

На правах рукописи



**ШЕСТЕРИКОВА ЯНА ВАЛЕРЬЕВНА**

**ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ КАЧЕСТВА  
МНОГОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ В ПРОЦЕССЕ ОРГАНИЗАЦИИ  
СТРОИТЕЛЬСТВА**

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).

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

**Официальные оппоненты:** **Казakov Юрий Николаевич**  
доктор технических наук, профессор,  
профессор кафедры «Технологии  
строительного производства»,  
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский  
государственный архитектурно-  
строительный университет»

**Киевский Илья Леонидович**  
кандидат технических наук,  
генеральный директор  
ООО Научно-проектный центр  
«Развитие города»

**Ведущая организация:** ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет»

Защита состоится 18 июня 2021 г. в 11:00 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 библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет» ([www.ivgpi.com](http://www.ivgpi.com)).

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

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



Н.В. Заянчуковская

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Актуальность темы научного исследования**

Строительство – одна из основных отраслей народного хозяйства, обеспечивающая формирование, расширение, развитие и реконструкцию зданий и сооружений различного назначения.

В настоящее время строительная отрасль сталкивается со множеством проблем. Одной из основных является повышение уровня качества строительной продукции. Опубликовано большое количество работ, в которых рассматривается данная проблема, но комплексно эта задача так и не была решена.

Качество строительства – комплексная задача, для решения которой все участники строительного процесса обязательно должны соблюдать нормы и правила, а также стандарты, установленные государством.

На сегодняшний день жилищное строительство – самый значимый сегмент рынка недвижимости. Для решения социальных проблем, а также для развития экономики в целом объемы строительства объектов жилой недвижимости должны быть увеличены.

Многоэтажные жилые здания занимают большой удельный вес в практике российского и мирового жилищного строительства, что напрямую связано с целью экономии городских территорий, а соответственно, существенным увеличением плотности заселения.

В диссертационной работе проведено исследование по оценке качества строительной продукции, проанализированы факторы, влияющие на его параметры, рассмотрена возможность повышения его уровня посредством введения комплексного показателя качества многоэтажных жилых зданий в процессе организации строительства.

### **Объект исследования**

Объектом исследования в диссертационной работе являются многоэтажные жилые здания.

### **Предмет исследования**

Предметом исследования являются показатели, характеризующие систему обеспечения качества, а также их влияние на проектные параметры многоэтажных жилых зданий в процессе организации строительства.

### **Степень разработанности темы исследования**

В рамках диссертационного исследования проанализирована и изучена нормативная и научно-техническая отечественная и зарубежная литература, посвященная вопросам качества возводимых зданий таких авторов, как Гусаков А. А., Байбурун А. Х., Теличенко В. И., Лapidус А. А., Казаков Ю. Н., Киевский И. Л. и другие.

### **Научно-техническая гипотеза**

Возможность повышения уровня качества многоэтажных жилых зданий посредством введения комплексного показателя качества.

### **Цель исследования**

Целью исследования является формирование комплексного показателя качества многоэтажных жилых зданий в процессе организации строительства, а также методики получения и оценки комплексного показателя качества многоэтажных жилых зданий в процессе организации строительства, повышение эффективности принимаемых организационно-технических решений, а также создание математической модели, позволяющей определить численное значение предлагаемого многофакторного критерия.

### **Задачи исследования**

а) Анализ существующих подходов к оценке качества многоэтажных жилых зданий; выбор и обоснование методологической схемы исследования для оценки комплексного показателя качества многоэтажных жилых зданий в процессе организации строительства;

в) выбор, структуризация и ранжирование факторов, оказывающих влияние на качество многоэтажных жилых зданий на различных стадиях жизненного цикла проекта в процессе организации строительства;

г) создание математического аппарата для определения численного значения предлагаемого многофакторного критерия и формирование методики для расчета

комплексного показателя качества многоэтажных жилых зданий в процессе организации строительства;

д) изучение комплексного показателя качества многоэтажных жилых зданий при изменении показателей различных групп факторов;

ж) установление возможности и целесообразности внедрения указанной методики в жилищное строительство; практическая апробация и внедрение предложенных решений на базе реальных проектов многоэтажных жилых зданий в процессе организации строительства; проведение оценки экономической эффективности повышения качества многоэтажных жилых зданий и разработка рекомендаций по дальнейшему использованию результатов работы.

