

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи



БИДОВ Тембот Хасанбиевич

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ
КАЧЕСТВА МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НЕРАЗРУШАЮЩИМИ
МЕТОДАМИ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

05.02.22 – Организация производства (строительство)

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель:
доктор технических наук, профессор
Лapidус Азарий Абрамович

МОСКВА – 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	5
Глава 1. Обзор современных методик и методов оценок влияний организационно-технических и управленческих решений на проведение испытаний по контролю и оценке прочности неразрушающими методами при возведении монолитных железобетонных конструкций жилых зданий. Постановка проблемы.....	12
1.1 Исследование организационно-технических и управленческих решений в строительстве, способствующих повышению качества строительной продукции при возведении монолитных конструкций жилых зданий.....	13
1.2 Особенности организационно-технологического проектирования системы контроля качества неразрушающими методами.....	16
1.3 Обзор мероприятий по использованию методов неразрушающего контроля при возведении монолитных железобетонных конструкций жилых зданий.....	18
1.4 Обзор организационно-технического потенциала в строительстве. Постановка задачи.....	25
1.5 Выводы.....	32
ГЛАВА 2. Методологические основы оценки влияния организационных, технологических и управленческих решений на потенциал использования методов неразрушающего контроля при возведении монолитных конструкций жилых зданий.....	35
2.1 Система контроля качества монолитного строительства на строительной площадке	36
2.2 Метод экспертных оценок	41
2.3 Системотехника в строительстве.....	46
2.4 Метод информационных технологий.....	51
2.5 Метод организационно-технологической надежности.....	55
2.6 Планирование эксперимента.....	57

2.7 Выводы	59
ГЛАВА 3. Разработка модели оценки системы контроля качества монолитных конструкций неразрушающими методами в зависимости от принятых организационно-технических и управленческих решений.....	61
3.1 Описание параметров производственно-технологических модулей, планируемых применить для разработки математической модели.....	62
3.2 Исследование параметров производственно-технологических модулей, оказывающих воздействие на организационно-технический потенциал использования методов неразрушающего контроля при возведении монолитных конструкций жилых зданий.....	65
3.2.1 Готовность строительной площадки для проведения испытаний.....	66
3.2.2 Наличие и своевременность предоставления сведений о бетоне.....	66
3.2.3 Уровень квалификации персонала	67
3.2.4 Качество проектной документации (проработанность Организационно-технической документации).....	67
3.2.5 Применение методов неразрушающего контроля (прямой, косвенный)	68
3.2.6 Сезонные условия проверки	68
3.2.7 Присутствие лаборатории на строительной площадке	68
3.2.8 Сроки проведения испытаний после формирования конструкции.....	69
3.3 Проведение эксперимента.....	69
3.4 Математическая модель расчета организационно-технического потенциала использования методов неразрушающего контроля.....	92
3.5 Комплексная оценка организационно-технического потенциала использования методов неразрушающего контроля при возведении монолитных конструкций жилых зданий.....	94
3.6 Выводы по главе.....	96

ГЛАВА 4. Практическое применение расчета организационно-технического потенциала использования методов неразрушающего контроля при возведении монолитных конструкций жилых зданий	98
4.1 Определение весов параметров организационно-технического потенциала использования методов неразрушающего контроля при возведении монолитных конструкций жилых зданий.....	98
4.2 Определение уровней и значений параметров организационно-технического потенциала использования методов неразрушающего контроля.....	99
4.3 Разработка программы по расчету организационно-технического потенциала использования методов неразрушающего контроля.....	104
4.4 Алгоритм расчета организационно-технического потенциала использования методов неразрушающего контроля.....	109
4.4 Выводы.....	115
Заключение.....	116
Библиографический список.....	117
Приложение 1.....	134
Приложение 2.....	143

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования.

Монолитное строительство сегодня является одним из самых перспективных технологий возведения жилых зданий и сооружений. Масштабы возводимых зданий, требующие больших трудовых и материальных затрат гласят, что реализация строительного проекта, с максимально возможным учетом влияния всех факторов – способствует уменьшению рисков и сокращению материальных издержек.

Развитие и совершенствование организации производственных процессов в монолитном домостроении является одной из главных задач по повышению качественного уровня объектов капитального строительства.

В настоящее время проблема организации строительства, в частности организации производственных процессов, связанных с применением неразрушающих методов контроля, является одной из важнейших при возведении жилых зданий и сооружений из монолитного железобетона. Отдельное внимание при организации строительства жилых зданий из монолитных конструкций следует уделить организационно-технологической документации, регламентирующей порядок проведения испытаний неразрушающими методами.

Формирование системы неразрушающего контроля качества происходит в рамках организационно-технологического проектирования. Современная отечественная наука уделяет недостаточное внимание теоретическим разработкам по оптимизации организационно-технических решений при планировании и проведении испытаний неразрушающими методами контроля. Некачественно проработанная организационно-технологическая документация в части контроля качества монолитных железобетонных конструкций приводит к крупным потерям со стороны производителя работ.

Роль повышения эффективности системы контроля качества неразрушающими методами является одной из ключевых в организации

строительства жилых зданий. Связано это с тем, что несвоевременное проведение испытаний монолитных конструкций неразрушающими методами усложняют организацию строительного производства.

Нехватка организационно-технических инструментов по повышению эффективности системы неразрушающего контроля качества при возведении монолитных ж/б конструкций делает актуальной данную диссертацию. Разработка правильных организационных, технических и управленческих мероприятий по применению методов неразрушающего контроля качества монолитных конструкций является одной из ключевых составляющих в процессе качественной реализации строительного объекта.

Многогранность задачи диссертационного исследования и вышеуказанные обстоятельства послужили основанием для выбора темы, а отсутствие инструмента по повышению эффективности системы неразрушающего контроля качества монолитных конструкций определили актуальность работы.

Представителями лица осуществляющего строительство, руководителями любого уровня сегодня ощущается недостаток инструмента, который бы позволил единым параметром осуществить оценку качества, безопасности, долговечности и надежности производимых им работ при возведении жилых зданий из монолитного железобетона.

Научно-техническая гипотеза диссертации состоит в предположении о возможности повысить эффективность системы контроля качества монолитных конструкций неразрушающими методами за счет внедрения методики оценки результативности организационно-технических решений – комплексного показателя потенциала использования методов неразрушающего контроля.

Цель диссертации – формирование методики комплексной оценки результативности организационно-технических и управленческих решений по повышению эффективности системы контроля качества монолитных

конструкций неразрушающими методами при организации строительства жилых зданий.

Для достижения поставленной цели в диссертации поставлены и решены следующие задачи:

- анализ существующих методик и подходов к формированию организационно-технической модели системы контроля качества монолитных конструкций неразрушающими методами при организации строительства жилых зданий;

- выявление факторов, влияющих на повышение эффективности системы контроля качества;

- проведение квалиметрического анализа;

- проведение эксперимента;

- разработка системы оценивания и контроля эффективности проведения испытаний неразрушающими методами;

- расчет организационно-технического потенциала использования методов неразрушающего контроля;

- практическая апробация предложенной организационно-технической модели.

Объектом исследования являются монолитные железобетонные конструкции жилых зданий.

Предмет исследования: организация системы контроля качества монолитных конструкций неразрушающими методами

Теоретическая значимость:

- сформирован перечень факторов для оценки организационно-технических решений по проведению испытаний неразрушающими методами при организации строительства жилых зданий из монолитного железобетона;

- определены весовые характеристики факторов, оказывающих влияние на организационно-технический потенциал использования методов

неразрушающего контроля при организации строительства жилых зданий из монолитного железобетона;

Практическая значимость диссертационного исследования состоит в возможности использования созданной модели при организации строительства жилых зданий для оценки результативности и повышения эффективности системы контроля качества монолитных конструкций неразрушающими методами. Предложенная модель оценки организационно-технических решений использования методов неразрушающего контроля, позволит руководителям, производителям работ оценить результативность проведения испытаний и, при необходимости, предложить наиболее оптимальные критерии по повышению эффективности производства работ при организации строительства монолитных жилых зданий.

Методология и методы исследования.

Разработанная методология комплексной оценки организационно-технической модели строительного проекта, направлена на повышение эффективности организациями организационно-технических и управленческих решений, где планируется проведение испытаний монолитных конструкций неразрушающими методами. Представленными в диссертационном исследовании результатами могут воспользоваться представители организаций, осуществляющих возведение жилых монолитных зданий.

В диссертационном исследовании были использованы и применены научные работы отечественных и зарубежных авторов по области организации строительства. Применялись научные статьи, диссертационные исследования, нормативно-правовая, организационно-технологическая документация, а также следующие методы:

- квалитетический анализ;
- системотехника в строительстве;
- информационные технологии;
- планирование эксперимента.

Научная новизна диссертации:

- Введено новое понятие – «Организационно-технический потенциал использования методов неразрушающего контроля».
- Разработана комплексная методика оценки и повышения эффективности организационно-технических и управленческих решений по использованию методов неразрушающего контроля при возведении монолитных конструкций жилых зданий.
- Создана математическая организационно-техническая модель использования методов неразрушающего контроля при возведении монолитных конструкций жилых зданий.
- Доказана зависимость организационно-технического потенциала использования методов неразрушающего контроля от эффективности организационно-технических решений.
- Предложено использовать понятие «Организационно-технический потенциал использования методов неразрушающего контроля» в организации строительного производства.

Степень разработанности темы исследования.

Изучена научная литература, посвященная вопросам использования методов неразрушающего контроля при возведении жилых многоэтажных зданий. В рамках диссертационного исследования был проведен анализ нормативной и научно-технической отечественной и зарубежной литературы, посвященной организационно-техническим и управленческим особенностям использования методов неразрушающего контроля при возведении монолитных конструкций жилых зданий.

Научная литература как отечественных и зарубежных авторов достаточно полно отражает положения по организации, проведению и обработке результатов испытаний неразрушающими методами при реализации строительного проекта по возведению жилых монолитных зданий.

Во многих трудах по теме исследования определена важность оценки и выбора строительных лабораторий, формирования эффективной системы контроля качества с указанием различных критериев оценивания. Большое количество работ посвящено выбору и установлению градуировочных зависимостей при планировании и проведении испытаний конструкций неразрушающими методами. Не меньшее внимание научным сообществом уделяется выбору самих приборов и методов неразрушающего контроля.

