

На правах рукописи



Степанов Александр Евгеньевич

Комплексная оценка организационно-технологических процессов  
оптимизирующих продолжительность монолитных работ при строительстве  
жилых зданий

05.02.22 - Организация производства (строительство)

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

*Иваново – 2021*

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ) на кафедре «Технологии и организации строительного производства».

Научный руководитель: Доктор технических наук, профессор  
**Лapidус Азарий Абрамович**

Официальные оппоненты: **Красновский Борис Михайлович**  
Доктор технических наук, профессор, научный консультант, АНО «Центр содействия в развитии образования и научных исследований «Эксперт»

**Кондрашкин Олег Борисович**  
Кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Технологии строительства», ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

Защита состоится 18 июня 2021 г. в 9:00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.355.01 при ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет» по адресу: 153000, г. Иваново, Шереметевский проспект., д. 21, ауд. У-109.

С диссертацией можно ознакомиться в Научно-технической библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет» ([www.ivgpi.com](http://www.ivgpi.com))

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 года.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
к.т.н., доцент



Н.В. Заянчуковская

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Строительство зданий и сооружений из монолитного железобетона на сегодняшний день бесспорно является главным конкурентом при выборе технологических решений и методов производства строительного-монтажных работ (СМР).

Процесс возведения конструкций из монолитного железобетона не стоит на месте и развивается благодаря внедрению в производство СМР инновационных материалов и технологических решений. В связи с этим возникает потребность в комплексном подходе для внедрения новых технологических решений и решения задач по минимизации возникновения соответствующих организационно-технологических нештатных проблемных ситуаций.

В России технология монолитного домостроения зародилась позднее, чем в зарубежных странах, но несмотря на отставание, благодаря применению конкурентоспособных технологий, новых технологических решений можно с уверенностью говорить о том, что преимущества монолитного строительства очевидны по сравнению с другими способами возведения зданий и сооружений.

Приведем ряд неоспоримых преимуществ монолитного строительства:

- Современные технологии монолитного строительства позволяют существенно снизить сроки возведения зданий и сооружений;
- Возможность возводить конструкции различной геометрической формы;
- Возможность возведения нетиповых объектов;
- Возможность воспринимать большие нагрузки при относительно небольшой толщине;
- Отсутствие швов в готовых конструкциях;
- Стоимость монолитного строительства;
- Относительная простота выполнения работ, несмотря на их высокую технологичность;

Однако кроме преимуществ технологии монолитного строительства необходимо отметить и выявленные особенности:

- Необходимость соблюдения организационно-технологических решений при производстве работ;
- Соблюдение требований при доставке бетонной смеси на строительную площадку;

- Необходимость соблюдения качественного уплотнения ранее уложенной бетонной смеси;
- Соблюдение организационно-технологических решений при возведении монолитных конструкций в зависимости от климатических характеристик района строительства.

На сегодняшний день применение монолитного железобетона приобрело колоссальные масштабы, возводить объекты «в слепую» не учитывая различные организационно-технологические факторы на сегодняшний день – значит подвергать риску строительный объект.

### **Степень разработанности темы исследования**

Вопросы обеспечения качества строительства, усовершенствования организационно-технологических решений процесса возведения монолитных конструкций рассматривали в своих научных трудах многие российские ученые: С.С.Атаев, А.А.Афанасьев, А.В.Гинзбург, А.А.Гусаков, Е.А.Гусакова, Л.Б.Зеленцов, Л.В.Киевский, А.А.Лapidус, А.А.Морозенко, П.П.Олейник, С.А.Синенко, С.В.Федосов, А.К.Шрейбер и др.

Проанализировав научно-техническую литературу, направленную на усовершенствование организационно-технологических решений монолитного строительства, было установлено отсутствие комплексной методики для определения совокупности различных организационно-технологических решений при возведении монолитных конструкций жилых зданий.

На основании вышеописанного одной из поставленной задачей является необходимость создания комплексной методики для оценки организационно-технологических решений, благодаря которой появляется возможность определения «узких» мест в процессе устройства монолитных конструкций с возможностью своевременной корректировки их на протяжении жизненного цикла устройства монолитных конструкций.

**Научная гипотеза** предполагает, что создаваемый комплексный показатель дает возможность оценки оптимизации продолжительности монолитных работ в жилых зданиях на основании выявленных организационно-технологических параметров.

**Цель диссертационного исследования** – разработка методики создания комплексного показателя, который позволяет оценить возможность оптимизации

продолжительности монолитных работ в жилых зданиях на основе исследуемых параметров.

Для достижения поставленной цели в диссертационном исследовании решены следующие **задачи**:

- Анализ процессов и результатов организационно-технологических решений монолитных работ в жилых зданиях;
- Анализ организационно-технологической модели монолитных работ в жилых зданиях;
- Выбор, структуризация, ранжирование организационно-технологических параметров, влияющих на продолжительность монолитных работ в жилых зданиях;
- Определение зависимости комплексного показателя оптимизации продолжительности монолитных работ в жилых зданиях от выявленных организационно-технологических параметров;
- Создание методики для определения комплексного показателя оптимизации продолжительности монолитных работ в жилых зданиях на основе выявленных организационно-технологических параметров;
- Разработка комплексного показателя оптимизации продолжительности монолитных работ (КПопмр) жилых зданий на основе выявленных организационно-технологических параметров;
- Апробация и внедрение методики повышения комплексного показателя оптимизации продолжительности монолитных работ (КПопмр) в жилых зданиях.

