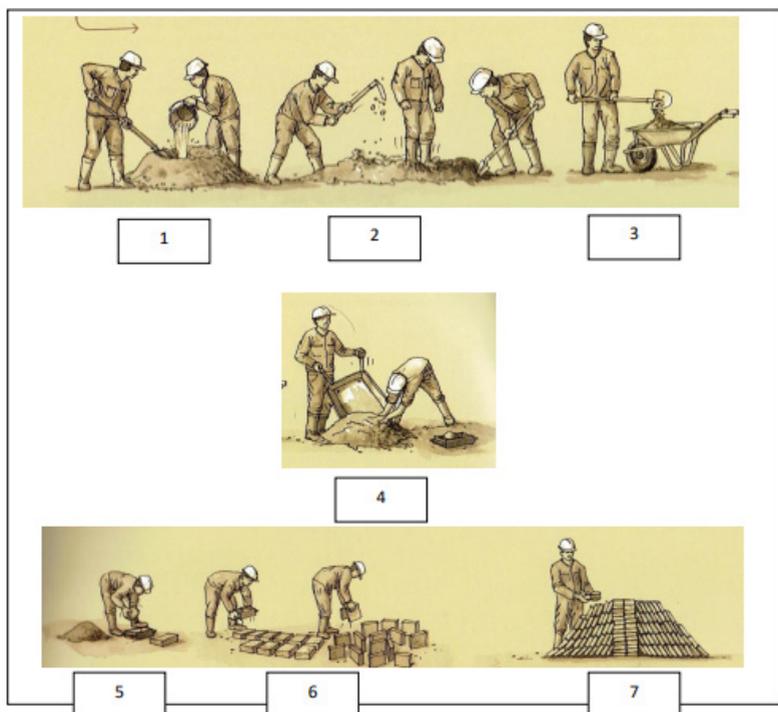


Рис. 10. Этапы производства самана (P. Doat et al, 2009):  
1 – земля соединяется с водой; 2 – смесь замешивают ногами или простыми инструментами (такими как лопата) до тех пор, пока она не достигнет консистенции мягкого теста (пластичного состояния); иногда смесь оставляют на несколько дней, чтобы обеспечить идеальную однородность;  
3 – смесь помещают в тачку и транспортируют на участок формования;  
4 – кладут прямо на землю внутри прямоугольной деревянной формы;  
5 – форма заполнена, кирпич извлечен из формы; 6 – кирпичи оставляют сохнуть на несколько дней; как только их можно будет брать, не деформируя, их переворачивают на ребро для равномерного высыхания с обеих сторон; 7 – после полного высыхания саман хранят



Рис. 11. Саманная стена на каменном основании

### **Кирпич из прессованной земли (ВТС)**

Кирпич из прессованной земли представляет собой земляной бетон, состоящий из гравия, песка, мелких элементов (ил и глина) и воды. Смесь помещают в пресс для прессования вручную или с помощью моторизованного пресса с механической, гидравлической или пневматической трансмиссией.



Рис. 12. Механический пресс для производства «ВТС»

Производство блоков из прессованной земли можно сравнить с производством терракотовых блоков, полученных путем уплотнения, за исключением этапа обжига. Организация производства будет зависеть от того, осуществляется ли оно в рамках мелких кустарных производств (или кирпичных заводов) или в рамках

полупромышленных или промышленных производств. Площади производства, сушки и хранения также различаются в зависимости от принятых методов производства и условий производства, обусловленных климатическими, социальными, техническими и экономическими условиями [8].

Кирпич из прессованной земли имеет преимущества и недостатки

Таблица 4

**Преимущества и недостатки «ВТС»**

Преимущества	Недостатки
1. Простота реализации. 2. Хорошая тепло- и звукоизоляция. 3. Экологический. 4. Хорошее сопротивление	1. Много времени на производство. 2. Хрупкий от шока. 3. Уничтожение с замораживанием

Механизированные производственные процессы существуют и значительно сокращают время производства. Задача состоит в том, чтобы добывать ВТС с низкой себестоимостью, оставаясь при этом в рамках экостроительства. Поэтому важно предложить решения по улучшению ВТС за счет снижения их хрупкости.

Проведены научные исследования по улучшению механических свойств «ВТС». Добавки в глину вносятся для увеличения прочности на сжатие и растяжение. Использование гуммиарабика, например, в качестве добавки дает хорошие результаты.

Смесь готовят, пропуская через сито 5 мм для глины, 2 мм для гуммиарабика (от 10 до 15 % массы смеси) и от 0,16 мм до 2,5 мм для песка. Воду для затворения добавляют после смешивания твердых компонентов. Оптимальное содержание воды колеблется от 12 % до 20 %. Икс. Таким образом, стабилизация гуммиарабиком позволяет повысить прочность полученного материала на сжатие и даже достичь рекомендуемого уровня. Содержание гуммиарабика от 10 до 15 % увеличивает прочность на сжатие в 4,5 раза. Они достигают значений прочности на сжатие того же порядка, что и полученные

с терракотовым кирпичом (от 2,8 до 3,3 МПа) или бетонными блоками (от 3,3 до 3,7 МПа). Результаты имеют тот же порядок величины, что и минимальная прочность на сжатие БТД, предложенная некоторыми странами, которая составляет порядка 2 МПа [9].



Рис. 13. Смесь глины с гуммиарабиком и песком

### Початок

Початок – это несущий наполнитель. Это натуральный бетон, используемый для стен и перегородок в деревянных каркасных конструкциях, а также для изготовления потолков. После высыхания он устойчив, но весьма чувствителен к влажности [10].

Техника изготовления початка проста: сначала смешиваем глину с водой до жидкого состояния, в эту жидкую смесь добавляем солому или коноплю и известь для ускорения затвердевания. Всю эту смесь аккуратно укладываем на деревянную сетку.

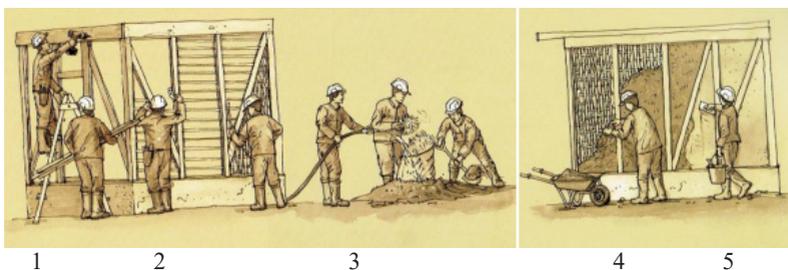


Рис. 14. Цикл производства початков. *Источник:* R.Anger et Al, 2009:  
1 – сборка деревянной конструкции; 2 – установка реек; 3 – смесь земли, соломы и воды; 4 – распределяем смесь по рейкам; 5 – нанесение покрытия на высохшую смесь

Укладку Початока можно производить вручную или с помощью мастера, постепенно добавляя элементы наполнителя. Каждый элемент добавляется снизу вверх, от концов к центру, чтобы обеспечить идеальное сцепление початка со шпалерой и шиповкой.