Сегодня наблюдается большой недостаток методических наработок, который позволил бы комплексно подойти к выбору организационно-технических решений при организации строительства жилых монолитных зданий, и тем самым повысить эффективность системы неразрушающего контроля качества.

Степень достоверности и апробация результатов.

Достоверность данных, полученная в данной диссертационной работе, подтверждается результатами апробации тематики диссертационного исследования.

На заседаниях кафедры «Технологий и организация строительного производства» проходили обсуждения положений, указанных в диссертационном исследовании.

Практическая апробация результатов работы осуществлялось в ООО «АНТ ЯПЫ», при реализации следующих объектов капитального строительства:

- «37-ми этажный жилой дом по адресу: г. Москва, СЗАО, район Хорошево-Мневники, ул. Шеногина, вл.1; Шелепихинская наб., вл. 34»; Жилой комплекс «Сердце Столицы», ООО «АНТ ЯПЫ».

- «24-х этажный жилой дом по адресу: г. Москва, СЗАО, район Хорошево-Мневники, ул. Шеногина, вл.1; Шелепихинская наб., вл. 34»; Жилой комплекс «Сердце Столицы», ООО «АНТ ЯПЫ».

Личный вклад автора в диссертационном исследовании состоит в разработке методики по повышению эффективности системы контроля

качества монолитных конструкций неразрушающими методами на основе комплексного показателя организационно-технического потенциала использования методов неразрушающего контроля, направленной на повышение качества возводимых монолитных железобетонных конструкций. 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 научных исследований довольно полно представлены в 16 научных публикациях. Из них, 5 опубликованы в журналах, которые состоят в перечне рецензируемой научной литературы, где необходимо опубликовать основные научные результаты диссертационной работы на соискание ученой степени кандидата технических наук, а также 6 публикаций в научных изданиях, индексируемых международной базой данных «Scopus/WOS».

В диссертационной работе были применены результаты научных трудов, которые были выполнены соискателем лично и в соавторстве. Перечень опубликованных научных трудов Т.Х. Бидова приведен в Приложении 2.

Структура диссертации. Диссертационное исследование состоит из: введения, четырёх глав основного текста, заключения, библиографического списка, и 2 приложений. Общее количество страниц - 145, в том числе - 16 рисунков, 20 таблиц и 2 приложений.

Содержание диссертационной работы соответствует пунктам 1, 4, 5, указанным в шифре паспорта специальности 05.02.22 – «Организация производства (строительство)».

ГЛАВА 1. ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДИК И МЕТОДОВ ОЦЕНОК ВЛИЯНИЙ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ И УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ НА ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ ПО КОНТРОЛЮ И ОЦЕНКЕ ПРОЧНОСТИ НЕРАЗРУШАЮЩИМИ МЕТОДАМИ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ.

Глава посвящена теоретическим основам организации строительства с использованием методов неразрушающего контроля, проведен анализ современного состояния системы контроля качества монолитных конструкций неразрушающими методами. Исследованы механизмы разработки системы контроля качества в рамках организационно-технологического проектирования. Отмечено, что ввиду нехватки инструментов, затруднена организация производства, поскольку отсутствуют границы возможностей принятия организационно-технических решений.

Произведен анализ особенностей проведения испытаний монолитных конструкций неразрушающими методами и его влияние на конечные показатели качества в процессе реализации строительного проекта.

Исследованы существующие методики по оценке организационных, технических, технологических и управленческих решений. Выявлены основные недостатки, а также прогнозируются пути их устранения, которые необходимо учесть при разработке комплексного параметра оценки воздействия принятых организационно-технических решений и факторов, влияющих на систему контроля качества использования методов неразрушающего контроля при возведении монолитных конструкций жилых зданий.

Проведен анализ источников, дающих различные определения понятия неразрушающего контроля прочности бетона и железобетона, на основании которого было сформулировано наиболее точное определение, описывающее весь комплекс мероприятий, осуществляемых в настоящее время.

Проанализирована нормативная база, описывающая проведение испытаний на прочность монолитных конструкций неразрушающими методами при реализации строительного проекта.

1.1. Исследование организационно-технических и управленческих решений в строительстве, способствующих повышению качества строительной продукции при возведении монолитных конструкций жилых зданий.

Понятие «организационно-технические решения» наряду с «организационно-техническими мероприятиями» достаточно подробно описываются в работах таких авторов, как А.А. Гусаков, Ю.Б. Монфред, А.А. Лapidус. [33-36,55,57,81,82]. В данных работах под организационно-техническими решениями понимают обзор технологических схем и технических основ реализаций строительных процессов с применением нормативных, технических и экономически обоснованных мероприятий, относящихся к организации строительства [107].

Строительным процессом предполагается управление, в чьи задачи входят достижение высоких результатов, при минимальных затратах временных и финансовых ресурсов. Важным, при этом, значением, является планирование организационно-технических мер, которые определяют порядок финансирования проекта и обеспечения строительства материальными и трудовыми ресурсами [56].

Обеспечением качества монолитного домостроения в современных условиях уделено сегодня достаточное количество трудов. Предлагаются различные инструменты по повышению качества, как и проведения строительного-монтажных работ через формирование Системы менеджмента качества, так и по предотвращению дефектов на ранней стадии проведения работ [132].

Одним из основных отличий монолитного домостроения от сборного является то, что все производственные, строительного-монтажные процессы осуществляются на строительной площадке. Ввиду этого, погодные условия

– являются одним из основных параметров, оказывающих влияние на принятие организационно-технических решений по повышению качества конечной продукции [79,112,113]. Чтобы получить конструкции с заданными проектными значениями, необходимо провести комплекс дополнительных мероприятий, принять, при необходимости, оперативные решения, направленные на обеспечение нормальных условий набора прочности бетона.

Отдельное внимание уделяется влияниям использования различных добавок в условиях сухого и жаркого климата [24]. Предлагаются разные организационно-технические решения по повышению качества бетонных работ в данных условиях.

Отсутствие высококачественных опалубочных систем до недавнего времени влияло на конечные показатели качества производства бетонных работ. Оптимизация технологии производства бетонной смеси и опалубочных систем, позволяют получить конструкции абсолютно разной конфигурации. [3].

Научно-технический прогресс требует непрерывного повышения квалификации инженерно-технических работников, принимающих участие в организации монолитного строительства жилых зданий.

Главную роль при производстве бетонных работ уделяется своевременному контролю качества работ. Современная ситуация такова, что существующий механизм по осуществлению контроля производственных процессов не дает гарантий по получению заданных в проекте, конечных значений качества. Особенно уязвимой и не имеющей необходимых инструментов при организации строительства жилых зданий, является система контроля качества неразрушающими методами.

Практика показывает, что наибольшее количество дефектов и несоответствий, при реализации строительного проекта по возведению жилых монолитных зданий, происходит на этапе бетонирования [41]. И своевременно полученная информация о качестве монолитных конструкций

может позволить устранить причины повреждений и дефектов, и, тем самым, улучшить конечные показатели качества строительства жилых зданий. [17].

Существует достаточное количество трудов, отечественных и зарубежных авторов, посвященных контролю качества монолитных конструкций [5,49,50,96,134,136,141,145]. В них указаны организационно-технические подходы к проведению испытаний неразрушающими методами контроля и обработке полученных результатов. Отдельно проводятся исследования по теме влияния смежных производственных процессов на проведение испытаний контроля прочности и возможные последствия [51,95]. Однако отсутствуют механизмы, позволяющие комплексно рассмотреть возможности объекта, провести оценку влияния организационно-технических решений на конечные показатели качества и выбрать наиболее оптимальные значения, которые бы позволили повысить эффективность организации строительства жилых зданий из монолитного железобетона.

Не менее важным является разработка соответствующей организационно-технологической проектной документации, которая определяет организационные, технические и технологические условия деятельности каждой из подразделения строительных организаций – условия, необходимые для наиболее рационального применения материальных, технических, технологических, трудовых и экономических ресурсов, а также своевременного завершения работ по реализации строительного проекта [88].

Нехватка организационно-технических инструментов по повышению эффективности системы неразрушающего контроля прочности монолитных конструкций при организации строительства жилых зданий делает актуальной данную диссертацию. Разработка правильных организационно-технических и управленческих мероприятий, связанных с проведением испытаний и обработкой результатов полученных при контроле и оценке качества монолитных железобетонных конструкций неразрушающими методами,

является одним из главных составляющих в процессе качественной реализации возведения жилых зданий и сооружений.

Речь идет о системном проектировании, предусматривающем комплексный подход к реализации строительных проектов, требующих организационно-технических, прогнозных и финансовых обоснований по организации строительного производства. Необходим учет многогранности этого процесса, комбинаторику большого количество факторов, разнородных условий и его параметров, автоматизации процесса разработки организационно-технической документации и прочее. Организационно-технологическая документация описывает в себе результаты проектирования всех разделов производственной и строительной документаций, также, находит отражение в задачах, которые определяют общую стратегию строительства, тактику производства строительного-монтажных работ, и что самое главное, мероприятия по контролю качества [94].

1.2 Особенности организационно-технологического проектирования системы контроля качества неразрушающими методами

Возведение любого здания и сооружения требует организационно-технологической документации. К ним относятся: проект организации строительства (ПОС), проект производства работ (ППР), а также дополнительная документация, в которой предлагаются решения по организации строительного производства и технологии строительного-монтажных работ, согласованные, оформленные и утвержденные в соответствии с условиями, функционирующими в организациях, осуществляющих разработку, утверждение и согласование этих документов из ряда определенных технических документов. [86,92]. При их составлении соблюдают требованиям следующих документов: СП 48.13330.2011 Организация строительства, МДС 12-81.2007, МДС 12-81.2007, ГОСТ 2.104-2006, СП 63.13330.2012, СП 70.13330.2012 и др. [87,91,108,109].

