

На правах рукописи



ШЕСТЕРИКОВА ЯНА ВАЛЕРЬЕВНА

**ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ КАЧЕСТВА
МНОГОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ**

05.02.22 - Организация производства (строительство)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Иваново – 2020

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: **Кзаков 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 20 ноября 2020 г. в 12.00 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).

Автореферат разослан « ____ » _____ 2020 г.

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



Н.В. Заянчуковская

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

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

В настоящее время строительная отрасль сталкивается со множеством проблем, одной из основных которых является проблема повышения уровня качества строительной продукции.

Данный вопрос связан с необходимостью повышения безопасности, снижения аварийности недоброкачественно построенных зданий и сооружений, со снижением эксплуатационных расходов для поддержания требуемого технического состояния объекта строительства, сроком его эксплуатации и инвестиционной привлекательностью проекта.

Многоэтажные жилые здания занимают большой удельный вес в практике российского и мирового жилищного строительства.

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 при возведении многоэтажных жилых зданий.

Комплексный показатель качества позволит на различных этапах жизненного цикла инвестиционного проекта, начиная с этапа проектирования объекта и заканчивая его вводом в эксплуатацию, оценить качество жилых многоэтажных зданий и скорректировать организационно-технические мероприятия при необходимости.

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.

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., Байбурин А. Х., Теличенко В. И., Лapidус А. А. и других.

Научно-техническая гипотеза

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

Цель исследования

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

Задачи исследования

- анализ существующих подходов к оценке качества многоэтажных жилых зданий;
- обоснование методологической схемы исследования для оценки комплексного показателя качества многоэтажных жилых зданий;
- выбор, структуризация и ранжирование факторов, оказывающих влияние на качество многоэтажных жилых зданий на различных стадиях жизненного цикла проекта;
- создание математического аппарата для определения численного значения предлагаемого многофакторного критерия;
- формирование методики для расчета комплексного показателя качества многоэтажных жилых зданий;
- практическая апробация и внедрение предложенных решений на базе реальных проектов многоэтажных жилых зданий;
- выявление и анализ перспективных направлений дальнейших исследований в рамках обозначенной предметной области.

Научная новизна

1. Введено понятие «комплексный показатель качества многоэтажных жилых зданий».
2. Предложено использовать комплексный показатель для определения уровня качества многоэтажных жилых зданий.
3. Разработана и адаптирована математическая модель расчета комплексного показателя качества многоэтажных жилых зданий.
4. Предложена методика расчета комплексного показателя качества многоэтажных жилых зданий.
5. Разработана методика повышения комплексного показателя качества при проектировании и возведении многоэтажных жилых зданий.

Теоретическая значимость работы

Опыт практической реализации результатов исследований свидетельствует о возможности и целесообразности внедрения разработанной методики расчета комплексного показателя качества многоэтажных жилых зданий в гражданское строительство. Данная методика позволяет комплексно оценивать и измерять качество многоэтажных жилых зданий.

Значимость работы для теории и методологии заключается в усовершенствовании теоретических основ повышения качества и безопасности многоэтажных жилых зданий.

Практическая значимость работы

- разработана методика расчета комплексного показателя качества многоэтажных жилых зданий;
- разработана и адаптирована математическая модель расчета комплексного показателя качества многоэтажных жилых зданий;
- предложен алгоритм расчета и корректировки (при необходимости) комплексного показателя качества 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;
6. 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. Комплексный показатель качества многоэтажных жилых зданий и факторы, формирующие его;
2. Методика оценки комплексного показателя качества многоэтажных жилых зданий;
3. Математическая модель расчета комплексного показателя качества многоэтажных жилых зданий;
4. Апробация и внедрение результатов использования сформированной методики оценки комплексного показателя качества многоэтажных жилых зданий.

Степень достоверности результатов исследования

Достоверность полученных результатов, обусловлена применением научных методов исследования.

Также достоверность диссертационного исследования подтверждается количеством проведенных наблюдений, репрезентативной выборкой, использованием обоснованных методов математической статистики, 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. 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 создании методики комплексной оценки качества многоэтажных жилых зданий, а также в определении заключений, устанавливающих научную новизну работы и практическую значимость, выполнении численных исследований 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, включающий 132 источника. Работа представлена на 138 страницах машинописного текста, включая 21 рисунок, 21 таблицу и 5 приложений.

Содержание диссертационного исследования соответствует п. п. 1, 4, 7, 8, 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, рассмотрены основные параметры, оказывающие влияние на качество многоэтажных жилых зданий, а также рассмотрены подходы к определениям «качество» и «комплексный показатель качества в строительстве».