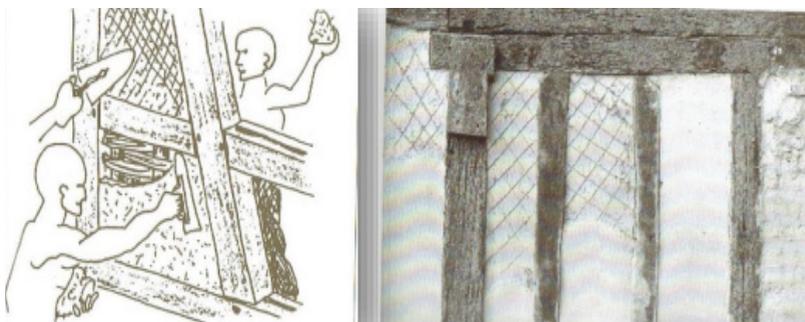


Рис. 15. Заполнение фахверка. *Источник: В. Pignal, 2005*

Таблица 5

#### Преимущества и недостатки Початока

Преимущества	Недостатки
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сильнее, чем одна только сырая земля.</li> <li>2. Быстрое высыхание.</li> <li>3. Финансово более экономичен, чем другие виды сырой земли</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Может потребовать больше усилий, которые пропорциональны размеру проекта.</li> <li>2. Строительные стандарты еще не установлены</li> </ol>

Початок требует большого труда из-за своей сложности (деревянные конструкции и глиняная смесь). Сегодня эти сроки строительства глинобитных домов можно сократить благодаря современному оборудованию. Общий принцип торкрет-бетона можно адаптировать к саману. Фактически этот принцип заключается в: транспортировке смеси цемента и наполнителей по трубе и проецировании ее на опору с помощью сжатого воздуха.

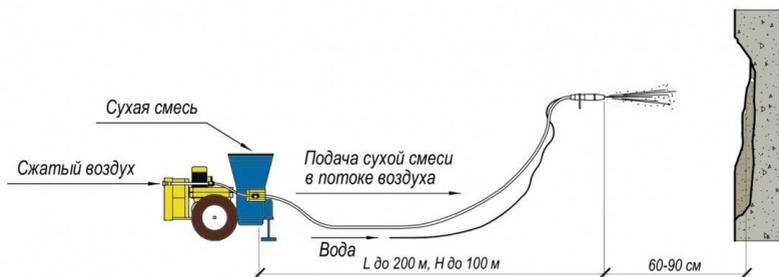


Рис. 16. Техника нанесения бетона

### «Божь»

«Божь» – это строительная техника, используемая для сборки монолитных конструкций в сырой земле. Земля, обычно взятая со строительной площадки, смешивается с водой до пластического состояния, а затем складывается в блоки, образуя конструкции. Вертикальные поверхности этих конструкций подрезаются после непродолжительного высыхания, до полного затвердевания земли. Саман может представлять собой несущие стены нескольких этажей [11].

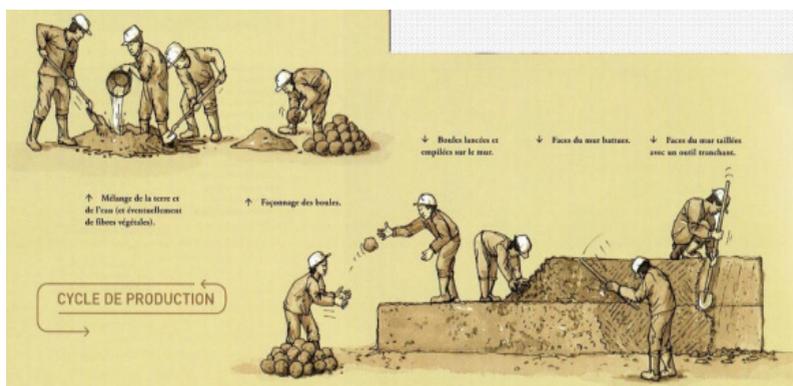


Рис. 17. Производственный цикл и формирование глинобитной стены (Божь). Источник: Н. Nouben et Al, 2009.

Среди всех методов строительства из сырой земли, «божь» требует меньше материала. Это старая техника, сегодня менее известная и менее ценимая. Початок имеет свои преимущества и недостатки.

Таблица 6

**Преимущества и недостатки Божы**

Преимущества	Недостатки
1. Пластиковые материалы. 2. Без опалубки. 3. Поверхности, приклеенные к покрытию	1. Высокий труд. 2. Потребность в ремонтных работах. 3. Чувствителен к морозу

Недостатки глинобитной стены «**Божь**» аналогичны недостаткам утрамбованной земляной стены. Оба метода приводят к монолитным стенам.

Глыбовые стены можно защитить от эрозии, приняв определенные конструктивные меры. Патологии, возникающие из-за воды (влажность, дождь, стоки воды, поднимающиеся капилляры), поддаются лечению.



Рис. 18. Деревянная тяга способствует устойчивости конструкции. *Источник: В. Pignal, 2005*

Для борьбы с влажностью необходимо восстановить водный баланс путем осушения грунта у основания стен и проведения по возможности работ по восстановлению стен.

Для борьбы со стоками необходимо восстановить гидроизоляцию кровли или верхнего уровня стены, заполнить полости смесью соломы и известкового раствора, нанести обмазку на основе извести.

Структурную нестабильность также можно исправить с помощью цепей или деревянных стяжек или путем заполнения проемов.

### **Выводы**

Использование сырой земли или глины в качестве основных строительных материалов имеет свои преимущества и недостатки. Решения, предложенные в этой статье, устраняют многие из этих недостатков. Эти технологические решения могут быть дополнительно изучены посредством других научных исследований с целью обеспечения долговечности зданий, построенных из сырой земли или глины.

### **Литература**

1. DIARRE B. Les changements climatiques au Mali et impacts. P. 15.
2. Solène D. L'ARCHITECTURE DE TERRE CRUE EN MOUVEMENT EN FRANCE ET AU MALI, REGARDS CROISES. P. 6.
3. Minke G. Building with earth: Design and Technology of a Sustainable Architecture, 2009.
4. El Nabouche R., Bui Q., Perrotin P., Plé O., Plassiard P. Modélisation numérique de structures en pisé : analyses et recommandations.
5. SIDIN., NASRI M. CONSTRUCTION TRADITIONNELLE EN TERRE : RÉCONCILIATION DU CADRE BÂTI ANCIEN AU MODE DE VIE MODERNE EN ADOPTANT UNE STRATÉGIE DE SAUVEGARDE À TRAVERS LA RÉHABILITATION DU KSAR DE KHANGUET, 2023.
6. BUI Q., Stabilisé des structures en pisé : durabilité, caractéristique mécanique, 2008.
7. Abbas O. INVESTIGATION OF COMPRESSIVE STRENGTH OF STRAW REINFORCED UNFIRED CLAY BRICKS FOR SUSTAINABLE BUILDING CONSTRUCTION, 2021.
8. Hachim C. Fiche technique mur en brique de terre crue, 2010.
9. Abakar A. Caractéristiques mécaniques de bloc de terre comprimée (BTC) stabilisée par la gomme arabique.
10. René V. *Bâtir : manuel de la construction*, Lausanne, PPUR Presses polytechniques, 2010.

УДК 693.29

*Мамаду Бисси Траоре,*  
студент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: mamadoubissi@yahoo.fr;*  
*9500019142@mail.ru*

*Mamadou Bissi Traore,*  
student  
(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: mamadoubissi@yahoo.fr;*  
*9500019142@mail.ru*

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕКОНСТРУКЦИИ ИСТОРИЧЕСКИХ ЗДАНИЙ В ТРОПИЧЕСКОМ КЛИМАТЕ МАЛИ, ГОРОД ТИМБУКТУ**

### **TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE RECONSTRUCTION OF HISTORIC BUILDINGS IN THE TROPICAL CLIMATE OF MALI, CITY OF TIMBUKTU**

Исторические здания Мали составляют культурное наследие страны. Некоторые из этих зданий внесены в список культурного наследия ЮНЕСКО. Джене и Тимбукуту – два главных города Мали, в которых находится больше исторических зданий Мали. Эти здания построены с использованием земли или глины в качестве основного строительного материала. Чтобы сохранить архитектурные формы и продвигать местные строительные материалы, эти исторические здания претерпевают изменения. Их часто восстанавливают после разрушения и периодически поддерживают в рабочем состоянии, используя методы восстановления, которые передаются из поколения в поколение.

Цель данной статьи – представить технологические особенности реконструкции исторических зданий в условиях тропического климата Мали и в частности в городе Тимбукуту.

*Ключевые слова:* строительные материалы, глины, сооружения, реконструкция, исторические здания.