При разработке проекта организации строительства в разделе контроля качества при возведении монолитных железобетонных конструкций отсутствуют четкие организационно-технические и управленческие рекомендации по осуществлению контроля качества бетонных и железобетонных конструкций. Напомним, что разработка раздела ПОС, является неотъемлемой и обязательной частью разработки проектной документации на строительство, реконструкцию зданий, строений, сооружений и иных объектов согласно Постановлению Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 г. № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» (раздел 6 «Проект организации строительства»).

При организации монолитного строительства подрядной организации требуется разработать технологические карты или технологические регламенты на производство бетонных работ. Данные документы включают в себя: технологию и организацию выполнения работ, объем работ, материально-техническое обеспечение, правила об охране труда и технике безопасности, контроль качества [88,92,110].

Одной из главных особенностей проектирования организационно-технических решений при возведении монолитных конструкций является наличие раздела контроля качества работ, описывающее проведение испытаний неразрушающими методами. Рекомендации по разработке технологических карт указаны в МДС 12-29.2006 [88].

Термин «организационно-техническое решение» не часто используют по отношению к процессу подготовки и проведения испытаний монолитных конструкций неразрушающими методами. Формирование рациональных организационно-технических систем, влияющих на процесс проведения испытаний при возведении жилых зданий из монолитного железобетона, является одной из ключевых составляющих эффективной реализации строительного проекта.

Только при условии комплексного подхода можно повысить эффективность системы неразрушающего контроля качества монолитных конструкций при организации строительства жилых зданий.

Исследования показали, что существующие организационно-технические указания и рекомендации по проведению испытаний неразрушающими методами в рамках организационно-технологического проектирования не способны решить поставленную в диссертационной работе задачу [11,72,104]. Проведенный анализ подтверждает наличие проблемы: технологическая документация не в полной мере отображает возможности строительных организаций при реализации нетиповых объектов, в части использования методов неразрушающего контроля прочности монолитных конструкций.

Необходимо детальное изучение существующих методов неразрушающего контроля прочности бетона, приборов, организационных, технических, технологических и управленческих решений, оказывающих влияние на организацию производства бетонных работ. Это позволит систематизировать производственные процессы в части проведения испытаний неразрушающими методами, и тем самым, повысить эффективность организации монолитного строительства жилых зданий.

1.3 Обзор мероприятий по использованию методов неразрушающего контроля прочности при возведении монолитных железобетонных конструкций жилых зданий.

Одним из самых частых контролируемых параметров при возведении монолитных конструкций жилых зданий и сооружений является прочность бетона на сжатие. Сегодня существует достаточно большое число методик и методов контроля по определению прочности на сжатие, которые применяются на практике [14,27,28-31,106,124,125]. Установить характеристики прочности бетона можно стандартным путем: изготовив и испытав образцы. Однако, подлинность полученных результатов контроля прочности и однородности бетона таким методом недостаточна по ряду

причин: различны между собой условия виброформирования с режимом набора прочности конструкций и образцов-кубов; отношение объемов испытанных стандартных образцов к уложенному в конструкцию бетона не превышает 0.01 %.

Применяемые на сегодняшний день методы неразрушающего контроля, условно, можно поделить на 3 следующие группы, которые представлены на рис.1.1.

К косвенным методам неразрушающего контроля прочности бетона на сжатие относят те методы, которые определяют характеристики по заранее установленным градуировочным зависимостям между - прочностью бетона, установленной одним из прямых неразрушающих или разрушающих методов, и косвенными характеристиками прочности. Данные методы разработаны на полученных в практике зависимостях прочностных характеристик бетона и его твердости, характеризующую способность сопротивления на проникновение в него твердых предметов и, например, скорости или времени распространения ультразвука. Приборы, используемые для оценивания прочностных характеристик бетона по его твердости, разделяют на две группы: приборы, чей ударник имеет способность проникания в верхний слой бетона, и приборы с ударником, не проникающим в поверхностный слой бетона.



Рис. 1.1 Методы контроля прочности бетона

Методы отрыва со скалыванием.

Сегодня, данный метод считают одним из самых точных методов по определению прочностных характеристик по той причине, что для таких методов допускается применение так называемых универсальных градуировочных зависимостей, путем уточнения следующих параметров:

- крупность заполнителя, характеризующийся крупностью фракций, если больше 5 см, принимают коэффициент 1.1, а при меньшей крупности - 1;

- тип бетона (принимают легкий или тяжелый типы бетонов).

Испытание на отрыв используют для того, чтобы отслеживать прочность в процессе строительства бетонных и железобетонных конструкций. Кроме того, испытание на отрыв используют и для мониторинга состояния прочностных характеристик здания при проведении обследования. Испытания на отрыв происходят при помощи вырывания с измеряемым усилием, специально предназначенных для этого, анкерных приспособлений, предварительно замоноличенных в месте проведения испытания. По итогу получаем зависимость между усилием, которое

необходимо для вырывания анкера вместе с частью бетона и прочностью бетона на сжатие.

Из недостатков данного метода можно отметить невозможность использования его в густоармированных участках, а также его достаточно большую трудоемкость.

Самыми часто встречающимися моделями приборов для проведения испытаний методом отрыва являются: Дуна, ПИБ, ПОС-50МГ4, ОНИКС-ОС.

Испытания по контролю прочности методом отрыва со скалыванием проводят в следующей последовательности:

- в железобетонной конструкции просверливают или пробивают шпур, чей размер выбирается в полном соответствии с инструкцией по использованию данного прибора, с учетом типа выбранного анкерного устройства (в случае, если анкер не был установлен до укладки бетонной смеси в конструкцию);

- на определенную глубину, которая предусмотрена инструкцией по эксплуатации прибора, в шпуре закрепляется анкер в зависимости от его типа;

- происходит соединение прибора с анкерным устройством;

- производят увеличение нагрузки со скоростью 1.5 – 3.0 кН в секунду;

- фиксируются показания силоизмерителей приборов с глубиной вырыва (точность не менее 1 мм).

Ультразвуковые методы

Ультразвуковой метод контроля прочности бетона и железобетона состоит в том, чтобы определить скорость, с которой ультразвуковые волны проходят через бетон в испытываемом участке конструкции. Существует два способа проведения испытаний — это ультразвуковое и поверхностное прозвучивание. При сквозном прозвучивании датчики прибора располагают с разных сторон испытываемой конструкции. При поверхностном, прибор располагают лишь с одной стороны прозвучиваемого образца

Предварительно составляются градуировки для конкретного рассматриваемого образца в связи с тем, что применение двух зависимостей для определенных конструкций, состав которого неизвестен или о нем имеется мало информации, часто приводит к неточным значениям по определению прочности, что значительно может повлиять на конечные показатели качества при возведении монолитных конструкций жилых зданий.

Чтобы установить градуировочную зависимость между прочностью и скоростью распространения ультразвука в конструкции, необходимо уточнять информацию о его составе, а именно: способ приготовления бетонной смеси, его состав, состояние, по какой технологии укладывали, уплотняли, степень напряженности конструкций, температурно-влажностный режим и т.д. После сбора и уточнения всей информации вводят поправочные коэффициенты, а затем проведя предварительные испытания устанавливают данную зависимость [15].

Оценка прочности по рекомендованным универсальным градуировочным зависимостям в ГОСТ 17624-2012, по которым допускают установление прочности испытываемых конструкций без предварительной привязки к прямым методам неразрушающего контроля, значительно отличается от реальных показателей прочности конструкций, однако, данными исследованиями сегодня пренебрегают множество организаций и лабораторий, причастных к реализации проекта по возведению жилых зданий из железобетона [29].

Данный метод не рекомендован для испытания конструкций высокой прочности, ограничивая классами в диапазоне от В7.5 до В35.

Наиболее известным представителем ультразвукового метода неразрушающего контроля является прибор УК1401.

Ударно-импульсный метод

Данный метод основан на определении показателей упругости и твердости бетона и железобетона с помощью применения ударно-

импульсного оборудования, которое фиксирует силу удара, возникающую в момент удара бойка прибора по поверхности бетонной конструкции, проводя серию из 15 ударов в одно место поверхности конструкции. Данные измерений методом ударного импульса выдаются в единицах измерения прочности бетона на сжатие. После, прибор производит перерасчет полученных данных, для определения среднего показателя, определяя прочность испытываемого образца. Для определения класса бетона, производятся измерения, применяя удары с различными углами к поверхности, затем переносят полученные данные на цифровой носитель, что дает возможность быстрой передачи полученных данных представителям лица, осуществляющего строительство или заказчику [30].

Семейство приборов «ИПС» являются типичными представителями приборного ряда для испытаний данным способом.

Метод ударного импульса - наиболее часто встречающийся из рассматриваемых методов в России. Пользуется популярностью данный метод, за счет простоты в использовании и возможности использования в сложных или труднодоступных местах, так как приборы отличаются малыми габаритами и весом.

Методы пластической деформации

Приборы и оборудования, предназначенные для определения прочности бетона на сжатие данным методом, основываются на вдавливании бойка ударника, оставшегося на верхней части бетонной конструкции, с последующим измерением размера вмятины. Этот метод считается давно устаревшим, однако, до сих пор пользуется популярностью за счет дешевого оборудования и возможности применения для испытаний конструкций из тяжелых бетонов. Для задач, где требуется определить прочность монолитных конструкций для жилого домостроения, наиболее распространен молоток Кашкарова.

Методы упругого отскока

Упругий отскок, схож с методом пластической деформации тем, что основыван на принципе контроля твердости поверхности монолитного железобетона. Метод основан на основе измерения значений зависимости высоты отскока бойка склерометра при ударе о поверхность испытываемой монолитной конструкции от прочности испытываемого образца. Самый часто встречающийся тип склерометра, из тех, что относятся к методу упругого отскока – это молоток Шмидта.

Правила контроля прочности бетона.

Согласно ГОСТ 18105-2018, чтобы определить фактическую прочность бетона в конструкции, необходимо предварительно установить градуировочную зависимость между прочностью бетона, которая была получена в результате испытаний прямым неразрушающим методом и косвенной характеристикой, определенной приборами, относящимся к группе косвенных неразрушающих. Зависимость устанавливается в виде таблиц, формул или графиков. Использование методов для определения характеристик прочности монолитных конструкций, относящихся к косвенным методам (упругий отскок, ударный импульс или метод пластической деформации), характеристики бетона, обладающих параметрами, которые отличаются от бетона, где была построена градуировочная зависимость, возможно только с уточнением построенной градуировочной зависимости. Под уточнением зависимости подразумевают испытания бетонных конструкций методами из групп 2 или 1. Применение всех косвенных методов неразрушающего контроля (3 группа) допустимо только с построением градуировочной зависимости. Без построения зависимости, определить прочность монолитных конструкций возможно лишь прямыми методами: скалывания ребра, отрыва, отрыва со скалыванием и, в особых случаях по испытаниям отобранных образцов [31].