**Объект исследования** процесс возведения монолитных конструкций жилых зданий, который представляется в виде производственной системы.

**Предмет исследования** организационно-технологические параметры, как критерий организации процесса возведения монолитных конструкций, влияющие на оптимизацию продолжительности монолитных работ в жилых зданиях на основе выявленных параметров.

**Информационная база исследования** состоит из полученных и обработанных статистических данных.

**Научная новизна диссертации состоит в:**

- На основании изучения научно-технической и нормативной документации технологии возведения монолитных конструкций жилых зданий были выявлены

организационно-технологические параметры, совокупность которых влияет на оптимизацию продолжительности монолитных работ в жилых зданиях.

- Введение и обоснование нового комплексного показателя оптимизации продолжительности монолитных работ (КПопмр) в жилых зданиях, который ранее не применялся для оценки совокупности выявленных параметров влияющих на продолжительность монолитных работ в жилых зданиях.

- Разработка математической модели процесса возведения монолитных конструкций с учетом комплексного влияния выявленных организационно-технологических параметров. Математическая модель показывает изменение значения комплексного показателя оптимизации продолжительности монолитных работ (КПопмр) в жилых зданиях в зависимости от изменения выявленных параметров.

- Разработка методики повышения значения комплексного показателя оптимизации продолжительности монолитных работ (КПопмр) в жилых зданиях, которая позволяет организатору производства изменять значения комплексного показателя в любой период жизненного цикла монолитных работ в жилых зданиях.

#### **Теоретическая значимость диссертационной работы:**

- Определен необходимый перечень параметров, которые влияют на комплексный показатель оптимизации продолжительности монолитных работ (КПопмр) в жилых зданиях;

- Разработана математическая модель для расчета значений комплексного показателя оптимизации продолжительности монолитных работ (КПопмр) в жилых зданиях.

#### **Практическая значимость диссертационной работы.**

- Разработка математической модели для оценки принятых организационно-технологических решений влияющих на оптимизацию продолжительности монолитных работ;

- Введение такого понятия как комплексный показатель оптимизации продолжительности монолитных работ (КПопмр) в жилых зданиях;

- Определение зависимости комплексного показателя оптимизации продолжительности монолитных работ (КПопмр) в жилых зданиях от выявленных организационно-технологических параметров.

**Методология и методы исследования** основаны на анализе российской и зарубежной научной литературы, посвященной организационным и технологическим решениям процесса возведения монолитных конструкций. Инструментами для исследования были приняты следующие методы: метод экспертных оценок, системный анализ, методы математической статистики, математические основы планирования эксперимента, системотехника.

**Положения, выносимые на защиту.**

- Расчет комплексного показателя оптимизации продолжительности монолитных работ (КПопмр) в жилых зданиях, на основании совокупности выявленных организационно-технологических параметров, влияющие на его формирование;
- Математическая модель для расчета комплексного показателя оптимизации продолжительности монолитных работ (КПопмр) в жилых зданиях;
- Комплексная методика для оценки выявленных организационно-технологических параметров монолитных работ в жилых зданиях;
- Апробация и внедрение результатов использования комплексного показателя оптимизации продолжительности монолитных работ (КПопмр) в жилых зданиях.

**Степень достоверности и апробация результатов.**

Результаты диссертационного исследования доложены на Международной научно-практической конференции «Научные разработки: евразийский регион» (г. Москва), XVIII Международная межвузовская научно-практическая конференция студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых «Строительство - формирование среды жизнедеятельности» (г. Москва, МГСУ, апрель 2015г.), Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистров, аспирантов и молодых ученых (26-28 апреля 2017 г., Москва), на семинарах кафедры «Технологии и организаций строительного производства».

Практическая апробация исследования проводилось на следующих объектах:

- 24-этажное монолитное жилое здание по адресу: г. Москва, НАО, поселение Московский, в районе д. Саларьево, уч. № 22/1.1 очередь. Корпус 1;
- Многоэтажное монолитное жилое здание со встроенными и пристроенными нежилыми помещениями общественного назначения по адресу: г.

Москва, Высоковольтный проезд.

**Личный вклад соискателя ученой степени в получении результатов, изложенных в диссертации,** заключается в постановке задач диссертационного исследования, выполненных теоретических и экспериментальных исследований, обработке, анализе и обобщении полученных результатов. Автором лично проведен обзор научно-технической, нормативной и методической литературы по теме диссертации, выбрана методология и методы исследования, поставлены задачи и обоснована научная гипотеза, выполнены научные исследования, подготовлен и проведен экспертный опрос, сформулированы выводы, осуществлено внедрение результатов исследований; подготовлены публикации по материалам диссертационной работы.

### **Публикации**

Основное содержание диссертационного исследования изложено в 5 (пяти) научных статьях, включенных в перечень рецензируемых научных журналов ВАК. В статьях опубликованы основные результаты диссертационного исследования. Список опубликованных научных работ А.Е. Степанова приведен в Приложении.

### **Структура диссертации**

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений. Общий объем диссертации составляет 161 страницу и содержит 26 рисунков, 27 таблиц и 7 приложений. Список литературы насчитывает 162 наименования.