Historic buildings in Mali constitute the country's cultural heritage. Some of these buildings are listed as UNESCO cultural heritage. Djene and Timbuktu are the two main cities of Mali which house the most historical buildings in Mali. These buildings are constructed with earth or clay as the main buildings material. In order to preserve architectural forms and promote local construction materials, these historic buildings are undergoing modifications. They are often restored after

destruction and maintained periodically using renovation techniques passed down from generation to generation.

The objective of this article is to present the technological characteristics of construction of historic buildings in the tropical climate of Mali in particular in the city of Timbuktu.

*Keywords:* buildings materials, clay, construction, reconstruction, historic buildings, mosque.

Мали – страна в Западной Африке площадью 1 241 231 км<sup>2</sup> с населением 20 726 000 жителей (ООН 2021). В Мали сухой тропический климат, характеризующийся влажным периодом от 3 до 4 месяцев и сухим периодом от 6 до 9 месяцев. Среднегодовая температура незначительно повышается с юго-запада на северо-восток (от 26 до 29 °С). Мали – развивающаяся страна с очень богатой культурной, коммерческой и архитектурной историей. Архитектура продвигает местные строительные материалы с использованием технологий, передаваемых из поколения в поколение.

Максимальная температура в тени колеблется от 34 до 37 °С, а минимальная от 21 до 23 °С. Максимальная годовая температура иногда превышает 45 °С, а минимальная на севере – часто ниже 10°С. За последние 70 лет (1941–2010 гг.) количество осадков снизилось по всей стране по сравнению с базовым периодом с 1941 по 1970 г., при этом общий дефицит составил от 10 до 28 %. Следует отметить, что изогиета высотой 1200 мм в Мали больше не существует. С конца 1970-х годов температура изменилась на 0,2–0,8 °С, и это повышение продолжается [1].

Исторические здания построены с использованием глины в качестве основного строительного материала. Под воздействием колебаний погоды и деятельности человека они со временем приходят в негодность. Осадки в виде дождя, понижение/повышение температуры, соленость и ветер являются активными разрушающими факторами. Но гораздо более разрушительными являются предрассудки в отношении земли в качестве строительного материала, противоположные интересы научных дисциплин и практиков охраны природы, вандализм [2].

Захваченный повстанческими и террористическими группами в апреле 2012 года Тимбукту пережил полное или частичное разрушение своих культурных ценностей (мавзолеи, рукописи, символические памятники и т. д.), кражи, грабежи и другие акты вандализма, которые привели к перемещению населения за пределы территории город.

После освобождения города в 2013 году под эгидой ЮНЕСКО был инициирован проект реконструкции исторических зданий. В ответ на постконфликтную ситуацию 31 мая 2013 года правительство Мали создало Национальный комитет по восстановлению разрушенного наследия в северных регионах Мали. Позже, 6 августа 2013 г., в рамках Национального управления культурного наследия создан Технический отдел для поддержки реализации Плана действий и других программ, касающихся защиты и сохранения. Таким образом, эти органы укрепляют возможности Национального управления культурного наследия по проведению масштабных работ по реконструкции и восстановлению, запланированные на пятилетний период [3].

Тимбукту – один из тех городов на земном шаре, чье имя имеет богатую историю, как и Рим, Афины, Константинополь и Багдад в других местах. Оставаясь долгое время недоступным, особенно для европейцев, он всегда сохранял звание таинственного города, соперничая сегодня со своим новым прозвищем «Жемчужина Мали». Тимбукту расположен недалеко от Нигера, в самой высокой точке петли, которую эта река, берущая свое начало из Фута-Джалона, образует посреди пустыни, прежде чем закончить свое течение на атлантическом побережье, в Нигерии. Таким образом, благодаря своему географическому положению этот город является самым северным городом Африки по направлению к Сахаре, а также настоящим центром между Северной Африкой и всей Западной Африкой. К концу 15 – началу 16 века он стал духовной столицей, известной своим важным центром исламоведения. Его университет, расположенный между тремя большими мечетями и 180 школами Корана, принял до 25 000 студентов со всего мусульманского мира, чтобы углубить свои знания в области теологии, права, грамматики, истории и астрологии.

Три большие мечети и шестнадцать мавзолеев, внесенные в список объектов всемирного наследия ЮНЕСКО с 1988 года, свидетельствуют не только об этом престижном прошлом, но и о живости этого исключительного наследия, которое, по сути, в полной мере участвует в экономическом развитии и культурном возрождении города [4].



Рис. 1. Карта Мали

### Технологии строительства в городе Тимбукту

Тимбукту в Мали – особенный город благодаря своей архитектуре. Особая архитектура является результатом культурного и духовного смешения Тимбукту и арабо-мусульманских стран, таких как Марокко.

Тимбукту – город, соединяющий белую и черную Африку, и его архитектура больше похожа на марокканский стиль, чем на суданский дом. Первоначально город сырой земли. Он построен в технике самана (или банко), в которой используются высушенные вручную земляные кирпичи, обычно называемые «койра

ферей». Постройки из сырой земли составляют 70 % построек в Медине, основанных на глинобитной технике, отлитых вручную «койра ферей» или с использованием деревянной формы в форме параллелепипеда «Тубабу ферей» [5].

Использование земли (глины) в качестве строительного материала до сих пор занимает значительную часть в мире. В 1980-х годах численность мирового населения, живущего на суше, оценивалась в 30 %, или 1 500 000 000 человек. Самые последние статистические данные Организации Объединенных Наций, касающиеся жилья рабочего класса, сельского и городского жилья, пересматривают эту первую оценку в сторону увеличения. Это подтверждение неоспоримой важности архитектуры, которая долгое время слишком мало учитывалась, считалась устаревшей и оставалась на обочине других традиций, оцененных как более благородные [6].

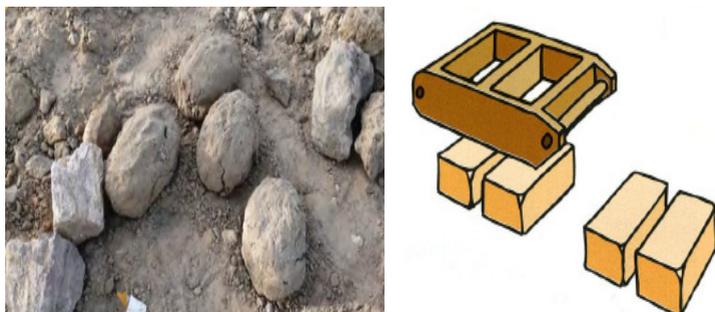


Рис. 2. Саман, «койра ферей» (слева) и «тубабу ферей» (справа)

### Технология строительства в «койра ферей»

«Койра-ферей» – это самые первые блоки, используемые при зарождении строительства из сырой земли в Тимбукту. Они изготавливаются из смеси глинистой почвы и растительных волокон или земли с песком и имеют овальную форму, близкую к форме половинки яйца, вылепленные вручную и высушенные на солнце. Размеры более или менее неправильные: диаметр 10 см и длина 15 см.



Рис. 3. Различные материалы для приготовления «койра ферей»

Фундамент: стены фундамента «койра ферей» построены из блоков, сложенных друг на друга и соединенных земляным раствором. Траншеи глубиной не более 40 см и шириной 1 м смачиваются перед закладкой раствора. Затем возводится фундаментная стена толщиной 80 см у основания.

Стена является продолжением фундамента до высоты 3,40 м на первом этаже. На трапецевидном разрезе мы видим, что стена уменьшается в толщине по мере постройки, а это значит, что на определенной высоте она будет иметь толщину 60 см. Толщина стены продолжит сжиматься при поднятии пола, имея в конце толщину 40 см. Благодаря этому методу стена лучше структурируется и хорошо укрепляется за счет укладки кирпичей, но ее возведение занимает больше времени.