Проведя анализ современных методик оценки качества в строительстве, автор пришла к выводу, что в строительной отрасли системы управления качеством международного уровня ограничиваются общими требованиями, достаточно формальными, на сегодняшний день не существует единой методики, которая бы позволяла комплексно оценивать качество объекта строительства.

После проведенного анализа литературы автором выделены основные параметры, которые влияют на качество готового объекта строительства: исходно-разрешительная документация; инженерные изыскания; проектная документация; организационная структура организации; используемое оборудование и материалы; осуществление строительно-монтажных работ; исполнительные и иные документы, которые необходимо оформить, чтобы произвести сдачу объекта в эксплуатацию, пройти экспертизу на соответствие утвержденным нормам.

Понятие «комплексный показатель качества» определяется в литературных источниках как показатель качества, дающий представление о нескольких

свойствах объекта. Использование такого показателя дает возможность охарактеризовать объект полностью или группу его свойств.

В рамках данного диссертационного исследования комплексный показатель качества автором рассматривается с точки зрения системотехники, в качестве комплекса единичных факторов, воздействующих на качество многоэтажного жилого здания.

В рамках исследования осуществляется разработка методики повышения эффективности организационно-технических мероприятий по оптимизации уровня качества многоэтажных жилых зданий. В связи с чем вводится ранее не использовавшееся понятие для исследуемого типа объектов – комплексный показатель качества многоэтажных жилых зданий - комплексный показатель результативности (КПР). Под данным понятием понимается комплексный показатель результативности организационно-технических мероприятий в ходе проектирования и возведения многоэтажных зданий жилого назначения, отражающий прогностическую оценку технических и организационных решений, в случае установления его в начале проекта, либо реальную оценку, в случае рассмотрения завершеного проекта, в дискретной конечной форме.

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 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 производстве планирования эксперимента требуется изучить всю имеющуюся информацию об объекте, на котором будет проводиться эксперимент и получить достоверную информацию. В непосредственной независимости от того, что представляют собой факторы, они должны как реальные величины обладать целым набором признаков, необходимыми для наилучшего проведения опыта, а именно:

1. должны быть управляемыми: исследователь должен устанавливать и поддерживать на протяжении всего проведения опыта значение (уровень) каждого показателя;

2. объективными: каждый из факторов не должен выступать функцией иных факторов; надежность и точность их измерения должны быть высокими, а все комбинации факторов должны быть безопасными и осуществимыми;

Наличие ряда факторов, варьирующихся на нескольких уровнях, способно повлечь за собой построение плана факторного полного эксперимента следующего вида:

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

где: M – число уровней варьирования, а k – количество факторов.

Так, с учетом всех возникающих сложностей, непосредственного 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 путем применения близких по характеристикам D -оптимальных планов в процессе построения матрицы планирования.

Отметим, что цель факторного анализа предполагает редукцию исходной информации, выявленных сведений, чтобы понять, какая конкретно существует между ними связь. Материалами для факторного анализа в данном случае выступают именно корреляционные связи, критерии корреляции Пирсона, которые можно рассчитать через использование переменных факторов.

Робастные процедуры часто применяются при обработке экспертных данных.

В работе был 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". Был взят уровень 5%. Она обеспечивает получение достаточно эффективных и надежных оценок при наличии в выборке порядка 5% "нетипичных наблюдений".

Использование перечисленных методов, а также принципов являются основой для проведения эксперимента и построения на основе наиболее значимых факторов математической модели.

Третья глава диссертации посвящена аналитическим аспектам разработки методики оценки комплексного показателя качества многоэтажных жилых зданий.

В частности, анализу основных факторов, влияющих на комплексный показатель качества, поиска необходимого и достаточного количества опытов, проведении эксперимента, построению математической модели в виде уравнения регрессии второго порядка, анализу поведения полученной математической модели при различных значениях параметров. Выполнен расчет весовых показателей исследуемых факторов.

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, 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.

Основной их 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 (P₁); достоверный и полный объем материалов, включающий все разделы по инженерным изысканиям (отчеты об инженерно-геодезических, об инженерно-геологических, инженерно-экологических, инженерно-гидрологических изысканиях и пр.) (P₂); соблюдение соответствия проектных решений требованиям СП, ГОСТ и других нормативно - технических документов, действующих на момент проведения экспертизы (P₃); полное соответствие поставляемых материалов и оборудования требованиям нормативной и проектной документации (P₄); соблюдение требованиям организационно-технических решений (P₅); соблюдение последовательности работ (P₆); проведение геотехнического мониторинга (P₇); наличие подъемных механизмов (P₈); численный и квалификационный состав, включающий специалистов с опытом работы и соответствующим уровнем квалификации (P₉); применение промышленных опалубочных систем (P₁₀); использование современного оборудования с высокой производительностью (P₁₁).