### **Научная новизна**

1. Доказана справедливость выдвинутой в работе гипотезы о возможности использования комплексного показателя для определения уровня качества многоэтажных жилых зданий в процессе организации строительства. Комплексный показатель качества является инструментом, который позволяет на различных этапах жизненного цикла инвестиционно-строительного проекта в процессе организации строительства, начиная с этапа проектирования объекта и заканчивая его вводом в эксплуатацию, оценить качество многоэтажных жилых зданий.

2. Разработана математическая модель расчета комплексного показателя качества многоэтажных жилых зданий. Эта математическая модель выступает оптимальным средством, позволяющим успешно прогнозировать и давать оценку влияния отдельных факторов на комплексный показатель качества многоэтажных жилых зданий в процессе организации строительства.

3. Разработана методика расчета комплексного показателя качества многоэтажных жилых зданий. Данная методика является полноценным инструментом для участников строительства, позволяющая на различных стадиях строительного проекта при помощи такого инструмента, как комплексный показатель качества многоэтажных жилых зданий, определять уровень качества, а также корректировать организационно-технические решения при необходимости.

4. Разработана методика повышения комплексного показателя качества многоэтажных жилых зданий, с помощью которой можно добиться увеличения отдельных факторов.

### **Теоретическая значимость работы**

Предложенные теоретические разработки являются значительным вкладом в развитие общей методологии совершенствования организационно-технических решений в сфере строительства многоэтажных жилых зданий. Эти разработки позволяют комплексно оценивать и измерять качество многоэтажных жилых зданий в процессе организации строительства.

В частности, значимость работы для теории и методологии заключается в усовершенствовании теоретических основ повышения качества и безопасности многоэтажных жилых зданий.

### **Практическая значимость работы**

– разработанная методика расчета комплексного показателя качества многоэтажных жилых зданий позволяет определять численное его значение с учетом влияния различных факторов в процессе организации строительства;

– разработанная и адаптированная математическая модель расчета комплексного показателя качества многоэтажных жилых зданий позволяет изучать влияние на величину этого параметра различных факторов;

– предложенный алгоритм расчета и корректировки (при необходимости) комплексного показателя качества многоэтажных жилых зданий позволяет разрабатывать меры по повышению эффективности организационно-технических решений в сфере строительства многоэтажных жилых зданий.

### **Методы исследования**

В рамках исследования были применены следующие методы:

- 1) системотехника строительства;
- 2) системный анализ;
- 3) методы экспертных оценок;
- 4) математическая статистика;

- 5) методы теории планирования эксперимента;
- б) робастные технологии в статистике.

В диссертационной работе используются положения, содержащиеся в трудах отечественных и зарубежных ученых в области системотехники строительства.

### **Положения, выносимые на защиту**

1. Теоретические разработки, представленные в работе, являющиеся сравнительно простым и удобным инструментом определения и повышения эффективности организационно-технических решений в сфере строительства многоэтажных жилых зданий в процессе организации строительства.
2. Результаты исследований влияния различных факторов на величину комплексного показателя качества строительства таких объектов.
3. Сведения об апробации и внедрении результатов использования предложенной методики оценки комплексного показателя качества многоэтажных жилых зданий в процессе организации строительства.
4. Рекомендации по дальнейшему использованию на практике результатов работы.

### **Степень достоверности результатов исследования**

Достоверность полученных результатов обусловлена применением научных методов исследования.

Кроме того, достоверность диссертационного исследования подтверждается репрезентативной выборкой, использованием обоснованных методов математической статистики, количеством проведенных наблюдений, сходимостью результатов теоретических и экспериментальных исследований и положительными результатами апробации согласно теме диссертации.

Проходило обсуждение положений диссертационной работы на заседаниях кафедры «Технологии и организация строительного производства» ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ».