Другими словами, использование методов контроля прочности, указанных в группе 3 (рис. 1), без построенной градуировочной зависимости недопустимо, а его построение ведет к необходимости использования

методов из групп 1 или 2. Результаты анализа показывают, что сегодня существует грубейшее пренебрежение указанными нормами при возведении монолитных конструкций при реализации строительного объекта, что ведет к непредвиденным последствиям [105].

Как мы видим, у каждого из методов существуют свои преимущества и недостатки. Как правило, принятие решений о выборе и применении наиболее предпочтительного из методов остается за строительными лабораториями. Несогласованные действия с организациями, осуществляющими строительство, лицами, выполняющими входной, операционный, приемочный контроль – может привести к дополнительным тратам. Для недопущения и предотвращения потерь как финансовых, так и временных, необходимо создание методики по комплексной оценке организационно-технических решений и выбору наиболее оптимальных значений, способствующих повышению эффективности системы контроля качества неразрушающими методами.

1.4. Обзор организационно-технического потенциала в строительстве. Постановка задачи

Проанализировав научно-правовую литературу можно сделать вывод, что низкое качество организационно-технической документации обуславливается как недостатком нормативной документации, так и отсутствием комплексной модели по установлению наиболее эффективных организационно-технических решений в организационно-техническом проектировании. А именно, при разработке организационно-технологической документации (ППР, ПОС). Ввиду этого, сложилась ситуация, где происходит несоответствие научно обоснованных подходов к проектированию и функционированию систем согласования и принятия организационно-технических решений [103].

Повышение качества принципов разработки моделей по совершенствованию организационно-технических, технологических и управленческих подходов способствует качественному повышению уровня

организации производственной деятельности строительных организаций, осуществляющих создание высококачественной строительной продукции. Однако, отсутствие критерия оценки эффективности, делает невозможным анализ изменения организационно-технических решений. Такой критерий в полной мере воспроизводит их конечные показатели результативности, действенности и экономичности [80].

Для повышения эффективности системы контроля качества монолитных конструкций неразрушающими методами, необходим механизм, способный показать все возможности строительного объекта, в зависимости от различных ситуаций. Безусловно, не предоставляется возможным спрогнозировать все различные ситуации, которые могут произойти на строительной площадке при проведении бетонных работ и контролем их прочностных характеристик неразрушающими методами. Однако можно минимизировать возможные потери посредством вовремя принятых организационно-технических решений.

В качестве такого инструмента в диссертационном исследовании предлагается использовать термин «потенциал», который, происходит от английского слова *potential*, означающего возможность. Данный термин очень часто можно встретить во многих областях жизнедеятельности человека. Понятия рыночного, экономического, трудового, производственного и других потенциалов сегодня часто можно встретить в литературе. Можно обратить внимание, что, понятие «потенциал» касается, в основном, к слабосвязанным друг с другом сферам деятельности человека. Главным объединяющим фактором потенциалов – является совокупность возможностей и способностей в определенных сферах деятельности человека.

В настоящее время актуальной темой для исследования в строительной области является разработка интегральной модели организационно-технических решений в строительном производстве, позволяющей единым параметром оценить все возможности и выбрать наиболее оптимальные

значения для создания высококачественной продукции. [67].
Основоположник данного направления - А.А. Лapidус, в работах которого происходит развитие понятия «потенциал эффективности организационно-технических решений» [59,60].

Опубликовано много работ по теме организационно-технического потенциала:

1. В исследовании темы: «Зависимость комплексного показателя экологической нагрузки от организационно-технологических решений при оценке воздействия строительства на окружающую среду» [6-10], решается проблема разработки «методики, комплексной оценки воздействия строительных процессов на окружающую среду на основе комплексного параметра - экологической нагрузки» [8]. Автор Бережный А.Ю.
2. В диссертационном исследовании на тему: «Организационно-управленческое моделирование комплексной оценки результативности строительных компаний» [65,99,100], автор, Сайдаев Х. Л-А., решает проблему «отсутствия инструмента оценивания строительной компании на стадии тендера», путем введения «комплексного показателя результативности строительной компании».
3. Говоруха П.А., с научной работой: «Формирование организационно-технологического потенциала возведения ограждающих конструкций многоэтажных зданий» [25,26,63], рассмотрел возможность повысить результативность деятельности строительных организаций введением понятия «комплексный потенциал», который дает возможность оценить и откорректировать организационно-технологические и управленческие мероприятия, влияющие на результативность возведения ограждающих конструкций многоэтажных жилых зданий. [25,26,63].

4. Макаров А.Н. в диссертационной работе: «Организационно-технологический потенциал строительного производства кровельных конструкций жилых многоэтажных зданий» разработал методику по повышению эффективности организационно-технологических решений при проектировании и строительстве кровельных конструкций жилых многоэтажных зданий по критериям продолжительности строительных процессов и качества конечной продукции [77].
5. Также, большой вклад в развитие данного направления внесли следующие авторы:
 - Кожевников Д.Г., с исследованием на тему: «Комплексная методика оценки эффективности организации строительного производства при ремонте инженерных коммуникаций» [70];
 - Топчий Д.В. , с работой: «Организационно-технологическое моделирование строительно-монтажных работ при комплексной оценке результативности перепрофилирования промышленных объектов» [114-116];
 - Демидов Л.П. с диссертацией по теме: «Исследование зависимости потенциала строительной площадки от организационно-технологических решений» [37,64];
 - Фатуллаев Р.С. с диссертационным исследованием: «Организационно-технологическое моделирование комплексной оценки потенциала проведения внеплановых ремонтных работ» [66,118-123];
 - Фельдман А. О., с работой на тему: «Повышение эффективности организационно-технологических решений на основе анализа информационных потоков при возведении многоэтажных жилых зданий [73].

Описанный в исследовании потенциал, касается в полной мере к довольно высоко проработанной в силу своей актуальности, но очень обширной сфере строительного производства – использованию методов неразрушающего контроля. Многообразие существующих методов и появившихся приборов неразрушающего контроля дает возможность говорить о достаточной вариативности. Но, именно в большой комбинаторике параметров, так или иначе связанных с организацией и применением методов неразрушающего контроля и кроется вся сложность оценивания данной сферы. Имеющиеся сегодня методики по оценке организационно-технических подходов не дают руководителям строительных организаций необходимых инструментов, которые позволили бы своевременно и объективно оценить все возможности объекта, что всецело может оказать влияние на материальных или временных издержках в процессе возведения жилых зданий из монолитного железобетона. Вектор мирового сообщества направлен на оптимизацию и оценку процессов и, учитывая это, автор не мог пропустить сферу строительного производства.

Существующие сегодня методики, позволяющие оценить качество строительства, имеют направление в основном не на продукцию, которую необходимо получить, а на процессы, необходимые для выполнения по ее получению. Точкой опоры данного факта служит принцип, что, если процессы считаются эффективными, то и их эффективность будет высокой. В современных реалиях важной проблемой является рассмотрение вопросов по обеспечению системности, способствующих повышению эффективности процессов при реализации строительного проекта. Такой подход к анализу полученных результатов труда выделяет следующие стадии: обратная замена переноса качества процессов на качество получаемых трудом результатов, анализ качества процессов по созданию продукции, как комплекс пошагово выполняемых процессов, которые формируют в результате, качество продукции. Методика интегральной (общей) оценки, лежащей в основе «квалиметрии», подходит для данной цели – идеально. Основоположник

науки «квалиметрия» профессор Г. Г. Азгальдов [2]. За рубежом развитие данной науки осуществляли Дж. Ситтинг и Дж. Ван Этингер.

В диссертационном исследовании предложено ввести понятие «организационно-технический потенциал использования методов неразрушающего контроля» и обозначить его буквой Р (возможность – англ. Potential) с индексом н.к. (неразрушающий контроль) – Рн.к. [11]., представляющее собой с точки зрения математики комплексный параметр результативности применения методов неразрушающего контроля по испытанию монолитных конструкций при возведении жилых зданий и сооружений. Схематически систему параметров и факторов, оказывающих влияние на организационно-технический потенциал (Рн.к.), можно представить в виде «древа целей». В нижней части «древа» представлены группы простых свойств, посередине расположены сложные, а верхний уровень представлен – наиболее сложным свойством, называемым организационно-техническим потенциалом использования методов неразрушающего контроля. Автором обращено внимание на использование методов неразрушающего контроля умышленно. Именно при организации и применении методов неразрушающего контроля закладываются те факторы, которые в дальнейшем могли бы оказывать максимальное воздействие на объект будущего строительства.



Рис. 1.2 Древо иерархий

Подводя итог по вышеизложенному, можно резюмировать, что известные на сегодняшний день меры по организации и проведению испытаний прочности монолитных конструкций неразрушающими методами контроля, не удовлетворяют их целевому назначению. Чтобы произвести оценку принятых организационных, технических, технологических и управленческих решений при проведении испытаний неразрушающими методами и обработке результатов контроля, необходим действенный инструмент. С помощью такого инструмента, как организационно-технический потенциал использования методов неразрушающего контроля (Рн.к.) заказчик сможет сравнить все предложения лабораторий, являющихся ответственными за проведение испытаний неразрушающими методами контроля еще на стадии рассмотрения предложений организаций, которые должны будут осуществлять реализацию строительного проекта, сделать осознанный выбор. Все это позволит грамотно подойти к организации строительства жилых зданий и повысить эффективность системы контроля

качества монолитных конструкций неразрушающими методами. Кроме того, применение такой модели предоставит заказчику инструмент, который позволит контролировать изменения состояния и мониторить происходящее на объекте для оценки о необходимости проведения дополнительных мероприятий, позволяющих улучшить качественные показатели реализуемого проекта по возведению монолитных конструкций жилых зданий.