Содержание диссертационной работы соответствует п.п. 1,4,7,8 Паспорта специальности 05.02.22 - Организация производства (строительство).

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Введение** диссертационной работы содержит обоснование и актуальность темы исследования, которая заключается в необходимости формировании методики для определения организационно-технологических решений при возведении монолитных железобетонных конструкций жилых зданий, которые дают возможность оптимизировать продолжительность монолитных работ в жилых зданиях. Сформулированы цель и задачи исследования, описаны объекты

для внедрения результатов диссертационного исследования, приведена структура диссертационной работы, приведены основные научные статьи по теме диссертационного исследования.

**В первой главе** на основании анализа российской и зарубежной научно-технической и нормативной документации, описываются преимущества монолитного строительства, опыт возведения монолитных конструкций жилых зданий. Процесс устройства монолитных конструкций представляет собой сложный технологический процесс, на который воздействуют различные параметры как внешние, так и внутренние. Проведя анализ научно-технической и нормативной документации по теме диссертационного исследования было выявлено, что на сегодняшний момент одними из важных направлений в монолитном строительстве являются: совершенствование различных организационно-технологических решений, создание и внедрение методики для комплексной оценки организационно-технических решений, обеспечивающих возможность оптимизации продолжительности монолитных работ в жилых зданиях. Выдвигается научная гипотеза, что за счет повышения значений организационно-технологических параметров (ОТП) можно оптимизировать продолжительность монолитных работ в жилых зданиях.

В диссертационном исследовании была выявлена значимая задача - создание комплексной методики, позволяющей оценить возможность оптимизации продолжительности монолитных работ в жилых зданиях.

Создание такой методики позволяет своевременно контролировать и корректировать организационно-технологические параметры на протяжении всего жизненного цикла устройства монолитных конструкций.

Проведенное исследование в первой главе позволило сформулировать общую методологическую схему диссертационного исследования, представленную на (Рисунке 1).



**Рисунок 1. Методологическая схема диссертационного исследования**

Во второй главе диссертационного исследования рассмотрена методологическая основа организационно-технологических параметров монолитного строительства. На этапе изучения научно-технической и нормативной документации автором во второй главе были определены двенадцать параметров:

Выявленные параметры на основе метода экспертных оценок:

$P_1$  - Обеспечение организационно-технологической документацией,  $P_2$  -

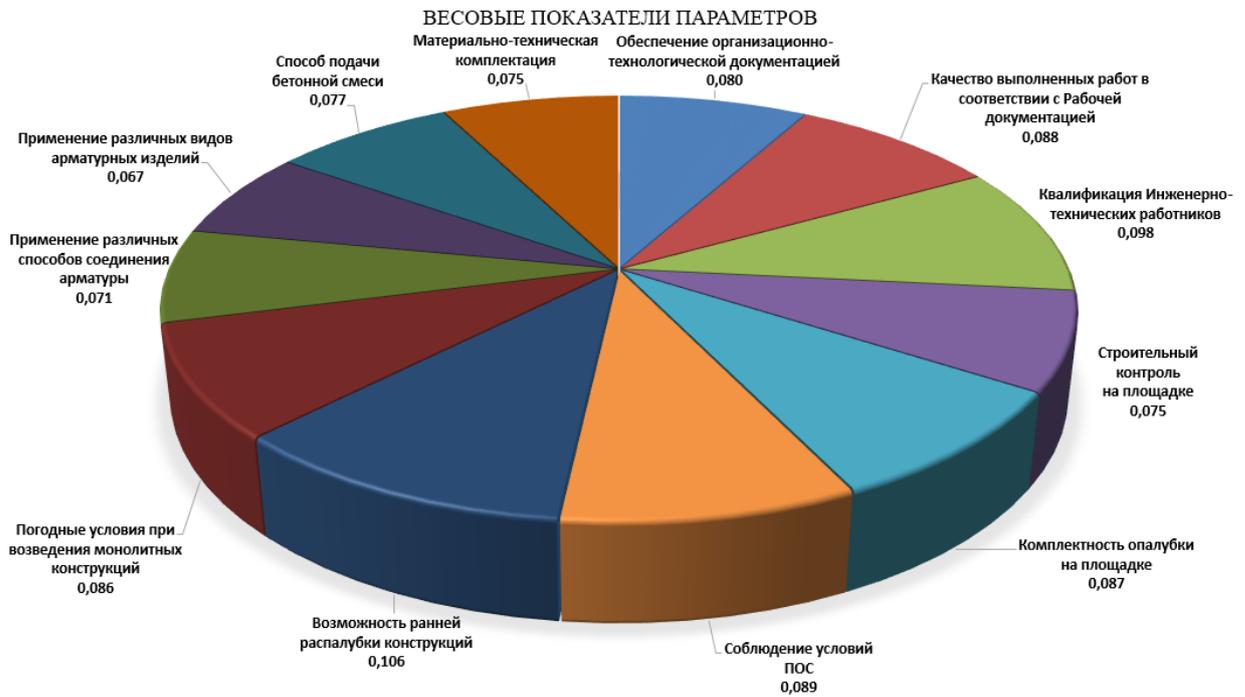
качество выполненных работ в соответствии с рабочей документацией,  $P_3$  - квалификация инженерно-технических работников,  $P_4$  - строительный контроль на площадке,  $P_5$  - комплектность опалубки на площадке,  $P_6$  - соблюдение условий Проекта организации строительства (ПОС),  $P_7$  - возможность ранней распалубки конструкций,  $P_8$  - погодные условия при возведении монолитных конструкций,  $P_9$  - применение различных способов соединения арматуры,  $P_{10}$  - применение различных видов арматурных изделий,  $P_{11}$  - способ подачи бетонной смеси,  $P_{12}$  - материально-техническая комплектация. Во второй главе диссертационного исследования были описаны наиболее оптимальные методы для проведения эксперимента, к которым относятся метод экспертных оценок, метод планирования эксперимента, квалиметрический анализ, математическая статистика.