### **Апробация результатов исследования**

Результаты исследований были доложены в рамках следующих мероприятий:

1. Конференция «Актуальные вопросы в науке и практике», 2018 г.;

2. Всероссийская научная конференция «Системотехника строительства. Киберфизические строительные системы – 2019»;

3. Международная научно-практическая конференция «Технологии, организация и управление в строительстве – 2020» («Technology, Organization and Management in Construction», ТОМiС–2020);

4. Семинары кафедры «Технологии и организация строительного производства» ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ».

Практическое внедрение результатов исследования осуществлялось на объектах ГК «ПИК».

**Личный вклад автора** в диссертации состоит в формировании комплексного показателя качества многоэтажных жилых зданий в процессе организации строительства, а также

, устанавливающих

научную новизну работы и практическую значимость, в  
и оценке их результатов, оценке следствий экспериментального исследования.

### **Публикации**

Результаты выполнения поставленных задач и достижения диссертации в целом опубликованы в следующих работах:

1. 2017–2020 гг. в 9 научных работах, в том числе в 6 работах в научных изданиях, входящих в действующий перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук, утвержденный Высшей аттестационной комиссией Министерства образования и науки Российской Федерации, и 3 работы в научных изданиях, индексируемых международной реферативной базой данных Scopus.

В диссертации использованы результаты научных работ, выполненных автором – соискателем ученой степени кандидата технических наук – лично и в соавторстве. Список опубликованных научных работ Я. В. Шестериковой (лично и в соавторстве) приведен в конце настоящего автореферата.



## **Структура диссертации**

Диссертационная работа включает в себя введение, четыре главы основного текста, заключение, список литературы из 133 источников. Работа представлена на 160 страницах машинописного текста, включая 20 рисунков, 26 таблиц и 6 приложений. Содержание диссертационного исследования соответствует пп. 1, 4, 7, 9 Паспорта специальности 05.02.22 – Организация производства (строительство).

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** изложена актуальность темы научного исследования. На основании этого сформулирована научно-техническая гипотеза, сформированы задачи и цель исследования, определены объект и предмет исследования, дано описание теоретической и практической значимости, научной новизны исследования, публикационной активности, личного вклада автора и методологии, которая была использована при осуществлении исследования.

**В первой главе** диссертации представлен анализ современных методик оценки качества многоэтажных жилых зданий, обозначены основные этапы жизненного цикла инвестиционно-строительного проекта, рассмотрены основные подходы к определениям «качество» и «комплексный показатель качества в строительстве».

Проведя анализ современных методик оценки качества в строительстве, автор пришла к выводу, что сегодня не существует единой методики, которая позволяла бы комплексно, с учетом качества единичных показателей оценивать качество объекта строительства, в том числе многоэтажного жилого здания.

Обозначены основные этапы жизненного цикла инвестиционно-строительного проекта. В рамках диссертационной работы автор рассматривает реализацию строительного объекта, включающую предынвестиционные исследования и планирование проекта, проектный и строительный этапы.

В рамках исследования осуществляется разработка методики повышения эффективности организационно-технических мероприятий по оптимизации уровня качества многоэтажных жилых зданий. В связи с этим вводится ранее не использовавшееся понятие для исследуемого типа объектов – комплексный показатель качества многоэтажных жилых зданий – комплексный показатель результативности

(КПР). При помощи такого коэффициента, как комплексный показатель качества жилых многоэтажных зданий, у подрядчика есть возможность сравнивать возможные варианты по повышению уровня качества, а также корректировать организационно-технические решения при необходимости, направленные на повышение эффективности строительства.

**Вторая глава** содержит основную методологию, которая была использована при организационно-техническом моделировании и при создании алгоритма расчета комплексной оценки качества многоэтажных жилых зданий.

Для решения поставленных в диссертационной работе задач выбраны следующие наиболее оптимальные методы, необходимые для подготовки и проведения теоретического исследования: методы экспертных оценок; системный анализ; квалиметрия; статистический анализ; системотехника в строительстве; методы теории планирования эксперимента, робастные технологии в статистике.

При обосновании задач, решаемых в процессе исследования, был изучен системный анализ, который дал возможность определения единых подходов. Проведена разработка этапов и дано описание особенностей планирования и проведения эксперимента. Определены основные принципы и подходы системотехники строительства, которые предполагается использовать при формировании комплексного показателя качества многоэтажных жилых зданий.