1.4 Выводы.

1. Представленный автором в первой главе диссертационного исследования обзор отечественных и зарубежных исследований в области проведения испытаний монолитных конструкций неразрушающими методами дает возможность сделать вывод, что: сегодня является нерешенной задачей то, что отсутствует системный подход к оцениванию влияния применения методов неразрушающего контроля на строительный объект, а также то, что не учитывается целое множество факторов, воздействующих на процесс оптимизации возведения зданий конструктивно состоящих из монолитного железобетона. Автор поднимает вопрос о том, что важно учесть комплексное воздействие всех групп, а также создать модель (систему) для управления и слежением за качеством при возведении монолитных конструкций в процессе всего строительства от начала до конца. Для решения этой задачи с целью повышения эффективности системы контроля качества монолитных конструкций неразрушающими методами, автор предлагает ввести такой показатель как Рн.к. («Организационно-технический потенциал использования методов неразрушающего контроля»), зависящий от эффективности принятия организационно-технических и управленческих решений при организации и проведении испытаний контроля и оценки качества неразрушающими методами.

2. Контроль над организационно-техническими решениями ведет к результатам, способствующим соответствию всем нормативным формам и

технологическим схемам в строительстве при учете оценки возможных последствий, а также, к разработке комплекса мер по минимизации и предотвращению отрицательных воздействий путем принятия грамотных управленческих и организационно-технических решений.

3. Систему оценивания, в которой отсутствует инструмент наглядного анализа изменения параметров организационно-технического потенциала использования методов неразрушающего контроля, не учитывающую время влияния организационно-технических решений, нельзя считать полноценной. Для формирования комплексного подхода необходимо решить концептуальную проблему с необходимым включением ряда инструментов, которые позволят моментально оценить уровень влияния одного из предложенных организационно-технических решений и тем самым повысить эффективность системы контроля качества монолитных конструкций неразрушающими методами при организации строительства жилых зданий.

4. Описанный в главе обзор основных методик анализа организационно-технических решений, дал возможность сформировать ряд предложений к разрабатываемой системе, которая предназначена для использования полученной модели в строительном производстве, а именно, при организации строительства жилых монолитных зданий. Основной задачей, необходимой для предложенной системы по оценке организационно-технического потенциала использования методов неразрушающего контроля является – обеспечение непрерывного контроля на всех этапах организации и проведении испытаний монолитных конструкций неразрушающими методами, влияющих на конечные показатели качества. Гибкость системы позволит подстраиваться под неизбежно происходящие на объекте изменения, благодаря чему она сможет адаптироваться к любому объекту. Важным моментом является и то, чтобы система имела возможность давать прогнозы будущих результатов в

зависимости от принятых вариаций организационно-технических и управленческих решений.

5. В главе представлены подробные описания основных организационно-технических решений по использованию методов неразрушающего контроля, которые имеют место при возведении любых монолитных конструкций жилого домостроения. К ним можно отнести решения по подготовке и организации строительной площадки для проведения испытаний, созданий благоприятной среды для лиц, осуществляющих контроль, выбору методов неразрушающего контроля, информационное, проектное сопровождение для построения градуировочных зависимостей и др., также был рассмотрен ряд других факторов, способных оказывать влияние на потенциал использования методов неразрушающего контроля.

6. Существующая практика по контролю и оценке организационно-технических решений при организации и проведении испытаний монолитных конструкций неразрушающими методами по определению прочностных характеристик имеет существенные недостатки. В связи с этим, поставлена цель в данном исследовании - создать новую методику контроля и оценки данных критериев на основе предложенного показателя - организационно-технического потенциала использования методов неразрушающего контроля Рн.к., учитывающего воздействие всех производственных факторов, возникающих в процессе организации и проведении контроля по определению прочностных характеристик монолитных конструкций.

ГЛАВА 2. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ НА ПОТЕНЦИАЛ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ.

В главе представлены основы методологии процесса оценки и выбора, оптимальных организационно-технических решений по использованию методов неразрушающего контроля. Рассмотрена система неразрушающего контроля качества в рамках организационно-технологического проектирования. Изучены существующие подходы к формированию алгоритма создания модели по повышению эффективности системы контроля качества монолитных конструкций методами неразрушающего контроля ввиду специфики возможностей строительного объекта.

Изучены процессы выбора приборов для проведения испытаний. Проанализирована нормативная база регулирующая установление градуировочных зависимостей использования косвенных методов неразрушающего контроля при проведении испытаний.

В качестве инструментов, для решения поставленных в диссертационной работе задач, были выбраны следующие наиболее оптимальные методы: метод экспертных оценок; системный анализ; квалиметрия; статистический анализ; системотехника в строительстве; метод планирования эксперимента. Так же были рассмотрены и изучены принципы системного анализа и функционального системного подхода системотехники при использовании методов неразрушающего контроля.

Установлена необходимость создания методики оценки и выбора организационно-технических решений в рамках организационно-технологического проектирования, способная повысить эффективность системы контроля качества монолитных конструкций неразрушающими методами при организации строительства жилых зданий. Обозначена теоретическая основа разработки критериев оценки организационно-

технических решений, влияющих на проведение испытаний неразрушающими методами.

2.1. Система контроля качества монолитного строительства на строительной площадке.

Контроль качества конструкций неразрушающими методами на строительной площадке осуществляется в соответствии с [18]:

- ГОСТ 18105-2018. Бетоны. Правила контроля и оценки прочности;
- ГОСТ 17624-2012. Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности;
- ГОСТ 22690-2015 Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля.
- ГОСТ 31914—2012 Бетоны высокопрочные тяжелые и мелкозернистые для монолитных конструкций. Правила контроля и оценки качества.

В данных документах содержится порядок выбора оборудования и средств, с целью получения результатов прочности на сжатие при возведении монолитных конструкций жилых зданий [28-31]. Известно, что сегодня проводится большое количество исследований по оценке и выбору наиболее эффективных инструментов для проведения испытаний неразрушающими методами при реализации строительного объекта [42,46].

В рамках диссертационного исследования были проведены испытания с целью оценки точности современных приборов и построения градуировочных зависимостей [27,139].

Для построения градуировочной зависимости для прибора SilverSchmidt тип N (метод упругого отскока) для конкретных условий монолитного строительства в г. Москве, а также проверить возможность использования универсальной градуировочной зависимости, приведенной в ГОСТ 17624-2012 для ультразвукового метода, и достоверности определения прочности бетона методом отрыва со скалыванием (прямые измерения) в

лаборатории бетонного завода ООО «ПКФ Стройбетон» г. Мытищи были выполнены специальные исследования.

Из одного замеса бетона изготавливали 4 партии образцов для выполнения измерений в 4 срока (в возрасте 3; 7; 28 и 56 суток). Каждая партия включала в себя 16 кубов $100\times 100\times 100$, 16 кубов $150\times 150\times 150$ (рис.1) и 8 блоков размерами $600\times 600\times 70$ мм (для выполнения отрыва со скалыванием) (рис.2). Все образцы хранили в нормальных условиях ($t = 20^\circ$; $W \geq 95\%$).



Рис. 2.1 Образцы, помещенные в камеру нормального твердения



Рис. 2.2 Бетонный блок $600\times 600\times 70$

В каждый срок непосредственно перед определением прочности бетона разрушением кубов на прессе выполняли по 4 измерения прибором

SilverSchmidt тип N т ультразвуком УК 1401. Такие же измерения проводились и на бетонных блоках с конечным измерением методом отрыва со скалыванием (ПОС-50МГ4).

Исследования последовательно выполнены на контрольных образцах бетона, изготовленных из бетонных смесей тяжелого бетона готовых к применению классов по прочности на сжатие В22,5 и В30. При приготовлении бетонных смесей использовались следующие сырьевые материалы:

- Портландцемент ЦЕМ I 42,5 Н, по ГОСТ 31108-2003, производства ЗАО «Мальцовский портландцемент»;
- песок с модулем крупности 2,4 – 2,6 с содержанием ПГИ до 2 %, по ГОСТ 8736-93, производства ЗАО «Ермолинский карьер»;
- щебень гранитный фр. 5 – 20 мм, по ГОСТ 8267-93, производства Каменогорского карьероуправления;
- химические добавки – суперпластификаторы.

Соотношения компонентов для БСТ В 22,5 – 1 : 2,24 : 3,28 (цемент : песок : щебень), В/Ц = 0,5.

Соотношения компонентов для БСТ В 30 – 1 : 1,7 : 2,4 (цемент : песок : щебень), В/Ц = 0,39.

Видно, что при измерении прочности методом отрыва при твердении бетона класса В30 получены заниженные значения (погрешность составляет 14 – 27 %), а при измерении прочности в бетоне В22.5 полученные значения завышены на 30 – 36 % при испытании в ранние сроки (3 и 7 суток), и получено хорошее совпадение значений при испытании в возрасте 28 и 56 суток.

На рисунке 2.3 представлены полученные градуировочные зависимости для прибора УК1401 при определении прочности в бетонах В30 и В22,5.