Проведя системный анализ, были установлены общие принципы и механизмы, при использовании которых возможно достичь цель и задачи диссертационного исследования. Обоснованно применение метода экспертных оценок, приведены этапы для проведения эксперимента в диссертационной работе.

**Третья глава** диссертационного исследования посвящена расчету математической модели комплексного показателя оптимизации продолжительности монолитных работ (КПопмр) в жилых зданиях.

Эксперимент представляет собой множество проведенных опытов, объединенных одной целью. Значимость каждого параметра была подтверждена методом экспертных оценок, на основании созданной анкеты, в которой было опрошено 70 человек. В качестве экспертов были приглашены специалисты, состоящие в национальном реестре специалистов, имеющие высшее образования, многолетний профессиональный опыт и являются руководителями строительных организаций.

Для выявленных параметров были рассчитаны весовые показатели, показывающие степень влияния каждого параметра на комплексный показатель оптимизации продолжительности монолитных работ (КПопмр) в жилых зданиях. Диаграмма весовых показателей представлена на (Рисунке 2).



**Рисунок 2. Диаграмма весовых показателей параметров**

В третьей главе для получения значения комплексного показателя оптимизации продолжительности монолитных работ (КПопмр) в жилых зданиях необходимо было провести 3 этапа расчетов.

1 этап. На основании экспертного опроса для каждого выявленного параметра, который варьируется в граничных условиях (-1,0,+1) были построены графики (Рисунок 3), показывающие изменение значений выявленных параметров от выставленных экспертных оценок.

2 этап. Для каждого параметра рассчитаны три средневзвешенные величины и общий график рассчитанных значений (Рисунок 4).

среднеарифметическое взвешенное значение

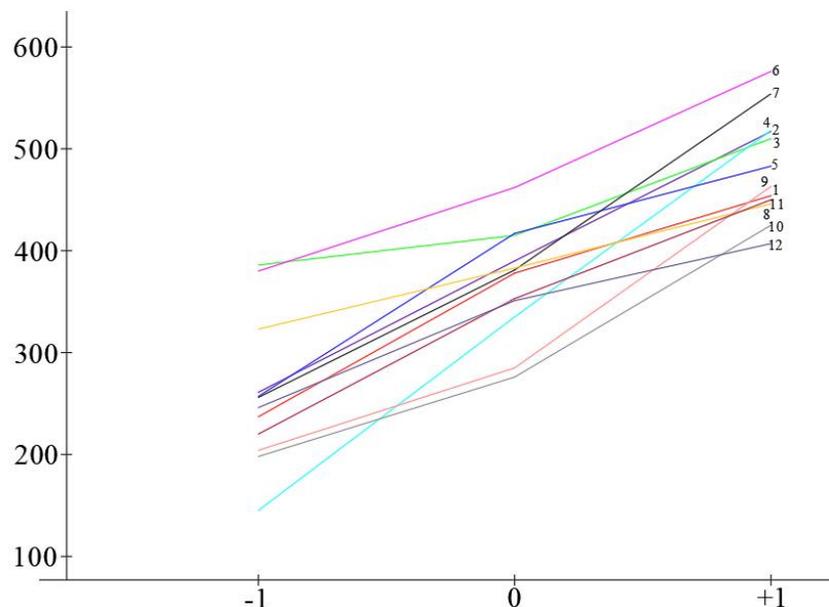
$$M_{\text{ср.взв}} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (1)$$

среднегеометрическое взвешенное значение

$$M_{\text{ср.взв.геом}} = (x_{1 \text{ ср.вз.геом}} \cdot \dots \cdot x_{16 \text{ ср.вз.геом}})^{\left( \frac{1}{\sum_{i=1}^n w_i} \right)} \quad (2)$$

среднеквадратическое взвешенное значение

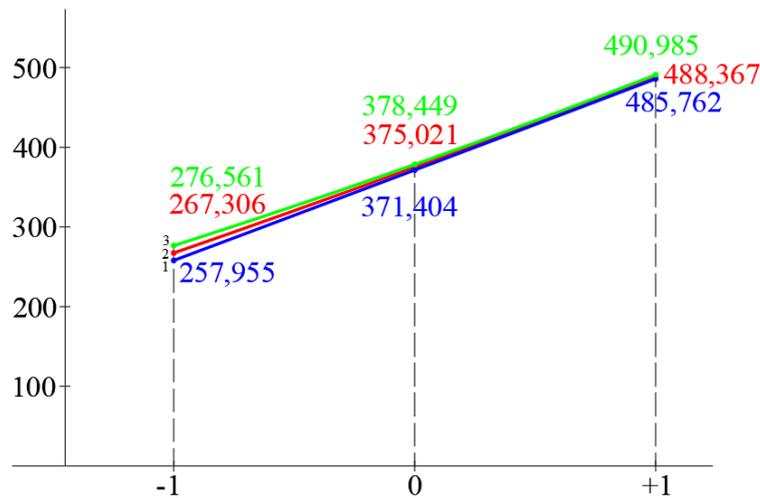
$$M_{\text{ср.взв.кв.}} = \left( \frac{\sum_{i=1}^n X_{\text{ср.вз.кв.кв.}}}{\sum_{i=1}^n W_i} \right)^{1/2} \quad (3)$$