Метод квалиметрического анализа состоит из нескольких этапов:

- расчета требуемого числа экспертов, подбора группы;
- определения свойств объекта, оказывающих влияние на его качество с дальнейшей его структуризацией в иерархическое древо, учитывая при этом весовые характеристики каждого;
- обработка результатов методами математической статистики.

При планировании эксперимента требуется изучить всю имеющуюся информацию об объекте, на котором будет проводиться эксперимент, и получить достоверную информацию. Независимо от того, что представляют собой факторы, они должны как реальные величины обладать целым набором признаков, необходимых для наилучшего проведения опыта. Наличие ряда факторов, варьирующихся на

нескольких уровнях, способно повлечь за собой построение плана факторного полного эксперимента следующего вида:

$$N = M^k, \quad (1)$$

где  $M$  – число уровней варьирования,

а  $k$  – количество факторов.

Так, с учетом всех возникающих сложностей, масштаба производства в сфере строительства, подобного рода замысел достаточно проблематично воплотить в реальность. Поэтому чтобы решить эту проблему, автор сокращает количество факторов, применяя методологию факторного анализа, а также близких по характеристикам  $D$ -оптимальных планов в процессе построения матрицы планирования. Материалами для факторного анализа выступают корреляционные связи, критерии корреляции Пирсона, которые можно рассчитать через использование переменных факторов.

Робастные процедуры часто применяются при обработке экспертных данных. В работе применен следующий подход: на первом шаге выявляются и исключаются «нетипичные» наблюдения; на втором шаге к оставшимся наблюдениям применяется метод МНК.

В качестве робастной процедуры была использована процедура «урезанное среднее заданного уровня». Взят уровень 5 %. Она обеспечивает получение достаточно эффективных и надежных оценок при наличии в выборке порядка 5 % «нетипичных наблюдений».

Использование перечисленных методов и принципов является основой для проведения эксперимента и построения на основе наиболее значимых факторов математической модели.

**В третьей главе** диссертационного исследования определены основные параметры, а также проанализированы основные факторы, влияющие на комплексный показатель качества многоэтажных жилых зданий на различных стадиях жизненного цикла проекта; проведен эксперимент, результаты которого обработаны методами

математической статистики; изучено поведение комплексного показателя качества многоэтажных жилых зданий при изменении показателей групп факторов; сформирована методика комплексной оценки качества многоэтажных жилых зданий.

Исследовательская работа разделена на два этапа: первый сопряжен с выделением групп факторов, способных оказать существенное воздействие на качество многоэтажных жилых зданий, второй является оценкой воздействия каждого из рассмотренных факторов в отдельности, а также того, как они взаимодействуют между собой, какое влияние оказывают друг на друга.

С помощью исследований, основанных на изучении научной литературы и оценках экспертов, получены исходные данные для первого этапа исследований. Их основной принцип заключается в детальном рассмотрении лишь тех факторов, которые наибольшим образом оказывают влияние на качество многоэтажных жилых зданий.

По результатам осуществленного анкетирования выделено одиннадцать факторов, максимально влияющих на комплексный показатель качества многоэтажных жилых зданий: технические условия на объекты ( $P_1$ ); достоверный и полный объем материалов, включающий все разделы по инженерным изысканиям (отчеты об инженерно-геодезических, инженерно-геологических, инженерно-экологических, инженерно-гидрологических изысканиях и пр.) ( $P_2$ ); соблюдение соответствия проектных решений требованиям СП, ГОСТ и других нормативно-технических документов, действующих на момент проведения экспертизы ( $P_3$ ); полное соответствие поставляемых материалов и оборудования требованиям нормативной и проектной документации ( $P_4$ ); соблюдение требований организационно-технических решений ( $P_5$ ); соблюдение последовательности работ ( $P_6$ ); проведение геотехнического мониторинга ( $P_7$ ); наличие подъемных механизмов ( $P_8$ ); численный и квалификационный состав, включающий специалистов с опытом работы и соответствующим уровнем квалификации, ( $P_9$ ); применение промышленных опалубочных систем ( $P_{10}$ ); использование современного инженерного оборудования ( $P_{11}$ ).