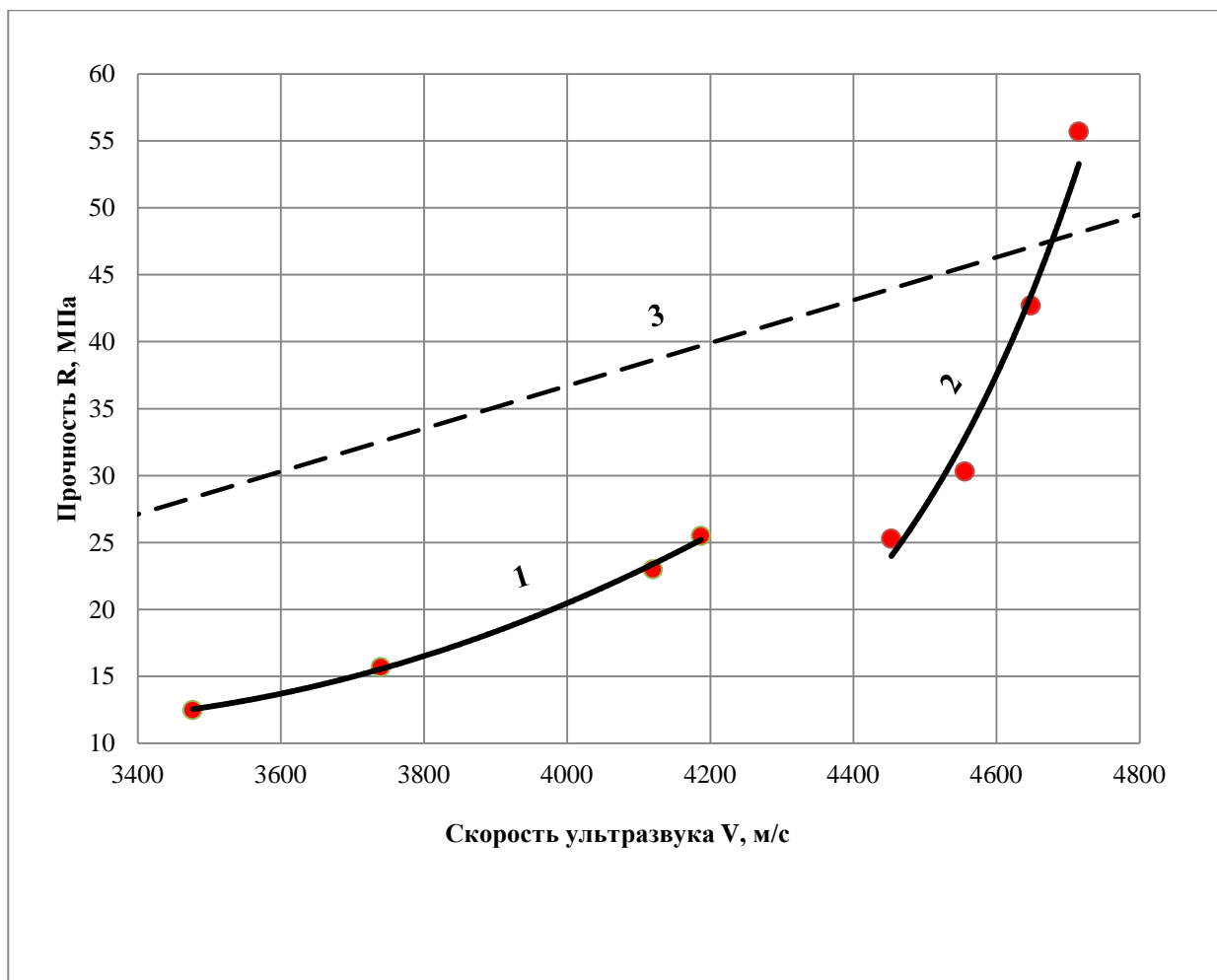


Рис.2.3 Определение прочности ультразвуковым методом

1 -Градуировочная зависимость "Скорость ультразвука - Прочность" по результатам испытаний кубов бетона класса В22,5;

2 - Градуировочная зависимость "Скорость ультразвука-Прочность" по результатам испытаний кубов бетона класса В30;

3 - Универсальная градуировочная зависимость по ГОСТ 17624-2012.

Сравнивая полученные зависимости с универсальной градуировочной зависимостью по ГОСТ 17624-2012, видно, что реальные значения прочности отличаются от указанных в универсальной примерно в 2 раза при испытаниях во все сроки для бетона В22.5; а реальная градуировочная для бетона В30 принципиально отличается по форме [27].

На рис. 2.4 представлены полученные градуировочные зависимости для прибора SilverSchmidt и показана рекомендуемая производителем прибора универсальная зависимость.

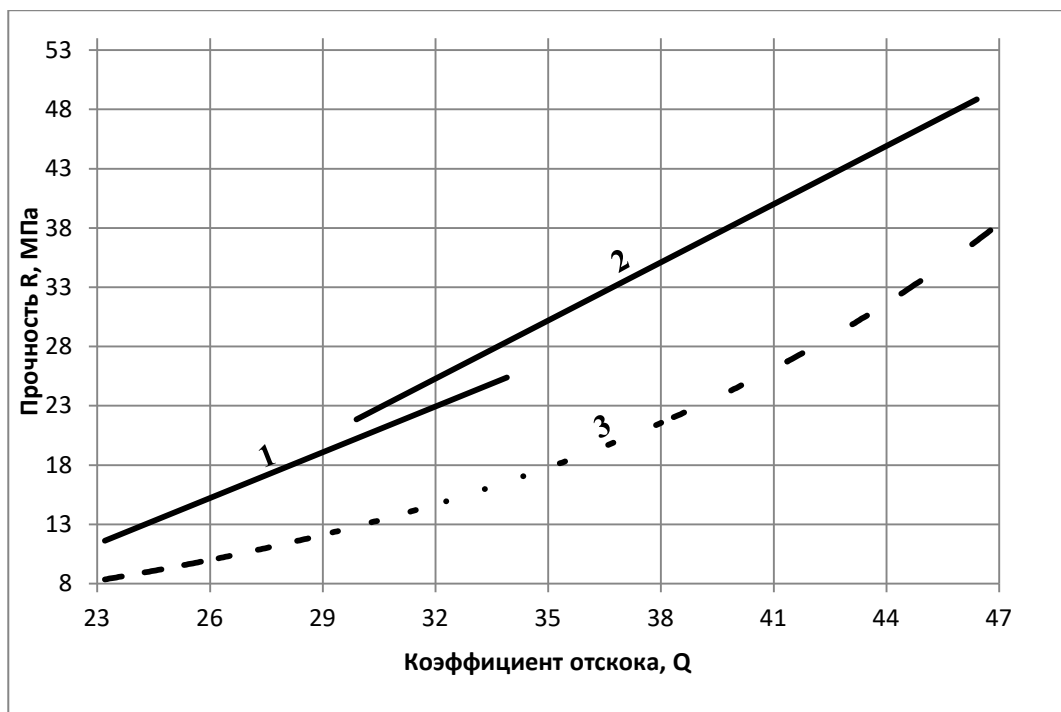


Рис.№ 2.4 Измерение прочности методом упругого отскока (SilverSchmidt)

- 1 - Градуировочная зависимость по результатам испытаний кубов для бетона 22,5;
- 2 - Градуировочная зависимость по результатам испытаний кубов для бетона 30;
- 3 - Универсальная зависимость для прибора "SilverSchmidt тип N" (от производителя).

Сравнивая полученные градуировочные зависимости с универсальной, которую рекомендует производитель данного типа прибора (SilverSchmidt тип N), видно, что при использовании универсальной зависимости для исследуемых составов бетона погрешности измерений составляют от 40% (при испытании в ранние сроки твердения бетона) и до 22% (в возрасте 28 и 56 суток).

Сегодня существует достаточное количество испытаний и сравнений, как методов, так и приборов неразрушающего контроля прочности монолитных конструкций. Давно было установлено, что для получения более точных данных о характеристиках прочности испытываемых конструкций, необходимо владеть максимально возможной информацией о составе бетонной смеси и ее компонентах. Случайно потерянный паспорт качества бетонной смеси, как это часто происходит на строительной площадке, может привести к финансовым, временным и трудовым затратам.

Проведенный эксперимент и исследования в первой главе диссертации дали возможность сформулировать перечень факторов, оказывающих возможное влияние на формирование и повышение эффективности системы контроля качества монолитных конструкций неразрушающими методами.

№п/п	Наименование
1	Наличие приборов неразрушающего контроля
2	Готовность строительной площадки для проведения испытаний
3	Наличие сведений о бетоне и железобетоне, и своевременность предоставления сведений о нем
4	Квалификация персонала
5	Качество проектной документации (проработанность орг.-техн. документации)
6	Применение методов неразрушающего контроля (прямой, косвенный)
7	Сезонные условия проверки
8	Присутствие лаборатории на строительной площадке
9	Техническая возможность проведения испытаний (количество участков испытаний; количество измерений)
10	Сроки проведения испытаний после формирования конструкции

В дальнейшем, необходимо проверить предложенные параметры на их адекватность и сформировать инструмент, который позволит количественно, а затем и качественно оценить возможности строительного проекта. Все это позволит найти критические точки системы неразрушающего контроля качества монолитных конструкций, определить оптимальные организационно-технические решения и тем самым повысить эффективность организации строительства жилых зданий.

2.2. Метод экспертных оценок

Опыт, знания и интуиция специалистов в своей области являются сегодня опорой для принятия определенных аргументированных решений в любой сфере деятельности человека. Совершенно очевидно, что в строительстве очень важен опыт реализации проектов, который в нужный момент способен подсказать правильное решение, что и оправдывает появление методов, которые основываются на экспертных оценках. Данные

методы применяют в случаях недостаточной информации, гарантирующей ясность результатов. Очевидно, что основываться на субъективное мнение группы специалистов и считать их итоговые оценки абсолютно достоверными - не самое правильное решение. Однако сегодня существуют методики, которые позволяют улучшить достоверность при решении задачи, чье выполнение без мнения специалистов-экспертов, было бы невозможным. Именно таким методом и является «Квалиметрический анализ». Квалиметрия – научная область, предложенная группой советских ученых, предметом которой является совокупность методов количественной оценки качества продукции [2]. Здесь нельзя не упомянуть как советских ученых, таких как Азгальдов Г.Г., так и иностранных Дж. Ван. Эттингера и Дж. Ситтега.

Суть данного метода можно понять, ответив на три следующих вопроса:

1. Как выбрать параметры, которые влияют на потенциал использования методов неразрушающего контроля, когда их количество бесконечно велико?

Выбор конечного количества параметров, необходимых для расчета и оказывающих влияние на Рн.к. - задача номер один. Для этого необходима систематизация и оценка частных свойств параметров, оценка весомости каждого из них.

2. Каков должен быть состав групп экспертов, чтобы конечные результаты можно было бы считать корректными?

Максимально возможное количество участников (экспертов) не ограничено. Однако, выбор требуемого числа экспертов – задача номер два. Первые две задачи плотно взаимосвязаны друг с другом, поскольку именно группа экспертов занимается систематизацией и компоновкой действующих параметров. Результат экспертизы предопределяется решением одной из главных задач – выбора экспертов.