По результатам опроса экспертов выделены наиболее значимые восемь параметров: P₁, P₂, P₅, P₆, P₇, P₈, P₁₀, P₁₁.

Наличие восьми факторов, которые изменяются на 3 уровнях, влечет построение плана факторного эксперимента вида:

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

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, учитывая сложность производства в сфере строительства, задействование специалистов подходящей квалификации и продолжительность работ.

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 (отчеты об инженерно-геодезических, об инженерно-геологических, инженерно-экологических, инженерно-гидрологических изысканиях и пр.), 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 требованиям 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 индустриальных опалубочных систем; использование современного оборудования с высокой производительностью	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):

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

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-х 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 два 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:

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

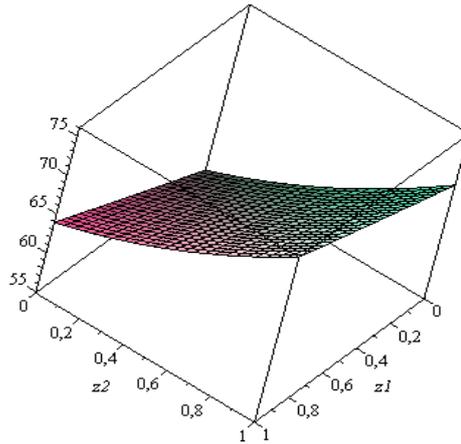


Рисунок 1. Характер изменения КПР от влияния двух групп факторов z_1, z_2

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

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

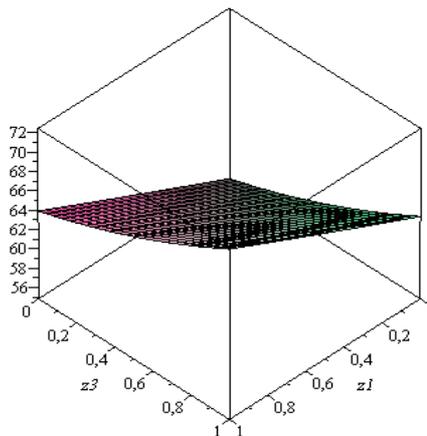


Рисунок 2. Характер изменения КПР от влияния двух групп факторов z_1, z_3

При исследовании совместного влияния факторов z_1 и z_3 на величину комплексного показателя $\text{КПР} = f(z_1, z_3)$ 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, необходимых для оценки организационно-технической модели. Метод вариационного ряда анализа был применен для нахождения весов параметров. Данный метод допустил получение веса параметра организационно-технической модели ($W_1, W_2, W_3 \dots W_n$), основываясь на проведенном экспериментальном исследовании.

Все полученные результаты вычислений свелись в таблицу весов параметров:

Таблица 2

Веса параметров P_i

$W_1(P_1)$	$W_2(P_2)$	$W_3(P_5)$	$W_4(P_6)$	$W_5(P_7)$	$W_6(P_8)$	$W_7(P_{10})$	$W_8(P_{11})$
0,17	0,16	0,12	0,11	0,12	0,16	0,09	0,07

Процесс определения значения потенциальных состояний параметров был произведен вслед за определением значения весов параметров. При создании таблицы уровней параметров, позволившей дать оценку текущего состояния и эффективности организационно-технических решений, были 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 количественный диапазон значений, имеющих качественные интерпретации значений функции: «Хорошо» и «Очень хорошо» и «Плохо» и «Очень плохо», для строительства носят одинаковую смысловую нагрузку, то их необходимо объединить.

Итоговая таблица качественной интерпретации дискретной оценки качества многоэтажных жилых зданий представлена в таблице 3.

Таблица 3

Перевод количественной оценки в качественную

№ п.п.	Градация значений	Градация шкала желательности	Психофизическая оценка
1.	Более 60	0,63-1,00	Хорошо
2.	54.83 – 60	0,37-0,63	Удовлетворительно
3.	Менее 54.82	0,00-0,37	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, как:

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.

Если заказчика все же не устраивает значение показателя, можно воспользоваться повторением алгоритма до момента, когда работа удовлетворит всем требованиям.