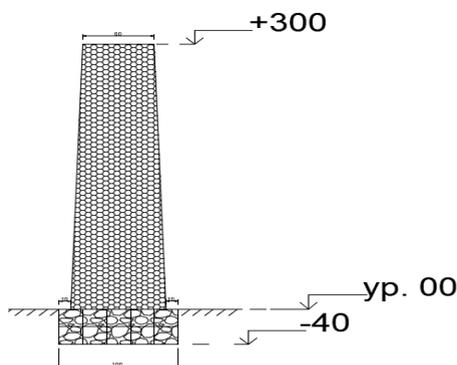


Рис. 4. Разрез стены и фундамента

Крыша размещается непосредственно на несущих стенах в койра-фере, которые передают нагрузки на землю. Она представляет собой конструкцию из пальмового дерева, расположенную на стенах по ширине на расстоянии 50 см, между которыми размещаются деревянные столбы, называемые «гаулетами», на которые кладут растительные циновки и наносится земляной покров толщиной 15 см.



Рис. 5. Древесина ронье для кровли

Также есть два типа покрытия традиционных построек в Койра Ферей, а именно: внутреннее покрытие наносится в два слоя, первый из которых – песчаная земля для выравнивания стенок стены, а второй - финишное покрытие. Закладываются либо песчаным грунтом, либо породой, добытой в виде блоков из карьеров. Наружное покрытие состоит из трех слоев, первые два из которых состоят из глинистой почвы, смешанной с рисовой соломой, а последний состоит из глинистой почвы и рисовой шелухи, выдержанной в резервуаре в течение трех недель для разложения. Наносится вручную с использованием соответствующей техники.

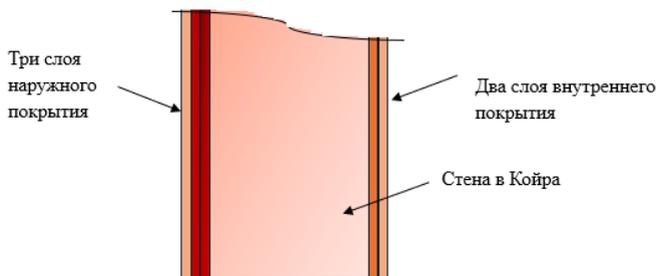


Рис. 6. Разрез стены «койра ферей» с покрытиями

### Технология строительства в «Тубабу Ферей»

«Тубабу Ферей» – это строительная технология, привнесенная в город Тимбукту во время колонизации. Для изготовления самана используется деревянная форма в форме параллелепипеда длиной 40 см, шириной 20 см и толщиной 10 см. Саман – кирпич-сырец из глинистого грунта с добавлением соломы или других волокнистых растительных материалов.

«Тубабу-ферей» проще использовать в строительстве, они быстрее и точнее работают с такими инструментами, как отвес, уровень, мастерок и шпатель.



Рис. 7. Стена, саман, «тубабу ферей»

Кладка фасада укладывается прямо на цоколь со смещением наружу от 10 до 20 см, что позволяет уменьшить толщину стены до 40 см. Блоки укладываются друг на друга, соединяются

земляными швами и выравниваются с помощью каменной веревки, отвеса или даже спиртового уровня. Стены несущие с высотой потолка 3 м. На них опираются балки из пальм и деревянные столбы, на которые укладываются циновки, а затем земляной покров толщиной 15 см.

Перемычка дверей и окон из пальмового дерева или «ИПН» (Двухавровое сечение прогонов). Верхний этаж построен по той же технологии и с той же толщиной стен, что и первый этаж.

Крыша может быть сплошной по местной технологии; из гофрированного листа с металлической или деревянной конструкцией; или в гибридной кровельной системе из листового металла, на которую помещается масса земли с пластиковым покрытием для предотвращения коррозии металла.

Внутреннее покрытие распределяется в два слоя, первый из которых представляет собой песчаную землю для выравнивания стены, а второй, являющийся финишным покрытием, тщательно укладывается либо песчаной землей, либо, возможно, цементом или известью. Наружное покрытие состоит из трех слоев, первые два из которых состоят из глинистой почвы, смешанной с рисовой соломой, а последний состоит из глинистой почвы и рисовой шелухи, выдержанной в резервуаре в течение трех недель для разложения.

### **Технология каменного строительства**

Каменный блок использовался в строительстве с колониальной эпохи до конца 19-го века и в начале 20-го века для строительства колониальной администрации. Этот блок камня добывается из карьеров в форме куба или параллелепипеда в зависимости от архитектурного решения.

Каменные фундаментные стены возложены на земляном растворе в траншее глубиной 40 см. Камни используются необработанные, добытые в карьерах. Они изготовлены из глиняного раствора толщиной 60 см, а высота может варьироваться в зависимости от рельефа местности.

Стены возводятся непосредственно на фундаменте в соответствии с тем же строительным процессом без объединения,

за исключением того, что камни, используемые для покрытия фасадов, будут обрезаны и залиты цементным раствором. Стены несущие толщиной 60 см для поддержки земляной крыши.



Рис. 8. Каменная стена

Каменная кладка может иметь наружное земляное покрытие или покрытие из тесаного камня, покрытое цементным раствором, о чем свидетельствуют несколько зданий в городе. Что касается внутреннего покрытия, то оно может быть песчано-земляным (два слоя) или с первым слоем земли, а второй может быть земляным, а то и цементно-известковым.

Покрытие выполнено из земли и опирается на несущие стены, передающие нагрузки на землю. Он представляет собой конструкцию из пальмового дерева, расположенную на стенах по ширине на расстоянии 50 см и содержащую деревянные столбы «Галетты», на которых размещены растительные циновки, на которые нанесено покрытие из почвы толщиной 15 см.

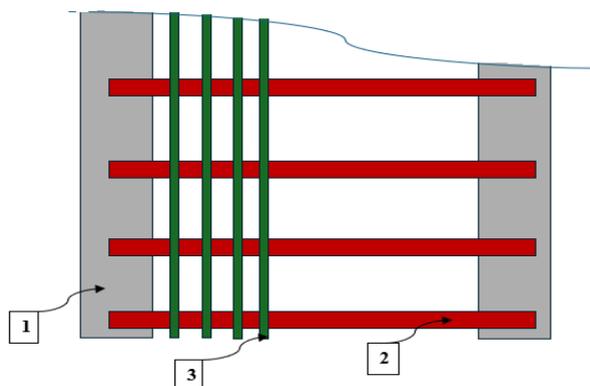


Рис. 9. Технология строительства кровли из камня:  
1 – каменная несущая стена; 2 – ронье дерево; 3 – деревянные столбы

### **Гибридная технология строительства: земля и камень**

Эта техника объединяет землю и камень для формирования стены. Как правило, саман используется для возведения стены, которая затем покрывается тесаным камнем. Стоимость его строительства относительно высока по сравнению с предыдущими методами. Однако этот метод требует меньшего обслуживания при эксплуатации по сравнению с другими.

Фундаментная стена этой строительной системы может быть изготовлена из земляных блоков или покрыта земляным раствором. Толщина стены составляет 60 см, а высота будет зависеть от рельефа участка.

Стена состоит из двух слоев, первый из которых выполнен из блоков сырой земли (саман) толщиной 40 см с глиняными швами. Второй слой выполнен из тесаных камней с швами на цементном растворе.

Земляное покрытие опирается на несущие земляные стены, передающие нагрузки на землю. Он представляет собой конструкцию из пальмового дерева, расположенную на стенах по ширине на расстоянии 50 см и содержащую деревянные столбы, на которых размещены коврики для растений, на которые нанесено почвенное

покрытие толщиной 15 см. Внутреннее покрытие можно выполнить песчаной землей, известью или цементным раствором.