3. *Что является качеством, по мнению экспертных групп (какой должен быть диапазон значений)?*

Чтобы ответить на этот вопрос, необходимо произвести оптимизацию расчетов по заданным критериям вычисления.

Неоднозначность проблем исходных данных является частичной проблемой, поскольку связи между итоговой оценкой качества изделия и качеством эталона эксперты учитывают интуитивно. Неопределенность проблемы результата тоже является частичной проблемой, т.к. если при эксперименте выявлены свойства эталона, то, соответственно, выявлены свойства определенного изделия. Подстановка любой подходящей функции с неизвестными исходными данными и, как следствие, с неизвестным полученным результатом создает неопределенность при установке факта реальной оптимальности, поэтому именно неопределенность проблемы оптимизации является ключевой проблемой. Необходимо структурировать процесс принятия решения, превратив большую сложную задачу в множество легко решаемых [2, 54]. Простыми словами, порядок деятельности поведения системы будет выглядеть так: - Первое – расчет нужного числа участников (экспертов) и отбор группы. После этого, эксперты должны проанализировать заданный объект, выявить параметры, оказывающие влияние на него и учитывая весовые характеристики каждого параметра структурировать их в иерархическое дерево. Последний этап – математическая обработка результатов и вывод конечного результата анализа.

Набор группы экспертов.

При подборе экспертной группы [38] расчетной моделью служит ряд независимых испытаний, где вероятность $X(Q)$, которая связана с наступлением события Q (правильного группового решения экспертов), одна и та же, и $0 < X[Q] < 1$ (схема Я.Бернулли), по закону Бернулли, принимающая следующий вид

$$X \left(\left| X - \frac{m}{n} \right| < e \right) \geq 1 - \alpha, \quad (2.1)$$

где e – положительное число, $e \ll 1$; α - уровень значимости вероятности $\alpha = \alpha(t)$. После некоторых преобразований [41], получим следующее уравнение

$$\left(\frac{1-\Delta m}{t m}\right)^2 = \frac{x(1-x)}{n} \quad (2.2)$$

Число рабочей группы экспертов анализируется, исходя из условия, что $n \geq 7$.

Определив необходимое количество экспертов в группе, происходит отбор самих экспертов по следующему принципу:

- из условий минимизации времени и затрат финансов.
- набор происходит исходя из условия наибольшей авторитетности;
- рекомендацией;
- набор из условия полноты масштаба проблемы;
- голосованием;
- тестированием;
- выдвижением претендентов коллективами подразделений организаций;

Необходимо отметить, несмотря на то, что в группе будут состоять исключительно профессионалы, есть риск несогласованности группы, что может помешать корректному проведению анализа и обработки результатов. Ввиду этого, для учета согласованности групп, происходит вычисление коэффициента конкордации, являющегося обобщенным показателем ранговой зависимостью для групп, которые состоят из m экспертов. Значение показателя конкордации располагается в границе от 0 до 1, под 0 – понимается отсутствие согласованности экспертов, а 1 – наоборот, полное присутствие. Также данный коэффициент принимает 0, в случае возникновения внутри группы экспертов отдельных групп, характеризующих высокую внутреннюю согласованность.

Древо иерархии.

Одним из основных способов представления объекта в графическом виде является древо иерархии. Древоидная структура представлена в виде графиков и схемг, где на самом высоком уровне древа расположены наиболее сложные свойства, на среднем – сложные, а нижнем – простые, которые характеризуют качество всего строительного объекта (Рисунок 2.5). Его изменением можно достичь только изменением более простых параметров, находящихся выше, поэтому крайне важно уделять большое значение каждому отдельно взятому свойству, временно отвлекаясь от остальных компонентов системы. Древо иерархии отображает структуру качества объекта в целом и служит расчетной моделью объекта (расчетной функциональной моделью его качества) [99].

На этапе структурирования, экспертами осуществляется ранжирование всех простых параметров. Для конкретно выбранного фактора устанавливается своя весовая характеристика. Сумма всех коэффициентов не должна превышать 100 % на всю группу простых параметров. Для более сложных параметров, чьи весовые характеристики также не должны превышать 100 % проводят такие же действия. Используя математический аппарат, учитывая все оценки, которые были выставлены экспертами, мы получаем значение показателя качества [64], которое может колебаться от 0 до 1.

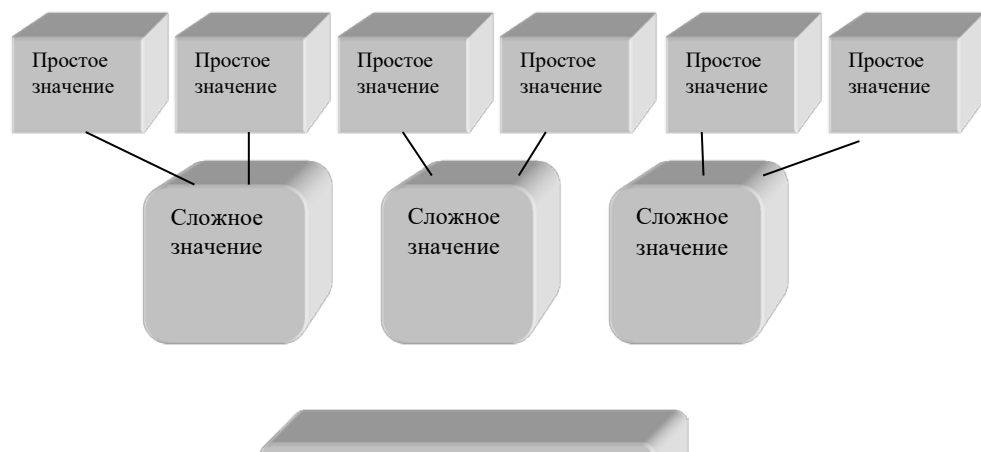




Рис. 2.5. Древо качества в квалиметрии.

2.3. Системотехника в строительстве

Под системотехникой понимается направление в строительстве, изучающая организационно-технические, управленческие, экономические технологические и другие системы.. Термин «Системотехника» впервые был введен редактором известной книги Р.Э. Макола и Г.Х. Гуда «Системотехника. Введение в проектирование больших систем» Г.Н. Поворовым [20,33-36].

При проектировании строительных систем, организационные подходы делят на 2 группы: микропроектные и макропроектные. Макропроект представляет собой такую структуру, где необходимо предстаить единую цельную системную работу, разделяя ее на отдельные декомпозиционные единицы. Наука об управлении связями – так коротко можно определить системотехнику. Особенно яркое е проявление можно заметить на стыках строительных моделей и систем (при проектировании, управлении, планировании и т.д.) благодаря возможности формирования оптимальных взаимосвязей между данными системами и подсистемами. Очевидно, что с продвижением компьютерных технологий появилась возможность представить все функции, которые выполняются системотехникой, в виде виртуальных строительных объектов. Данные программы представлены единой стркутурой, систематизировавшей существующие методики информационной составляющей, которые используются на всех этапах жизненного цикла возведения монолитных конструкций жилых зданий.

Говоря о системотехнике в строительстве, необходимо упомянуть профессора А.А. Гусакова. Он разработал общие методологические

принципы [33], а именно: инженерно-психологический, функционально-системный, интерактивно-графический, имитационно-моделирующий и инженерно-экономический.

Функционально-системный.

Основа такого принципа состоит из общей и в тоже время конкретной теории при решении практических проблем – это теория функциональных систем, разработанная еще в 1932-1933 гг. Исходным положением данной теории является то, что системообразующим фактором является определенная полученный результат функционирования системы. В этом случае, система представляет из себя объединенные воедино элементы, помогающие достижению поставленных перед ней задач. Большого результата данным подходом можно добиться в строительной отрасли, где, очевидно, сложность взаимоотношений, большое количество параметров, и критериев, влияющих на конечный результат, делают вопрос достижения заданного результата довольно актуальным. Принятые в ходе производства строительных работ организационно-технические решения могут быть переориентированы из-за подчинения конечному результату. Эта теория помогает получить адекватную оценку исходной модели, в зависимости от полученных результатов работы системы. Целостность системы, как ключевой фактор, влияющий на разработку системы оценивания организационно-технических решений, и на качество возведения жилых зданий означает, что упрощение выбора алгоритма расчета не должно в конечном итоге приводить к конфликту конечные цели назначения проекта. Иными словами, разработка методики по оценке влияния принятых организационно-технических решений по использованию методов неразрушающего контроля на качество конечных показателей при организации строительства жилых зданий, не должна являться причиной остановки строительного процесса. Организация этого подхода осуществляется с применением следующих принципов:

1. Исходя из существующих сложных задач, методом деления, образуются простые
2. Деление иерархического древа.

Интерактивно-графический принцип

В процессе развития строительного производства образуются трудности при разработке систем моделей, исследовании многовариантности критериев и технологий, актуализации базы стандартов. Более 50% всех затрат уходит на подготовительный период, связанный со сбором необходимой информации с целью автоматизирования системы, потому что эффективность системы в целом зависит от точности исходной информации, а также ее объективности. По причине усложнения строительного производства становится практически невозможным использование большого количества математических моделей. В связи с многокритериальностью задач и большими затратами машинного времени, во время создания автоматизированных систем при производстве строительных работ не удастся достигнуть полной формализации исходной задачи организации управления строительством. Системы, позволяющие часть своих функций передать ЭВМ, находят довольно широкое применение. Однозначно, большим плюсом является общение с машиной в диалоговом режиме, в ходе которого человек имеет возможность менять принятые им решения до момента достижения желаемого результата. Такой режим называют интерактивным. А при условии наличия на входе и выходе информации, представленной в виде графики, способствующей облегчению процесса восприятия, его называют интерактивно-графическим [10].

Безусловно, использование графического интерфейса дает возможность сделать документацию более компактной и информативной, благодаря чему ее анализ будет занимать гораздо меньше времени, чем текстовой. Данный подход дает возможность решать множество сложноформализуемых задач посредством предоставления для обработки информации ЭВМ. А

неформальные компоненты удерживаются и обрабатываются человеком. Если же существует необходимость в дополнении неформальных компонентов, оставшихся во власти человека, то это легко можно сделать, воспользовавшись диалоговым окном. Таким образом, появляется возможность перейти к оптимизации на основе модельного эксперимента, отказавшись от «точной процедуры оптимизации». Такие модели необходимы, когда исходных данных еще не так много, то есть на ранних стадиях реализации проекта, но необходимо заложить в бюджет основную часть расходов. Появляется возможность соединить довольно широкие формально-логические возможности ЭВМ с «человеческими» способами решения задачи в режиме диалогового окна, опираясь на интуицию, опыт и т.д.