**Рисунок 3 График зависимости изменения значений параметров от выставленных экспертных оценок**

Выявленные организационно-технологические параметры

1. Обеспечение организационно-технологической документацией
2. Качество выполненных работ в соответствии с рабочей документацией
3. Квалификация инженерно-технических работников
4. Строительный контроль на площадке
5. Комплектность опалубки на площадке
6. Возможность ранней распалубки конструкций
7. Соблюдение условий ПОС
8. Погодные условия при возведении монолитных конструкций
9. Применение различных способов соединения арматуры
10. Применение различных видов арматурных изделий
11. Способ подачи бетонной смеси
12. Материально-техническая комплектация технических средств



**Рисунок 4. Общий график рассчитанных значений**

1. Среднегеометрическое взвешенное значение
2. Среднеарифметическое взвешенное значение
3. Среднеквадратическое взвешенное значение

Как видно из общего графика все три рассчитанные средние величины (средневзвешенное, среднегеометрическое взвешенное, среднеквадратичное взвешенное) достаточно близки по своим значениям.

Свойства полученных кривых очень близко описывают: линейная функция вида  $y(x) = bt + a$ , экспоненциальная функция вида  $f(x) = ae^{bt}$ , логарифмическая функции вида  $f(x) = b \ln t + a$

3 этап. Проверка правильности выбора функции:

- на ошибку абсолютной аппроксимации согласно формуле:

$$\bar{A} = \frac{\sum |y_x - y_i| : y_i}{n} \cdot 100\% \quad (4)$$

- расчет дисперсию ошибки согласно формуле:

$$S_y^2 = \frac{\sum y_i - y_x^2}{n - m - 1} \quad (5)$$

- расчет коэффициент несоответствия Тейла:

$$K_T = \frac{\sqrt{\sum y_i - \bar{y}^2}}{\sqrt{\sum y_i^2}} \quad (6)$$

- расчет критерий Фишера согласно формуле:

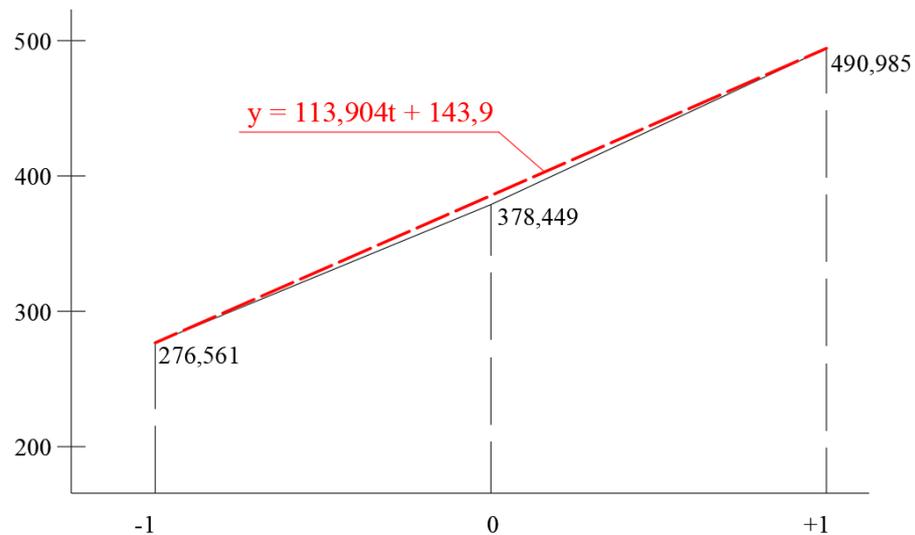
$$F = \frac{R^2}{1 - R^2} \cdot \frac{n - m - 1}{m} \quad (7)$$

- расчет коэффициента детерминации согласно формуле:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (y_i - y_x)^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2} \quad (8)$$

Проведя проверку трех моделей на основании формул 4-8, было окончательно принято линейное уравнение вида  $y = 113,904 t + 143,9$  для среднеквадратичного взвешенного значения.

Полученные результаты проверки уравнения показывают, что математическая модель является адекватной и может являться инструментом для исследования комплексного показателя. Анализируя полученный график можно сделать вывод о существовании связи между выявленными параметрами и комплексным показателем оптимизации продолжительности монолитных работ (КПопмр) в жилых зданиях. При увеличении значений выявленных параметров увеличивается значение комплексного показателя (КПопмр) (Рисунок 5).