Рис. 10. Гибридная стена (земля и камень)

### **Технология строительства из бетонных блоков и бетона**

Строительство из бетонных блоков все больше и больше растет в городе Тимбукту. Некоторые считают данную технологию инновационной из-за ее устойчивости к непогоде и низкой потребности в обслуживании. Очень заметные в новых жилых районах города и вдоль артерий, где размещаются частные или государственные службы, они также заменяют в историческом центре несколько грязно-земляных семейных домов, перестроенных бедными потомками семьи.

Фундамент возводится из сплошных агломератов толщиной 20 см, уложенных на бетон толщиной 5 см в траншею шириной 40 см и глубиной 40 см. Основания колонн также выполняются из железобетона размером 80 см\*80 см толщиной 20 см. Фундамент может иметь высоту 80 см, увенчанный железобетонным монолитным поясом по всей длине.

Кладка по фасаду выполнена из пустотелых блоков по 15 штук, удерживаемых железобетонными столбами и цепями перемычек. Высота потолка 3,2 м.

Крыша также изготовлена из железобетона и состоит из набора плит и арматуры, поддерживающей железобетонную плиту толщиной 5 см с дозировкой 350 кг/м<sup>3</sup>.



Рис. 11. Бетонные фундаменты



Рис. 12. Крыша перед заливкой бетона

Внутренние и наружные покрытия выполняются раствором, состоящим из цемента и песка. Некоторые стены могут иметь внешнюю облицовку из тесаного камня, который приклеен к стене из бетонных блоков с помощью шва из цементного раствора.

Объединим рассмотренные технологии в аналитические таблицы.

Сравнительный анализ рассмотренных технологий.

Таблица 1

## Строительные материалы и размеры фундамента

№ п/п	Технология	Фундамент		
		Основные материалы	Габаритные размеры	Краткая технология устройства
1	«Койра ферей»	Овальные блоки из глинистой земли и растительных волокон	Ширина – 1М; глубина – 0,40М	Ручное строительство, требует больше времени
2	«Тубабу Ферей»	Блок из глины и соломы в форме параллелепипеда	Ширина – 0,60М глубина – 0,40М	Ручная сборка, простота реализации
3	Каменное строительство	Каменный блок, содержащий известняк	Ширина – 0,60М глубина – 0,40М	Ручная сборка, простота реализации
4	Гибридная технология: земля и камень	Глина, песок, камень	Ширина – 0,60М глубина – 0,40М	Ручное строительство, сложная реализация
5	Технология строительства из бетонных блоков и бетона	Гравий, песок, цемент, Сталь	Ширина – 0,20М глубина – 0,80М	Ручная сборка, простота реализации

Строительными материалами в фундаменте для первых трех технологий («Койра ферей», «Тубабу Ферей», каменное строительство, гибридная технология: земля и камень) являются: земля, глина, песок и камень. Для четвертой технологии (технология строительства из бетонных блоков и бетона) – использование таких материалов, как гравий, цемент и арматура.

Таблица 2

## Строительные материалы и размеры стен

№ п/п	Технология	Стены		
		Основные материалы	Габаритные размеры	Краткая технология устройства
1	«Койра ферей»	Овальные блоки из глинистой земли и растительных волокон	Большая база – 0,80М Маленькая база – 0,60М высота 3М	Ручное строительство, требует больше времени
2	«Тубабу Ферей»	Блок из глины и соломы в форме параллелепипеда	Толщина 0,40 М Высота 3М	Ручная сборка, простота реализации
3	Каменное строительство	Каменный блок, содержащий известняк	Толщина 0,60 М Высота 3М	Ручная сборка, простота реализации
4	Гибридная технология: земля и камень	Глина, песок, камень	Толщина 0,60 М Высота 3М	Ручное строительство, сложная реализация
5	Технология строительства из бетонных блоков и бетона	Гравий, песок, цемент	Толщина 0,15 М Высота 3М	Ручная сборка, простота реализации

Стена по технологии «Койра ферей» толстая, сечение трапецевидной формы (широкая внизу и суженная сверху). Эта стена несущая и принимает на себя весь вес крыши. Технология «Тубабу Ферей» имеет меньшую толщину и выдерживает вес кровли.

Каменные стены и каменные блоки также менее толстые и выдерживают вес крыши. Технология из бетонных блоков и бетона имеет более тонкую стену, чем другие технологии, и не является несущей, поскольку для поддержки крыши имеются железобетонные столбы.

Таблица 3

## Материалы и размеры крыши

№ п/п	Технология	Кровля		
		Основные материалы	Габаритные размеры	Краткая технология устройства
1	«Койра ферей»	Древесина ронье, деревянные столбы, коврики для растений, земля.	Толщина земли 15 см Расстояние между деревянными настилами 50 см	Ручное строительство, использование погрузочно-разгрузочной техники
2	«Тубабу Ферей»	Профнастил, металлический уголок, земля, древесина ронье	Толщина стандартных гофрированных листов	Ручное строительство, использование погрузочно-разгрузочной техники
3	Каменное строительство	Древесина ронье, коврики для растений, деревянные столбы, земля.	Толщина земли 15 см Расстояние между деревянными настилами 50 см	Ручное строительство, использование погрузочно-разгрузочной техники
4	Гибридная технология: земля и камень	Древесина ронье, коврики для растений, деревянные столбы, земля.	Толщина земли 15 см Расстояние между деревянными настилами 50 см	Ручное строительство, использование погрузочно-разгрузочной техники

Окончание табл. 3

№ п/п	Технология	Кровля		
		Основные материалы	Габаритные размеры	Краткая технология устройства
5	Технология строительства из бетонных блоков и бетона	Гравий, песок, цемент, сталь	Толщина компрессионной плиты 5 см	Ручное и автоматизированное строительство, использование погрузочно-разгрузочной техники

Крыша по технологии «Койра ферей» имеет в качестве конструктивных элементов пальмовую древесину, которая укладывается на стены, на пальмовую древесину также кладутся деревянные столбы, на эту сборку укладываются растительные маты, а последним слоем является земля.

Для технологии «Тубабу Ферей» крыша может быть выполнена из материалов технологии «Койра Ферей», в зависимости от выбора металлические уголки могут заменить пальмовое дерево, а также могут быть использованы гофрированные металлические листы.

Для каменных или гибридных построек можно использовать те же кровельные материалы от «Койра ферей» или «Тубабу ферей».

В современных бетонных конструкциях пол может быть выполнен из полых тел (блоков) со слоем железобетона или сплошной плиты.

Использование земли или глины при строительстве зданий имеет свои преимущества и недостатки. Количество этажей ограничено для первых трех технологий (максимум два этажа). Обслуживание, как правило, ежегодно или два раза в год, особенно покрытие, парапеты и желоба. Стоимость строительства ниже по сравнению с железобетонным строительством. Однако железобетонные здания не требуют ежегодного обслуживания, а этажность большая по сравнению с земляными постройками.

Таблица 4

**Дополнительная информация (стоимость, этажность,  
высота, техническое обслуживание)**

№ п/п	Технология	Высота построек / количество этажей	Назначение	Стоимостные характеристики	Эксплуатационные характеристики
1	«Койра ферей»	Высота 6,40М Этажность 2	Жилые дома, Мечеть	Дешево	Необходимость ежегодного обслуживания здания
2	«Тубабу Ферей»	Высота 6,40М Этажность 2	Жилые дома, Мечеть, Мавзолей, Административные здания	Дешево	Необходимость ежегодного обслуживания зданий
3	Каменное строительство	Высота 6,40М Этажность 2	Жилые дома, Административные здания	Дешево	Необходимость в двухгодичном обслуживании здания
4	Гибридная технология: земля и камень	Высота 6,40М Этажность 2	Жилые дома, Административные здания	Дорогая конструкция	Необходимость в двухгодичном обслуживании здания
5	Технология строительства из бетонных блоков и бетона	Много этажей	Жилые дома, Административные здания	Дорогая конструкция	Меньше обслуживания здания

### Технологические характеристики исторических зданий

Три большие мечети (Джигарей Бер, Санкорей, Сиди Йехия) и 16 мавзолеев классифицируются как объекты всемирного наследия ЮНЕСКО из-за их исключительной универсальной ценности, архитектуры и аутентичности.