В четвертой главе описан процесс подготовки требующихся данных для оценивания организационно-технической модели, а также описана апробация методики комплексной оценки качества многоэтажных жилых зданий.

Применение результатов исследования (расчет комплексного показателя качества) производился при строительстве многоэтажных жилых зданий в Московской области.

Процесс исследования был разделен на два этапа. 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 КПР при корректировке, с учетом рекомендаций, вошло во второй этап.

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

$$\text{КПР} = \sum_{i=1}^n W_i p_i = 46,17 \quad (6)$$

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

Далее использован алгоритм по повышению значения комплексного показателя качества многоэтажных жилых зданий.

Проанализировав данные, мы пришли к выводу, что для достижения психофизического уровня «хорошо» следует повышение четырех из параметров ($P_{6,8,10,11}$). Это возможно достичь используя организационно-технические

решения, которые напрямую или косвенно связаны с рассматриваемыми параметрами.

Как результат было получено следующее значение:

$$КПР = \sum_{i=1}^n W_i p_i = 63,39 \text{ (7)}$$

Данное значение соответствовало психофизической оценке «хорошо».

Таблица 4

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 ₁	частично присутствуют	58,12/2	58,12/2
2.	Достоверный и полный объем материалов, включающий все разделы по инженерным изысканиям (отчеты об инженерно-геодезических, об инженерно-геологических, инженерно-экологических, инженерно-гидрологических изысканиях)	P ₂	отсутствие отдельных разделов и отдельных отчетов	58,12/2	58,12/2
3.	Соблюдение требованиям организационно-технологических решений	P ₅	частично соблюдены	58,12/2	58,12/2
4.	Соблюдение последовательности работ	P ₆	не соблюдена	27,5/1	91,25/3
5.	Проведение геотехнического мониторинга	P ₇	не проведен	27,5/1	27,5/1

6.	Наличие подъемных механизмов	P_8	на площадке имеются подъемные краны и пассажирские подъемники	58,12/2	91,25/3
7.	Применение промышленных опалубочных систем	P_{10}	не применены	27,5/1	58,12/2
8.	Использование современного оборудования с высокой производительностью	P_{11}	не использовано	27,5/1	58,12/2

После проведенного анализа на объекте "Жилой 25-этажный дом ЖК «Саларьево парк» к. 18.2 по адресу: г. Москва, НАО, поселение Московское (ГК «ПИК») полученное значение КПР находилось в диапазоне значений психофизической оценки «удовлетворительно».

Далее использован алгоритм по повышению значения комплексного показателя качества многоэтажных жилых зданий.

Полученное значение соответствовало психофизической оценке «хорошо».

В рамках проведенного внедрения на реальных объектах строительства уставлена и доказана реальная значимость методики, разработанной автором в рамках диссертационной работы.

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.

РЕКОМЕНДАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

1. Рассчитать экономическую эффективность повышения качества строительства при проектировании и возведении многоэтажных жилых зданий;

2. Расширение базы данных, которая позволяет определять комплексный показатель качества многоэтажных жилых зданий;

3. Создание программы, позволяющей автоматизировать сбор данных и визуализировать результаты применения метода повышения качества многоэтажных жилых зданий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проведен анализ существующих методик оценки качества многоэтажных жилых зданий;

2. Проведен отбор и исследование основных факторов, влияющих на качество многоэтажных жилых зданий на различных стадиях жизненного цикла проекта;

3. Изучено поведение комплексного показателя качества многоэтажных жилых зданий при изменении показателей различных групп факторов;

4. Разработана математическая модель, при помощи которой есть возможность комплексно оценивать эффективность организационно-технических мероприятий, влияющих на качество жилых многоэтажных зданий;

5. Сформирована методика для расчета комплексного показателя качества многоэтажных жилых зданий;

6. Выполнена практическая апробация результатов исследования на объектах «Жилой 25-этажный дом ЖК «Саларьево парк» к. 9, к. 18.2 по адресу: г. Москва, НАО, поселение Московское (ГК «ПИК»);

7. Рассмотрены перспективные направления дальнейших исследований, состоящие в разработке теоретических и методологических основ комплексного показателя качества многоэтажных жилых зданий.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

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

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 (1). 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 г. - № 4 (94). С. 91-94;

6. Шестерикова Я.В. Практическое применение комплексного показателя качества многоэтажных жилых зданий// Строительное производство. - 2020 г. - № 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 (<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) (<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016408005>).