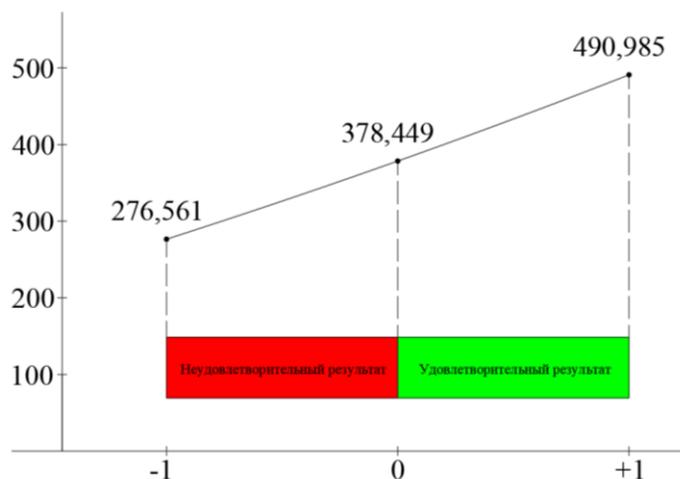
**Рисунок 5. Графическая интерпретация полученной математической модели**

**В четвертой главе** диссертационного исследования приводятся результаты, внедрения исследования, описывается методика расчета и повышения значения комплексного показателя оптимизации (КПопмр) в жилых зданиях.

Выявленная в третьей главе диссертационного исследования графическая интерпретация имеет три основные точки со значениями точка 1 (276,561), точка 2 (378,449), 3 точка (490,985). На основании опроса экспертов было установлено при значении комплексного показателя равным 378,449 (точка 2), монолитные конструкции типового этажа жилых зданий возводятся в сроки, указанные в проекте организации строительства ПОС. При отклонении значения

комплексного показателя от данного значения определяется возможность или не возможность оптимизировать сроки возведения монолитных конструкций.

В точке 1 для всех групп параметров показатель значимости принимался (-1) в точке 2 для всех групп параметров показатель принимался (0) в точке 3 для всех групп параметров показатель значимости принимался (+1) (Рисунок 6).

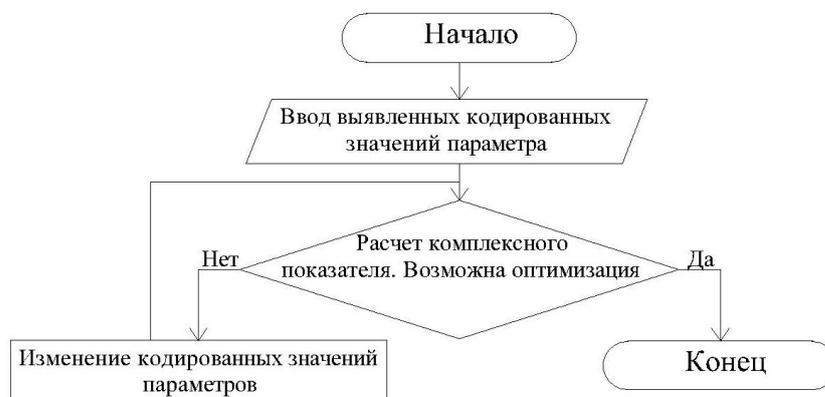


**Рисунок 6. Графическая интерпретация возможности оптимизации продолжительности монолитных работ**

На основании математического аппарата для организаторов производства был создан удобный инструмент, который позволяет получить быструю оценку сложившейся ситуации на строительной площадке. Создание такого инструмента позволяет принимать быстрые и самое главное правильные организационно-технологические решения.

Была разработана методика расчета и повышения значений комплексного показателя оптимизации продолжительности монолитных работ (КПопмр) в жилых зданиях. Данная методика предполагает, что организатор производства сначала проводит оценку сложившейся ситуации на площадке, затем на основании расчета производит определение значений параметров и рассчитывает комплексный показатель. При неудовлетворительном значении комплексного показателя необходимо повышать значения выявленных параметров. Для этого предложено использовать следующую блок-схему (Рисунок 7).

Первый этап проведения апробации заключался в сборе, анализе и оценке текущего состояния процесса устройства монолитных конструкций на объекте. При этом каждому параметру были выставлены граничные условия.

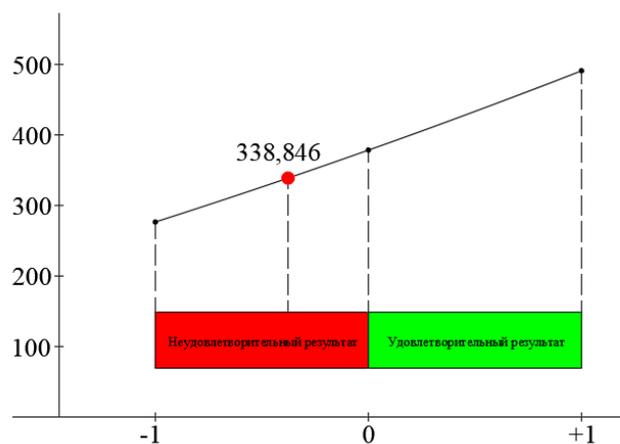


**Рисунок 7. Блок-схема расчета и повышения значения комплексного показателя оптимизации продолжительности монолитных работ (КП<sub>ОПМР</sub>) в жилых зданиях**

На основании выявленных значений единичных параметров был рассчитан комплексный показатель оптимизации продолжительности монолитных работ (КП<sub>ОПМР</sub>) в жилых зданиях согласно формуле:

$$КП_{опмр} = \sqrt{\frac{\sum_i^n (\sum_j^s q_j^{si})^2 \cdot R_i}{\sum_i^n R_i}} \quad (9)$$

Значение комплексного показателя оптимизации продолжительности монолитных работ (КП<sub>ОПМР</sub>) в жилых зданиях составило 338,846, что является не удовлетворительным результатом (Рисунок 8).