#### Мечеть Джигарей Бер

Построена между 1325 и 1327 годами Абу Исхаком эс-Сахели во время правления императора Канкана Муссы по его возвращению из паломничества в Мекку (1324–1325). Мечеть построена из banco, терракотового материала [7].



Рис. 13. Мечеть Джигарей Бер

Мечеть полностью построен из самана в суданском архитектурном стиле и состоит из двадцати пяти рядов колонн. Большое количество колонн, необходимых для ограничения пролета сводов, не позволяет обозреть помещение в целом. Раз в год население участвует в ремонте наружных покрытий. Мечеть имеет три внутренних двора, один из которых отведен под кладбище имамов, минарет, михраб и молитвенную комнату с двадцатью пятью

отсеками. Простые фасады, увенчанные с одной стороны венцами, и пилястры, поддерживающие стены, придают всему определённую эстетику. Эта мечеть сохраняет исключительную архитектурную ценность, которая заслуживает сохранения для будущих поколений. Она была классифицирована как объект национального наследия в соответствии с указом 92-245 от 10 декабря 1992 года и как объект всемирного наследия в 1988 году.

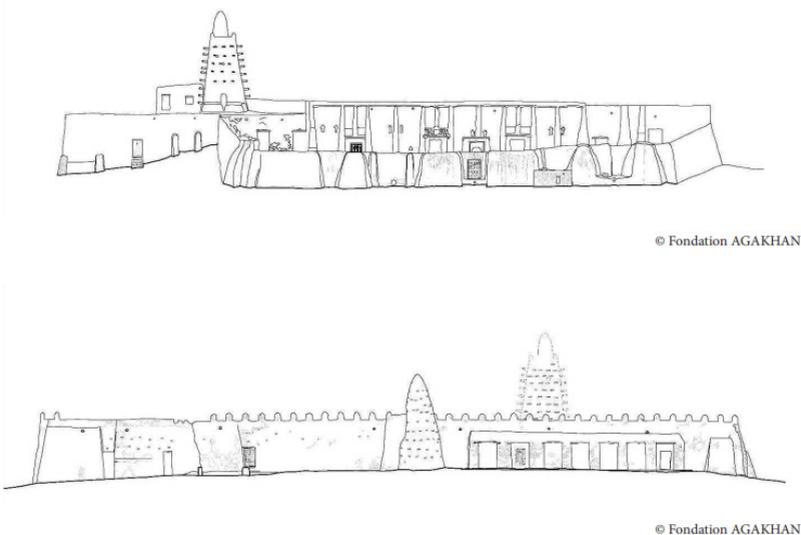


Рис. 14. Фасад мечети Джигарей Бер

### **Мечеть Санкоре**

Медресе, университет или мечеть Санкоре, построенная в 1325 году, является одним из трех древних университетских учебных центров, расположенных в городе Тимбукту, Мали [8].

Построенный полностью из глины, его архитектурный стиль аналогичен стилю Джингарей Бера. Интерьер этой мечети состоит из трех нефов, разграничивающих ряды для зимних молитв, и двора для летних молитв. На востоке стоит главный минарет,

облицованный камнем, а также этот фасад, а на юге возвышается внушительная башня высотой около пятнадцати метров в земле.



Рис. 15. Мечеть Санкоре

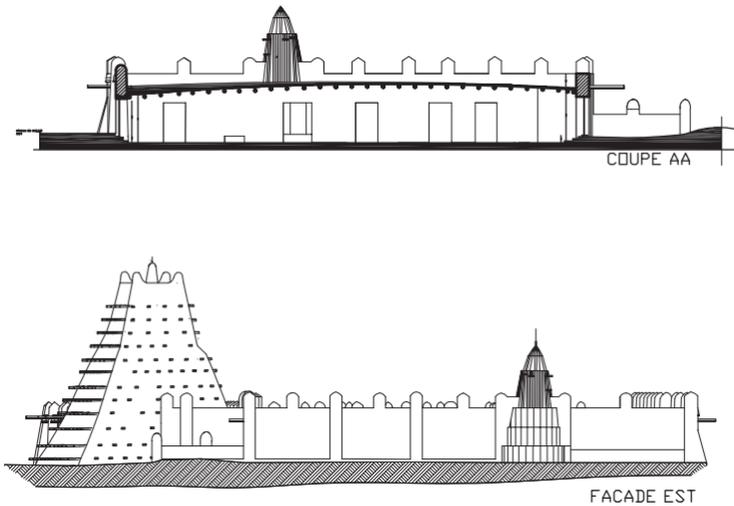


Рис. 16. Фасад мечети Санкоре

### **Мечеть Сиди Яхья**

Строительство мечети Сиди Яхья началось в 1400 году под руководством шейха эль-Мохтара Хамаллы из Тимбукту и было завершено в 1440 году. Мечеть является типичным примером судано-сахелианской земляной архитектуры, но также демонстрирует отличительные формы плана и орнамента [9].

Вся конструкция выполнена из местных материалов (глина, камень, пальмовое дерево и т. д.). Внешний вид здания усеян открытыми деревянными балками, называемыми прядями, которые используются для подъема на верхние части мечети и нанесения свежего слоя грязи [10].



Рис. 17. Мечеть Сиди Яхья

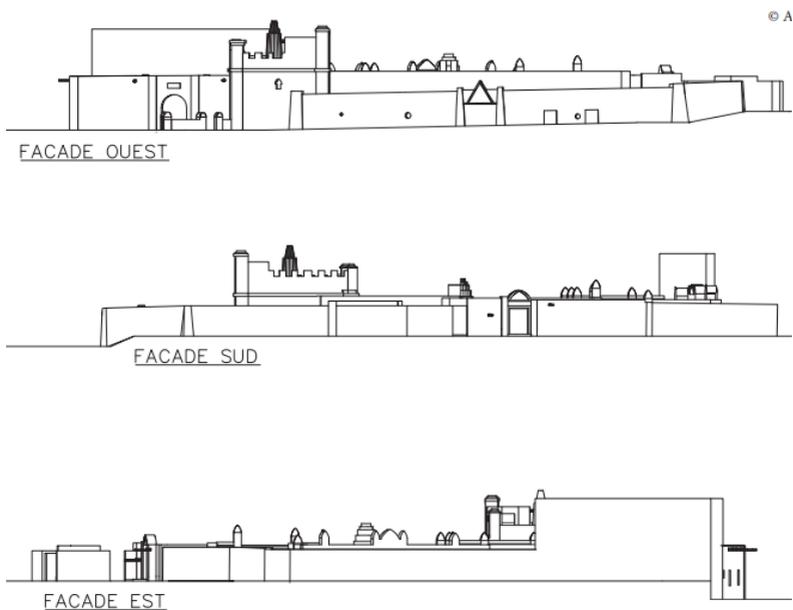


Рис. 18. Фасады мечети Сиди Яхья

### Мавзолеи

Мавзолей – это сооружение, обычно возводимое на месте захоронения святого или религиозного лидера в арабо-мусульманском мире. Для них характерна традиционная архитектура с достаточно простой прямоугольной или трапециевидной формой и легким деревянным каркасом, столь же простой фасад без отделки и венчания. Высота от 1 м до 3,4 м в зависимости от формы. Их можно разделить на три группы архитектурных семейств:

#### Группа 1

Для них характерна отдельная комната прямоугольной или трапециевидной формы с входной дверью и деревянным окном с кроватью и москитной сеткой, символизирующей святого

внутри. Они построены из сырцового кирпича или камня, имеют стену толщиной от 60 до 90 см, фундамент немного меньшей глубины и среднюю высоту потолков 3 метра.

Крыша состоит из балок из пальмового дерева, гибких деревянных опор, покрытых растительными матами, и массы земли толщиной 15 см. Стены увенчаны парапетом высотой 30 см, терракотовой горгульей высотой 80 см и горгульей из пальмового дерева длиной 1,2 м.