По результатам опроса экспертов выделены наиболее значимые восемь параметров:  $P_1, P_2, P_5, P_6, P_7, P_8, P_{10}, P_{11}$ . Наличие восьми факторов, которые изменяются на 3 уровнях, влечет построение плана факторного эксперимента вида:

$$N = 3^k = 3^8 = 6561, \quad (2)$$

где 3 – число уровней варьирования,

а 8 – количество факторов.

Чтобы оценить качество строительства многоэтажных жилых зданий при сочетании восьми факторов, необходимо осуществить строительство 6561 объектов. В рамках данного диссертационного исследования осуществить подобный замысел невозможно.

Для успешного решения данной проблемы автор сводит к минимуму число факторов, используя при этом методологию факторного анализа, вследствие чего использованы близкие по критериям *D*-оптимальные планы, учитывая и построение матрицы планирования, чтобы предусмотреть все особенности процесса должным образом.

Завершив процесс установления корреляционных связей между параметрами, созданы четыре группы взаимосвязанных переменных:  $Z_1; Z_2; Z_3; Z_4$ .

Таблица 1 – Кодированные значения факторов

Натуральный вид	Код	-1	0	+1
Технические условия на объекты, соблюдение последовательности работ	$z_1$	Не присутствуют; последовательность работ не соблюдена	Частично присутствуют; последовательность работ соблюдена частично	Присутствуют; последовательность работ соблюдена
Достоверный и полный объем материалов, включающий все разделы по инженерным изысканиям, проведение геотехнического мониторинга	$z_2$	Отсутствие большинства разделов и отчетов; не проведен	Отсутствие отдельных разделов и отдельных отчетов; частично проведен	Присутствие всех разделов и отчетов; проведен

Соблюдение требований организационно-технических решений, наличие подъемных механизмов	$z_3$	Не соблюдены; на строительной площадке работают подъемные краны, выполняющие все виды подъемов	Частично соблюдены; на площадке имеются подъемные краны и пассажирские подъемники	Соблюдены; на площадке имеются подъемные краны, грузо-пассажирские подъемники и другие механизмы подачи на высоту бетона и смесей
Применение промышленных опалубочных систем; использование современного инженерного оборудования	$z_4$	Не применены; не использовано	Частично применены; частично использовано	Применены; использовано

С целью уменьшения количества проводимых опытов использован *D*-оптимальный трехуровневый композиционный план. Данный план включает в себя опыты полного параметрического эксперимента с добавлением к ним опытов в центре плана и в «звездных точках», которые имеют расположение непосредственно на осях ложного пространства. С целью сбора нужной информации методом анкетирования был составлен опросный документ. В данном опросном документе отдельно взятая группа экспертов проводила оценивание при помощи бальной системы в диапазоне 0 до 100 с интервалом в 5 баллов. Ими проводилась оценка значения качества многоэтажных жилых зданий, который формируется сочетанием параметров, влияющих на него.

Как итог, средние значения оценок экспертов подверглись стратификации по композиционному плану по каждой точке. Исходя из проведенных исследований делаем вывод, что наиболее адекватной моделью является общая квадратичная модель (коэффициент детерминации 0,965):

$$Y = 54,83 + 8,89 z_1 + 9,45 z_2 + 5,83 z_3 + 5,83 z_4 + 0,2 z_1^2 + 5,2 z_2^2 + 2,7 z_3^2 + 2,7 z_4^2 - 2,5 z_1 z_2 - 1,25 z_1 z_3 + 1,86 z_1 z_4 - 1,86 z_2 z_3 - 3,12 z_2 z_4 + 0,2 z_3 z_4 \quad (3)$$

Полученное уравнение регрессии второго порядка можно использовать для дальнейшего исследования функции отклика.