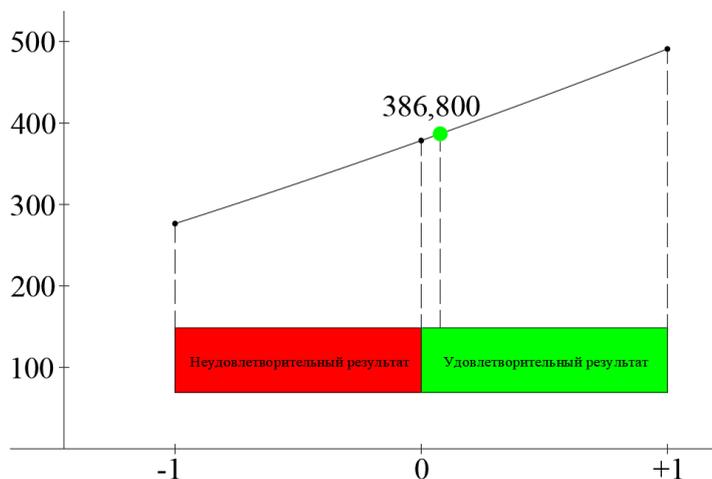
**Рисунок 8. Графическая интерпретация расчета  $KП_{ОПМР}$  на 1 этапе расчета**

Согласно блок-схеме (Рисунок 7) были проанализированы и изменены кодированные значения параметров с минимальными финансовыми затратами.

При анализе выполнения работ генеральному подрядчику было рекомендовано изменить следующие параметры:

1. Разработать рабочую документацию;
2. Разработать проект производства работ (ППР) на устройство монолитных конструкций;
3. Изменить функции строительного контроля на строительной площадке;
4. Увеличить комплектность опалубки (покупка, аренда) до 50%.

На основании изменённых значений единичных параметров снова был рассчитан комплексный показатель оптимизации продолжительности монолитных работ ( $KП_{ОПМР}$ ) в жилых зданиях значение, которого составило 386,800, что является удовлетворительным результатом (Рисунок 9), что привело к возможному сокращению продолжительности монолитных работ.



**Рисунок 9. Графическая интерпретация расчета  $KП_{ОПМР}$**

Для определения сроков оптимизации монолитных работ в диссертационном исследовании были приняты следующие условия:

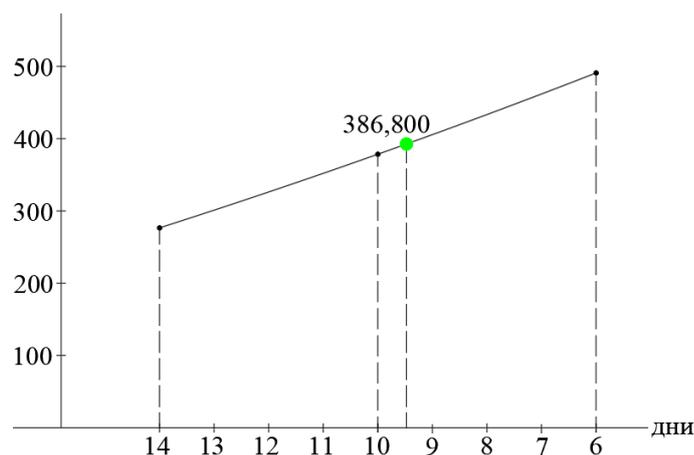
1. При значении комплексного показателя равным 378,449 (принятые кодированные значения всех организационно-технологических параметров приняты 0), темп возведения монолитных конструкций принимался графику разработанному в проекте организации строительства (ПОС) и составлял – 10 дней.

2. Для определения граничных условий максимального и минимального срока возведения монолитных конструкций этажа была составлена анкета Приложение Г, в которой экспертам на основании представленной проектной документации (объемно планировочные, конструктивные решения) было предложено указать максимальный и минимальный срок возведения (горизонтальных и вертикальных) конструкций этажа.

3. При значении комплексного показателя равным 276,561 (принятые кодированные значения всех организационно-технологических параметров равны -1, что соответствует наихудшему значению) темп возведения монолитных конструкций – 14 дней.

4. При значении комплексного показателя равным 276,561 (принятые кодированные значения всех организационно-технологических параметров равны +1, что соответствует наилучшему значению) темп возведения монолитных конструкций – 6 дней.

Расчетное значение комплексного показателя оптимизации продолжительности монолитных работ (КПопмр) в жилых зданиях составило 386,800 исходя из данного значения, темп возведения монолитных конструкций составляет 9 дней. Оптимизация продолжительности монолитных работ составила 1 день. (Рисунок 10).