Рис. 19. Тип мавзолея группы 1

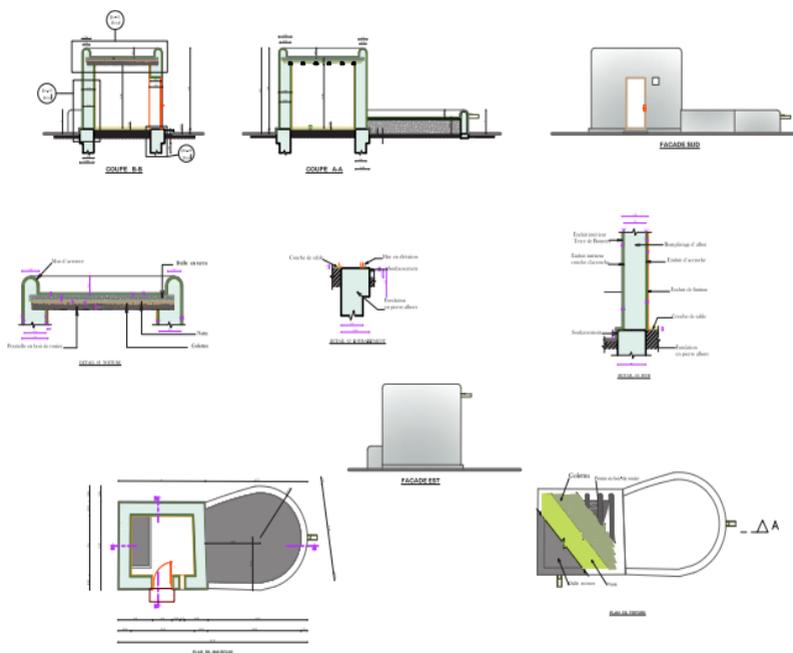


Рис. 20. Архитектурный план группы 1

## Группа 2

Эти мавзолеи отличаются минимальными размерами по сравнению с первыми, а также характеризуются простой прямоугольной формой. У них есть небольшое отверстие, позволяющее размещать подношения и собирать песок. Построенная из тех же материалов, что и мавзолеи группы 1, толщина стены без фундамента составляет 40 см, а высота варьируется от 1 м до 1,6 м. Крыша состоит из балок из пальмового дерева, гибких деревянных опор, покрытых растительными матами, и массы земли толщиной 15 см. Их также увенчивают парапет высотой 30 см, терракотовая горгулья высотой 80 см и горгулья из пальмового дерева длиной 1,2 м.



### Группа 3

Эти мавзолеи представляют собой платформы, построенные на земле без фундамента или основания; прямоугольной или трапециевидной формы, часто ограниченной зубцами по углам. Построенная из тех же материалов, что и предыдущие, стена толщиной 40 см без фундамента и высотой от 50 см до 1 м, заполненная песком, часто покрытая терракотовой плиткой.



Рис. 23. Тип мавзолея группы 3

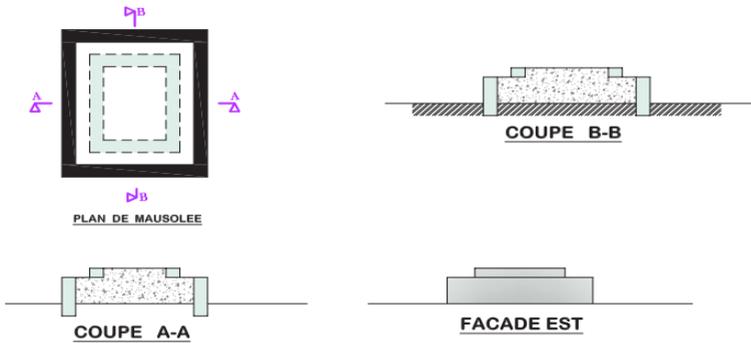


Рис. 24. Архитектурный план группы 3

### Выводы

Сохранение технологических особенностей исторических зданий является постоянной задачей. Действительно, новые поколения каменщиков в меньшей степени владеют техникой строительства зданий из таких материалов, как земля, глина, камень

и дерево, однако прилагаются усилия, чтобы гарантировать безопасность этих исторических зданий, внесенных в список наследия ЮНЕСКО.

### Литература

1. DIARRA B. Les changements climatiques au Mali et impacts, P. 15.
2. Hubert G. Un défi mondial : conserver les architectures de terre, 2008. P. 1.
3. Thierry J., Arnaud M. Patrimoines endommagés des régions du nord du Mali : sauvegarde, reconstruction, réhabilitation, restauration, revitalisation. Bilan de la phase 1, 2018.
4. Ali Ould S., Thierry J. Mystérieuse Tombouctou, 2018. P. 25.
5. Abdoulaye C. Ville ancienne de Tombouctou : quelle évolution et mode d'adaptation aux besoins contemporains de l'architecture de terre, 2018.
6. Hubert G. Un défi mondial : conserver les architectures de terre.
7. UNESCO Centre du patrimoine mondial, « *Tombouctou* [archive] », sur UNESCO Centre du patrimoine mondial, 2021.
8. Ousmane Oumar K., *Non-Europhone Intellectuals*, African Books Collective, 2012, P. 78.
9. UNESCO World Heritage Centre, 2020.
10. *Djenne, Great Mosque*, Oxford University Press, coll. "Oxford Art Online".

УДК 624.1

Марина Алексеевна Трескова,  
студент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
E-mail: 22100229@edu.spbgasu.ru

Marina Alekseevna Treskova,  
student  
(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
E-mail: 22100229@edu.spbgasu.ru

## УСТРОЙСТВО СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ БЫСТРОВЗВОДИМЫХ ЗДАНИЙ ИЗ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ В УСЛОВИЯХ МНОГОЛЕТНЕЙ МЕРЗЛОТЫ

### INSTALLATION OF PILE FOUNDATIONS IN THE CONSTRUCTION OF PREFABRICATED BUILDINGS MADE OF METAL STRUCTURES IN PERMAFROST CONDITIONS

Статья посвящена особенностям возведения фундаментов в условиях вечной мерзлоты. Многолетней мерзлотой покрыта огромная часть территории России. На данных территориях находятся крупные месторождения полезных ископаемых, что приводит к необходимости строительства производственно-складских зданий. Для ускорения строительства преимущество отдается быстровозводимым зданиям из металлоконструкций, которые позволяют осуществлять сборку зданий из заводских изделий на месте строительства. В статье представлено описание применяемых типов фундаментов в условиях вечной мерзлоты, подробно рассмотрено использование винтовых свай при строительстве быстровозводимых зданий.

*Ключевые слова:* многолетняя мерзлота, свайный фундамент, винтовые сваи, стеклопластиковые сваи, быстровозводимые здания.

The article is devoted to the peculiarities of foundation construction in permafrost conditions. Permafrost covers a huge part of the territory of Russia. There are large mineral deposits in these territories, which leads to the need to build production and warehouse buildings. To speed up construction, the advantage is given to prefabricated buildings made of metal structures, which allow the assembly of buildings from factory products at the construction site. The article describes the types of foundations used in permafrost conditions, and discusses in detail the use of screw piles in the construction of prefabricated buildings.

*Keywords:* permafrost, pile foundation, screw piles, fiberglass piles, prefabricated buildings.

Огромная разница между возведением несущих конструкций здания (опор, перекрытий, элементов покрытия) в зоне вечной мерзлоты и возведением их в обычных условиях обусловлена суровым климатом в областях многолетней мерзлоты, удалённостью районов и трудностями с логистикой, а также в некоторых областях постоянными отрицательными температурами. В связи с этим быстровозводимые здания из металлоконструкций постепенно вытесняют монолитные здания, особенно промышленного назначения. Долгое время считалось, что возведение объектов из металла значительно дороже, чем возведение монолитных объектов. Однако использование металлоконструкций позволяет сократить время на строительство, сокращает логистические расходы, кроме того, конструкции здания могут быть сборно-разборными, что позволяет их использовать даже если объект на построенном месте перестаёт быть нужным.