Анализ зависимости комплексного показателя качества от исследуемой группы факторов возможно представить в графическом виде. Для этого необходимо построить 3-мерный график поверхности полученного уравнения регрессии в зависимости от разных групп факторов. Принимая во внимание, что число факторов 4, удобным будет изучать получаемые поверхности попеременным сочетанием 2 действующих факторов, когда остальные 2 находятся в фиксированном положении. В данной ситуации это станет серия, состоящая из 6 зависимостей в графике. Они описывают попеременное влияние 2 групп факторов на изменения КПР (комплексного показателя качества). Например:

$$\text{КПР} = f(z_1, z_2) = 54,83 + 8,89 z_1 + 9,45 z_2 + 0,2 \quad + 5,2 \quad - 2,5 \quad (4)$$

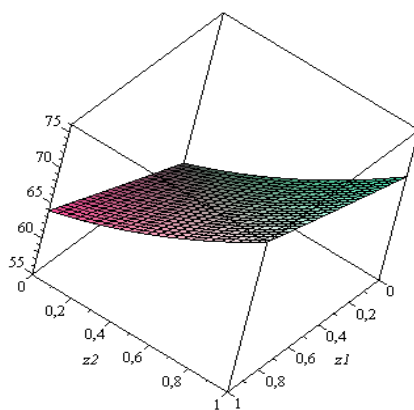


Рисунок 1 – Характер изменения КПР от влияния двух групп факторов  $z_1, z_2$

Совместное действие факторов  $z_1$  и  $z_2$  оказывает умеренное воздействие на величину КПР и стимулирует линейный характер протекающих процессов.

$$\text{КПР} = f(z_1, z_3) = 54,83 + 8,89 z_1 + 5,83 z_3 + 0,2 \quad + 2,7 \quad . \quad (5)$$

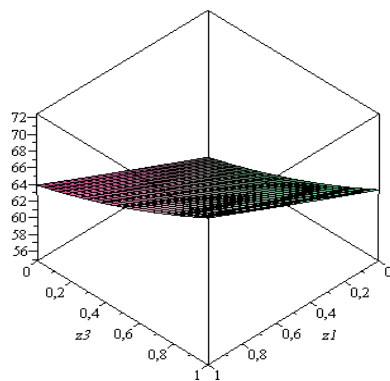


Рисунок 2 – Характер изменения КПП от влияния двух групп факторов  $z_1, z_3$

При исследовании совместного влияния факторов  $z_1$  и  $z_3$  на величину комплексного показателя  $KPP = f(z_1, z_3)$  превалирует линейная зависимость от  $z_1$  и  $z_3$ , хотя наблюдается более выраженная квадратическая зависимость от фактора  $z_3$ .

Аналогичные графики получены для остальных переменных.

Измерение значений потенциальных состояний параметров, определяющихся с применением весов параметров, стало окончательным этапом сбора и структурирования данных. Метод вариационного ряда анализа был применен для нахождения весов параметров.

Процесс определения значения потенциальных состояний параметров произведен вслед за определением значения весов параметров. При создании таблицы уровней параметров, позволившей дать оценку текущего состояния и эффективности организационно-технических решений, использованы группы экспертов и метод анализа иерархий.

После получения безразмерного дискретного значения при возведении многоэтажного жилого здания для его качественной интерпретации необходимо адаптировать «использование количественных диапазонов значений обобщенной функции желательности Харрингтона» под определенные.

В связи с тем, что ко

функции «хорошо» и «очень хорошо» и «плохо» и «очень плохо», для строительства носят одинаковую смысловую нагрузку, то их необходимо объединить.



представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Перевод количественной оценки в качественную

№ п.п.	Градация значений	Градация шкала желательности	Психофизическая оценка
1	Более 63,10	0,64–1,00	Хорошо
2	58,12–63,00	0,37–0,63	Удовлетворительно
3	Менее 58,11	0,00–0,36	Плохо

С созданием комплексной оценки и алгоритмов расчета КПП произведено описание методики комплексной оценки качества многоэтажных жилых зданий:

1. Мониторинг организационно-технических решений, которые задействуются в процессе работ по возведению многоэтажного жилого здания с учетом соблюдения действующих норм;

2. Соотношение организационно-технических решений, учитывая параметры, что приведены в табличном виде;

3. Определение комплексного показателя качества многоэтажного жилого здания;

4. Уже полученное значение должным образом соотносится с табличными данными качественной интерпретации дискретной оценки, с определением качественной оценки разработанных организационно-технических решений.