**Рисунок 10. График оптимизации монолитных работ**

На основании расчета экономический эффект от оптимизации продолжительности монолитных работ на 1(один) день составил 278778,15 рублей. Апробация методики проводилась на момент, когда уже были возведены 9 из 24 этажей жилого здания. Общий экономический эффект от сокращения продолжительности работ составил 4181672,30 рублей.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На основании аналитических исследований и научных обобщений был проведен анализ процессов и результатов организационно-технических решений (ОТР) при возведении монолитных конструкций в жилых зданиях. Были выявлены организационно-технические параметры, влияющие на сроки продолжительности монолитных работ в жилых зданиях. Установлено, что ранее выявленные ОТР учитывались по одиночке, а не комплексно для решения задачи сокращения продолжительности монолитных работ. Установлено отсутствие на сегодняшний день эффективного аппарата, который дает возможность своевременно и точно принимать решения для оптимизации продолжительности монолитных работ в жилых зданиях.

2. Проведен системный анализ организационно-технической модели возведения монолитных конструкций в жилых зданиях. На основании изучения научных трудов было установлено, что организационно-техническая модель состоит из входящих в нее взаимосвязанных элементов – подсистем. Совокупность данных подсистем выполняет поставленную задачу в диссертационном исследовании. Установлено что на организационно-техническую модель объекта исследования комплексно влияют двенадцать

параметров. Была разработана организационно-техническая модель, которая дает возможность комплексно оценивать возможность оптимизации продолжительности монолитных работ в жилых зданиях.

3. Проведен анализ и выбор наиболее значимых организационно-технических решений, которые влияют на оптимизацию продолжительности монолитных работ. Примененный метод экспертных оценок дал возможность количественно определить значимость выявленных организационно-технических параметров. Проведенный метод экспертных оценок подтвердил значимость выявленных организационно-технических параметров. В диссертационном исследовании применялись методы математической статистики обработки данных для определения степени влияния организационно-технических параметров на процесс возведения монолитных конструкций в жилых зданиях.

4. Разработанная математическая модель показала зависимость комплексного показателя оптимизации продолжительности монолитных (КПопмр) в жилых зданиях, от совокупности выявленных организационно-технологических параметров в виде линейного уравнения. Полученные результаты проверки уравнения показывают, что математическая модель является адекватной и может являться инструментом для исследования комплексного показателя.

Полученная зависимость комплексного показателя оптимизации продолжительности монолитных работ имеет вид близкий к функции вида  $y(x) = bt + a$ . Проведя анализ полученного графика можно сделать вывод о существовании связи между выявленными параметрами и комплексным показателем (КПопмр). При увеличении значений выявленных параметров увеличивается значение комплексного показателя (КПопмр).

5. Создана методика для определения значения комплексного показателя оптимизации продолжительности монолитных работ (КПопмр) в жилых зданиях. Созданная методика позволяет быстро рассчитывать значения комплексного показателя, выявлять недостатки организационно-технических параметров, которые могут возникать в процессе возведения монолитных конструкций.

6. Был разработан комплексный показатель оптимизации продолжительности монолитных работ (КПопмр) в жилых зданиях. Разработанный показатель позволяет прогнозировать возможность оптимизации

продолжительности монолитных работ в жилых зданиях. Данный показатель учитывает комплексное влияние выявленных организационно-технических параметров на возможность оптимизации продолжительности монолитных работ в жилых зданиях.

7. На основании разработанной математической модели удалость увеличить начальный показатель комплексного показателя оптимизации продолжительности монолитных работ (КПопмр) со значения 338,846, что является не удовлетворительным результатом, до результата 386,800, что является удовлетворительным результатом.

8. Проведена практическая апробация и внедрение методики на объектах ПАО «Группа Компаний ПИК»: на объекте 24-этажного монолитного жилого здания по адресу: г. Москва, НАО, поселение Московский, в районе д. Саларьево, уч. № 22/1. I очередь. Корпус 1 было повышено значение комплексного показателя до уровня, при котором возможна оптимизация продолжительности монолитных работ сроком на 1 день. Экономический эффект от сокращения продолжительности монолитных работ составил 278778,15 рублей на одном этаже, общий экономический эффект от сокращения продолжительности монолитных работ составил 4181672,30 рублей.

#### **Рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы:**

- Разработать расширенную базу данных выявленных параметров, которые влияют на процесс монолитного строительства на основе новых технологий, применяемых в монолитных работах;
- Разработать методические рекомендаций процесса возведения монолитных конструкций;
- Разработка программного обеспечения.

#### **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ**

Публикации в изданиях, включенных в перечень рецензируемых научных изданиях, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук:

1. Лапидус А.А., Степанов А.Е. Организационно-технологическая эффективность возведения монолитных конструкций многоэтажных жилых зданий // Наука и бизнес: пути развития. – 2019.- №1. - С. 40-43.

2. Лapidус А.А., Степанов А.Е. Формирование организационно-технологических параметров эффективности возведения монолитных конструкций многоэтажных жилых зданий // Наука и бизнес: пути развития. – 2019.- №2. - С. 128-131.

3. Степанов А.Е. Выявление групп параметров для формирования коэффициента совмещения строительных потоков при возведении монолитных конструкций // Наука и бизнес: пути развития. – 2019.- №4. - С.70-72.

4. Степанов А.Е. Применение экспертного метода для определения необходимых параметров коэффициента совмещения строительных потоков при возведении монолитных конструкций // Наука и бизнес: пути развития. – 2019. - №5. - С.43-45.

5. Степанов А.Е. Поточный метод организации работ при устройстве монолитных конструкций жилых зданий //Наука и бизнес: пути развития. - 2019. - №5. - С. 172-173.