При строительстве зданий в условиях многолетней мерзлоты важно избежать последующего оттаивания грунтов, которое снижает их несущие способности, приводит к деформациям грунта и в худшем случае может привести к разрушениям возведённых на них зданий. Свайные фундаменты широко применяются в условиях вечной мерзлоты, так как позволяют избежать нагрева грунтов за счёт устройства вентилируемых подполий. Кроме того, глубокозаглубленные сваи (в вечномерзлых грунтах используют сваи длиной от 6 м до 15 м) проходят ниже глубины возможного оттаивания грунтов.

При устройстве свайных фундаментов в зонах многолетней мерзлоты применяют сваи из дерева, металла, железобетона, а также стеклопластика. Выбор типа, материала и длины сваи зависит от способа передачи нагрузки от здания на грунт. Для твёрдых мёрзлых почв в районах, где средняя годовая температура не превышает  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  применимы железобетонные сваи с нормативной нагрузкой в пределах от 10 до 160 тн. В тех районах, для которых характерно морозное пучение, опоры дополнительно армируют. Бурозабивные конструкции применяют в пластичных грунтах.

При строительстве быстровозводимых зданий монолитные работы могут значительно увеличивать срок строительных работ, поэтому целесообразно применять готовые конструкции заводского производства. В связи с этим актуально использование готовых винтовых свай.

В качестве фундаментов для быстровозводимых малоэтажных зданий из металлоконструкций часто применяют металлические винтовые сваи. Конструкция винтовой сваи – металлическая круглая труба с приваренным острым наконечником и винтовой металлической лопастью на нём. Верхняя часть сваи закрывается оголовком.

Прежде чем начать монтаж металлических свай в грунт, винтовые сваи подвергают обработке антикоррозионными составами, улучшающими свойства металла и позволяющими эксплуатировать винтовые металлические сваи в условиях вечной мерзлоты.

Вкручивание винтовых свай в грунт осуществляется механизированным способом с использованием буровых установок.

Преимуществами использования винтовых свай является:

- возможность возводить свайный фундамент при любых температурах без дополнительного прогрева грунта;
- высокая несущая способность при небольших размерах: для свай стандартных диаметров 57, 76, 89 и 108 мм несущая способность составляет от 7 до 9 тонн. Несущую способность также можно повысить, наполнив полость сваи бетонным раствором с послойным трамбованием;
- винтовая лопасть способствует быстрому погружению сваи в грунт с сохранением его естественной структуры
- высокая скорость работ при малых трудозатратах.

Помимо использования металлических винтовых свай в последнее время ведутся разработки в области применения стеклопластиковых свай. Стеклопластик обладает высокой коррозионной стойкостью, малым удельным весом, а также низкой теплопроводностью, что дает преимущество стеклопластиковым сваям перед железобетонными и металлическими сваями.

Таким образом, в условиях многолетней мерзлоты преимущество отдаётся свайному типу фундаментов. При возведении

быстровозводимых зданий из металлоконструкций предпочтение отдаётся винтовым сваям, использование которых не требует проведения бетонных работ на площадке строительства, что значительно сокращает срок как фундаментных работ, так и всего срока возведения здания

### Литература

1. Ведеников Г. С. Металлические конструкции / Г. С. Ведеников. – М. : Стройиздат, 1998. – 760 с.
2. Теория и практика использования быстровозводимых зданий в обычных условиях и чрезвычайных ситуациях в России и за рубежом / А. Н. Асаул, Ю. Н. Казаков, В. Л. Быков, [и др.] м / Под ред. д. т. н., проф. Ю. Н. Казакова – СПб. : «Гуманистика», 2004.
3. Таргулян Ю. О. Рекомендации по устройству свайных фундаментов в вечномёрзлых грунтах / Ю. О. Таргулян, Д. П. Высоцкий, В. С. Неклюдов // НИИОСП, 1985. – 41 с.
4. Патент РФ 124272. Способ погружения винтовых свай в вечномёрзлотный грунт / Хафизов Роберт Мияссарович. Оpubл. 07.09.2016.
5. СП 25.13330.2020 «Основания и фундаменты на вечномёрзлых грунтах».
6. СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции».

## Содержание

### **СЕКЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ, МОСТОВ И ТОННЕЛЕЙ**

<i>Мироненко М. А.</i> Сравнение эксплуатационной надежности асфальтобетонных и цементобетонных покрытий автомобильных дорог .....	3
--	---

### **СЕКЦИЯ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА**

<i>Белякова В. В.</i> Организация строительства линейного объекта с учетом несущей способности слабых оснований .....	18
---	----

<i>Голованова И. Б.</i> Влияние технологии бетонирования строительных конструкций на календарное планирование .....	33
---	----

<i>Дорофеева В. В.</i> Решение проблемы несоответствия типов IFC при 4D-моделировании .....	39
---	----

<i>Караульщикова А. М.</i> Анализ системы информационного обеспечения при формировании и комплектации исполнительной документации в строительстве .....	46
---	----

<i>Петрова Е. К.</i> Оценка качества организации капремонта при реконструкции пространства с внедрением дизайн-технологий .....	58
---	----

<i>Попова О. А.</i> Анализ методов контроля сроков строительства объектов жилой недвижимости на основе современных цифровых технологий .....	64
---	----

<i>Сутормина А. Н.</i> Оценка возможности применения современной нормативной базы для методов календарного планирования .....	76
---	----

*Федорова Е. К.*  
Сравнительный анализ развития кварталов реновации  
Санкт-Петербурга с принципами комплексного развития  
застроенных территорий .....82

**СЕКЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНОГО  
ПРОИЗВОДСТВА**

*Ананьин В. Н.*  
Особенности устройства инверсионной кровли  
с эксплуатируемым покрытием .....92

*Гибадуллин Р. Р.*  
Свойства строительного материала арболита .....99

*Глижинская Е. А.*  
Использование беспилотных летательных аппаратов (дронов)  
в строительстве .....106

*Конюшевская М. О.*  
Особенности метода top down и его использования  
в строительстве высотных зданий .....113

*Мунтян С. А.*  
Выбор технологии и тенденции возведения воинских зданий  
в суровых условиях Арктики .....118

*Окшнев Д. С.*  
Проблемы и перспективы цифрового строительства в России .....125

*Петросян Ю. П.*  
Эволюция «умных домов»: тенденции развития технологии  
«умный дом» в России .....131

*Поляков Д. А.*  
Многopустотная монолитная железобетонная плита перекрытия:  
особенности проектирования и строительства .....141

*Поляков Д. А.*

Проблемы и методы их решения в рамках монолитного строительства зданий и сооружений .....148

*Сивцев С. А.*

Технология устройства монолитных перекрытий с использованием монтажных столов на примере компаний Doxa, Pegi.....154

*Мамаду Бисси Траоре*

Технологический вклад в строительство зданий из сырой земли или глины в тропическом климате Мали .....163

*Мамаду Бисси Траоре*

Технологические характеристики реконструкции исторических зданий в тропическом климате Мали, город Тимбукту ..... 181

*Трескова М. А.*

Устройство свайных фундаментов при строительстве быстровозводимых зданий из металлоконструкций в условиях многолетней мерзлоты .....209

Научное издание

**СБОРНИК СТАТЕЙ МАГИСТРАНТОВ  
И АСПИРАНТОВ СТРОИТЕЛЬНОГО  
ФАКУЛЬТЕТА**

**Том 2**

Компьютерная верстка *М. В. Смирновой*

Подписано к печати 27.06.2024. Формат 60×84<sup>1/16</sup>. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 12,5. Тираж 300 экз. Заказ 80. «С» 60.

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.