Если удалось обнаружить неудовлетворенную оценку качества, можно прибегнуть к использованию такой методики:

1) Проведение мероприятий, благодаря которым удастся добиться существенного повышения показателя качества со сведением к минимуму финансовых затрат, возможных неблагоприятных последствий для самого заказчика работ;

2) Проведение расчетов новых значений уточненных показателей;

3) Повторное определение показателя;

4) Повторное соотнесение критерия с табличными данными качественной интерпретации для определения качественной оценки уже утвержденных организационно-технических решений.

**В четвертой главе** описана апробация и внедрение методики комплексной оценки качества многоэтажных жилых зданий. Применение результатов исследования (расчет комплексного показателя качества) производился при строительстве многоэтажных жилых зданий в Московской области.

Первый этап исследования включал в себя первичный сбор и процесс анализа информации. В последующем были сформированы замечания и рекомендации, способствующие увеличению значения комплексного показателя качества многоэтажного жилого здания. А определение изменений КПП при корректировке, с учетом рекомендаций, вошло во второй этап.

После проведенного анализа на объекте «Жилой 25-этажный дом ЖК «Саларьево парк» к. 9» (ГК «ПИК») нами был получен следующий результат, как итог расчета:

(6)

Полученное значение находилось в диапазоне значений психофизической оценки «плохо».

Проанализировав данные, мы пришли к выводу, что для достижения психофизического уровня «хорошо» следует повышение четырех из параметров ( ). Это возможно достичь, используя организационно-технические решения, которые напрямую или косвенно связаны с рассматриваемыми параметрами. В результате было получено следующее значение:

(7)

Данное значение соответствовало психофизической оценке «хорошо».

Таблица 3 – Уровни варьирования факторов и их значения

№ п/п	Наименование фактора	Условное обозначение	Уровни варьирования	Значение / Код значения до внедрения методики	Значение / Код значения после внедрения методики
1.	Технические условия на объекты	P <sub>1</sub>	частично присутствуют	58,12/2	58,12/2
2.	Достоверный и полный объем материалов, включающий все разделы по инженерным изысканиям	P <sub>2</sub>	отсутствие отдельных разделов и отдельных отчетов	58,12/2	58,12/2
3.	Соблюдение требований организационно-технических решений	P <sub>5</sub>	частично соблюдены	58,12/2	58,12/2
4.	Соблюдение последовательности работ	P <sub>6</sub>	не соблюдена	27,5/1	91,25/3
5.	Проведение геотехнического мониторинга	P <sub>7</sub>	не проведен	27,5/1	27,5/1
6.	Наличие подъемных механизмов	P <sub>8</sub>	на площадке имеются подъемные краны и пассажирские подъемники	58,12/2	91,25/3
7.	Применение промышленных опалубочных систем	P <sub>10</sub>	не применены	27,5/1	58,12/2
8.	Использование современного инженерного оборудования	P <sub>11</sub>	не использовано	27,5/1	58,12/2

После проведенного анализа на объекте «Жилой 25-этажный дом ЖК «Саларьево парк» к. 18.2» (ГК «ПИК») полученное значение находилось в диапазоне значений психофизической оценки «удовлетворительно». Далее использован алгоритм по повышению значения КИР. Полученное значение соответствовало психофизической оценке «хорошо».

В рамках проведенного внедрения на реальных объектах строительства установлена и доказана значимость методики, разработанной автором.

Данная методика является полноценным инструментом для участников строительства, позволяющая на различных стадиях строительного проекта при помощи такого инструмента, как «комплексный показатель качества многоэтажных жилых зданий», определять уровень качества, а также корректировать организационно-технические решения, при необходимости.

Доказано, что повышение факторов до более высокого уровня приводит к сокращению продолжительности строительства на 19 дней. Сокращение затрат, связанных с возведением рассматриваемого объекта, составляет порядка 15 805 340 рублей, что приводит к повышению экономического эффекта.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. Проведен обзор современных методик оценки качества многоэтажных жилых зданий, который позволяет прийти к выводу, что на данный момент актуальной проблемой является отсутствие комплексного подхода к оцениванию качества многоэтажных жилых зданий, который помогал бы учитывать комплекс имеющихся факторов, влияющих на уровень качества строительства жилых многоэтажных зданий, удовлетворять потребности строительной отрасли в контроле качества строительного производства во время всего жизненного цикла осуществляемого проекта; обозначены основные этапы жизненного цикла инвестиционно-строительного проекта. В рамках диссертационной работы автор рассматривает реализацию строительного объекта, включающую предынвестиционные исследования и планирование проекта, проектный и строительный этапы; доказана справедливость выдвинутой в работе гипотезы о возможности практического использования понятия «комплексный показатель качества многоэтажных жилых зданий».

2. Проведен выбор, структуризация и ранжирование основных факторов, оказывающих влияние на качество многоэтажных жилых зданий на различных стадиях жизненного цикла проекта в процессе организации строительства.

3. Создан математический аппарат для определения численного значения предлагаемого многофакторного критерия; сформирована методика для расчета комплексного показателя качества многоэтажных жилых зданий в процессе организации строительства. Данная методика позволяет на различных стадиях

инвестиционно-строительного проекта при помощи такого инструмента, как «комплексный показатель качества многоэтажных жилых зданий», определять уровень качества, а также корректировать организационно-технические решения, при необходимости.

4. Изучено поведение комплексного показателя качества многоэтажных жилых зданий при изменении показателей различных групп факторов. Построен трехмерный график поверхности уравнения регрессии, исходя из различных групп факторов. Полученные поверхности изучены попеременным сочетанием двух действующих факторов, когда остальные два находятся в фиксированном положении.

5. Установлена возможность и целесообразность внедрения указанной методики в жилищное строительство. Данная методика позволяет комплексно оценивать и измерять качество многоэтажных жилых зданий; выполнена практическая апробация и внедрение результатов исследования на объектах «Жилой 25-этажный дом ЖК «Саларьево парк» к. 9», «Жилой 25-этажный дом ЖК «Саларьево парк» к. 18.2» (ГК «ПИК»); проведена оценка экономической эффективности повышения качества многоэтажных жилых зданий. Доказано, что повышение факторов до более высокого уровня приводит к сокращению продолжительности строительства на 19 дней, сокращение затрат, связанных с возведением рассматриваемого объекта, составляет порядка 15 805 340 рублей.

## **ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

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

1. Лapidус А. А., Шестерикова Я. В. Формирование потенциала комплексного показателя качества в строительстве // Вестник гражданских инженеров. – 2019. – № 1 (72). – С. 90–93.

2. Лapidус А. А., Шестерикова Я. В. Формирование инструмента оценки комплексного показателя качества в строительстве // Системы. Методы. Технологии. – 2018. – № 1 (37). – С. 90–93.

3. Лapidус А. А., Шестерикова Я. В. Исследование комплексного показателя качества выполнения работ при возведении строительного объекта // Современная наука и инновации. – 2017. – № 3. – С. 128–132.

4. Лapidус А. А., Шестерикова Я. В. Разработка математической модели оценки комплексного показателя качества при возведении многоэтажных жилых зданий // Наука и бизнес: пути развития. – 2019. – № 1 (91). – С. 44–48.

5. Лapidус А. А., Шестерикова Я. В. // Анализ математической модели оценки комплексного показателя качества // Наука и бизнес: пути развития. – 2019. – № 4 (94). – С. 91–94.

6. Шестерикова Я. В. Практическое применение комплексного показателя качества многоэтажных жилых зданий // Строительное производство. – 2020. – № 1. – С. 17–21.

**Статьи, опубликованные в журналах, индексируемых в международных реферативных базах Scopus, Web of Science, Agris:**

1. Lapidus A. A., Shesterikova I. V. Mathematical model for assessment the potential of the high-rise apartment buildings complex quality index // E3S Web of Conferences 91, 02025 (2019) TPACEE-2018. – URL: [tps://doi.org/10.1051/e3sconf /20199102025](https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199102025) TPACEE-2018.

2. Lapidus A. A., Shesterikova I. V. Development of mathematical model of high rise apartment buildings construction complex quality index assestment// A. Lapidus and Y. Shesterikova. – 2020. – IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 753 032033.

3. Azariy Lapidus, Sergey Sinenko, and Yana Shesterikova «E3S Web of Conferences» Qualitative analysis of safety factors of organizational and technological decisions made at the stage of development of project documentation // E3S Web of Conferences 164, 08005 (2020). – URL: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016408005>.