Инженерно-экономический принцип.

Основой для принятия решений в настоящее время является экономическое обоснование и оценка организационно-технических, управленческих и технологических подходов. Специфика строительства такова, что получить результат оценки статистических исследований на основе опыта строителей и инженеров строительного производства объединение опыта инженеров-строителей происходит долго, соответственно и повышение эффективности сводится на нет. В связи с этим, выходом из данной ситуации является разработка системы, еще на стадии проектирования, позволяющей сделать анализ возможных результатов, зависящих от комбинаций организационно-технических решений. Произвести оценку влияния принятых организационно-технических решений по использованию методов неразрушающего контроля на конечные показатели при организации строительства монолитных жилых зданий можно лишь по мере завершения строительно-монтажных работ. Однако повысить их эффективность на данном объекте уже невозможно.

Возможности по комплексной оценке ситуации с точки зрения методологии, сегодня, отсутствуют.

Имитационно-моделирующий принцип.

Основой имитационно-моделирующего принципа [102] составляет математическое моделирование, которое все чаще используется в современном мире для решения разнородных задач. Математическое моделирование представляет собой теоретический или практический анализ исследуемого объекта, предметом изучения которого являются естественные или искусственно созданные вспомогательные системы и подсистемы. В диссертационной работе, построение математической модели позволит оценить воздействия принятых организационно-технических и управленческих решений по использованию методов неразрушающего контроля на качество организации строительства жилых зданий. Интуиция, основанная на опыте экспертов, как никогда подходит для решения таких задач. Исходя из этого, становится понятно, что функционирование такого метода возможно только при соблюдении условия идеального, точного описания изучаемой системы, без искажений перевода ее в модель, использовании правильного механизма в компьютерной среде алгоритмизации математической модели.

Производственно-технологический модуль (ПТМ).

Производственно-технологические модули представляют собой самостоятельные элементы, включающие в себя организационно-технические, технологические управленческие и другие мероприятия, объединенные в единые структурные связи. Данные связи создают группы процессов, состоящих из отдельных элементов, чей анализ позволит достичь общего понимания всей системы. ПТМ соединены между собой конечной идеей по повышению эффективности устройства высококачественной продукции [13]. В нашем случае, ПТМ дадут возможность объединить в одну группу отдельные факторы и параметры, под определенным знаменателем.

Один из важных этапов формирования понятия строительного объекта представляет именно анализ каждого модуля в отдельности и его интеграция в структуру различных математических процедур.

Необходимо принять во внимание, что изменение каждого производственно-технологического модуля, объединенного в общую структуру, точно приведет к переформированию всего процесса строительства. Например, к данным изменениям относятся решения по улучшению качества работ, как строительных, так и проектных, цель которых – повышение качества строительства в целом.

Подводя итог, можно сделать вывод о том, что положения, которые были перечислены выше, а также методы системотехнического подхода, дают возможность признать тот факт, что строительный процесс является сложной производственной системой. Можно представить производство строительных процессов выделением в его составе некоторых структурных элементов модели, подвергаемую в дальнейшем анализу, после которого возникает возможность сделать вывод о том, что в структуре исходной модели присутствуют устойчивые связи.

2.4. Метод информационных технологий

Принято считать, что в наше время главным источником и важным ресурсом для достижения поставленных задач является информация. С ее помощью, можно эффективно реализовывать практически любую сферу деятельности и тем самым достигать высоких результатов [40,112]. Принятие любого решения, несомненно, происходит после тщательной обработки имеющейся информации. Чем больше данных в наличии, тем выше эффективность принятых решений. Основой любой информационной технологии является преобразование свойств информации.

Сбор информации – это такая деятельность, которая позволяет получить субъекту все необходимые сведения об объекте. Очевидно, что в современном мире для систем процесс нахождения и обобщения

информации состоит из получения от внешних источников необходимых сведений и приведение их к стандартному виду для исходной системы. Деятельность, позволяющая одному из субъектов транслировать необходимую информацию, а другому – принимать, называется обменом информацией. В современном мире довольно широко распространена распределенная обработка информации, в то время, как сети передачи становятся информационно-вычислительными сетями. Такая деятельность, как хранение информации позволяет поддерживать исходную информацию в виде, который дает возможность выдавать информацию пользователям в определенные сроки. Перед данным этапом стоит этап накопления информации.

Обработка информации - это деятельность, направленная на преобразование и структурирование информации в соответствии с алгоритмом решения. Обработка информации происходит для решения определенных задач и для будущего его хранения. Значимую информацию при реализации строительного проекта по возведению жилых зданий располагают на одинаковом уровне с обеспечением объекта финансовыми, а также материальными ресурсами. Для выбора наиболее успешного пути и улучшения системы неразрушающего контроля качества монолитных конструкций, необходимо обеспечить актуальность и достоверность информации.

Очевидно, что тип информационного ресурса оказывает значительное влияние на актуальность информации и сроки использования. Так, например, данные показатели принимают максимальное значение для фундаментальных наук и сформировавшихся нормативных документов. Чтобы минимизировать вероятность использования ошибочной информации, необходима его предварительная оценка. Различают следующие подходы к оценке информации: синтаксический, семантический и прагматический [74].

- синтаксический подход оперирует с обезличенной информацией с учетом структурирования и построения без выражения смысловой связи с объектом;

- семантический подход применяется с точки зрения учета содержания и смысла информации;

- прагматический – характеризует ценность информации с целью решения поставленной задачи.

К. Шеннон ввел понятие количества информации, выполняя работу над синтаксическим аспектом информации, как степень неопределенности состояния системы. Следовательно, если человек до момента, когда ему была передана информация, владел некоторой предварительной информацией о системе X , то мерой неопределенности состояния системы и будет являться оставшаяся неосведомленность. Если принять исходную неосведомленность за $H(x)$, за $I(X)$ принять полученную информацию, а $H'(x)$ за остаточную неосведомленность, в таком случае после некоторых преобразований система будет иметь вид:

$$I(X) = H(x) - H'(x) \quad (2.3)$$

Ю.И. Шнейдер работал над смысловым содержанием информации. Именно он выдвинул теорию тезаурисной меры, которая объединяет умение пользователя воспринимать сообщение и семантические свойства информации. Изменение I_c (количество смысловой информации, которая воспринимается пользователем) происходит исходя из значения параметров S_n (тезаурис пользователя) и S' (смысловое содержание информации). Приведем несколько случаев:

1. $S' = 0$ – информация не несет нужной смысловой нагрузки. Очевидно, что I_c в данном случае не изменяется;

2. $S_n \rightarrow \infty$ – пользователь владеет нужной информацией, не нуждается в поступающей информации. I_c в этом случае тоже не изменяется.

Таким образом, полученные пользователями новые знания служат относительной величиной и имеют нелинейную зависимость от значения смыслового содержания информации. Очевидным является тот факт, что при установлении смыслового содержания информации на едином уровне, все потребители будут получать различную информацию.

Первый шаг работы с информацией – это ее сбор по определенным входным параметрам и свойствам, которые устанавливает заказчик. Собранную информацию, передают для дальнейшего его преобразования. Формы передачи информации бывают как машинные, так и традиционные. Процессы, следующие после ввода полученной информации, связывают с восприятием человека в удобной для него форме, что дает возможность беспрепятственно обмениваться информацией с другими пользователями. Инструмент должен давать возможность не только накапливать информацию, постоянно обновляя ее, но и оперативно извлекать ее в заданном объеме. Завершающим этапом можно назвать применение информации в сфере производства и управления.

Такая цепочка применима практически для любой сферы жизнедеятельности человека. Однако, рассмотренные в диссертационном исследовании информационные технологии, в дальнейшем используются для решения задач, поставленных в исследовании, связанные с испытанием конструкций неразрушающими методами. При современном монолитном домостроении, где происходит взаимодействие большого количества организаций, взаимодействующие на многих уровнях, рассмотренные выше подходы можно подразделить на следующие категории:

- выявление проблемы;
- принятие организационно-технических, технологических и управленческих решений;

- координация;
- контроль.

Главной задачей данного метода, в рамках организации и проведения испытаний монолитных конструкций неразрушающими методами, является формирование инструмента, способного воздействовать на процессы, оказывающие влияние на конечные показатели качества возведения монолитных конструкций при возведении жилых зданий.

При работе данной системы «УО» (Управляющий Орган) получает сведения о состоянии, в котором должен пребывать объект управления при определенных внешних условиях « $I_{вх}$ » и о состоянии объекта, в котором он пребывает в настоящее время « $I_{ос}$ ». Объект Управления «ОУ» отклоняется из-за действий на него внешних факторов « V ». Управляющая информация « $I_{у}$ » возникает в «УО» путем сравнения « $I_{ос}$ » и « $I_{вх}$ », затем переходит в так называемый Исполнительный Орган «ИО», генерирующий управляющее воздействие « U », которое, в свою очередь, ликвидируется отклонением в «ОУ». Полученная вовремя информация, как мы можем заметить, играет ключевую роль в работоспособности и функционировании системы.

Представленную систему, возможно, свободно адаптировать под взаимодействие сторон заказчика и организации, осуществляющего неразрушающий контроль на строительной площадке.

2.5. Метод организационно-технологической надежности

Метод организационно-технологической надежности (МОТН) заключается в эффективном обеспечении достижения высоких результатов организационного, технического, управленческого и экономического параметров в строительстве учитывая случайные вероятностные отклонения, присущие строительным объектам как системе единых взаимосвязанных моделей [23]. Принцип работы МОТН заключается в вероятностно-статистическом подходе, основанном на использовании методов теории

надежности, в свою очередь основанных на анализе полученных результатов разделения вероятностных величин, а именно, надежности отдельных комплексных параметров [32]. В данном случае, есть вероятность снижения уровня надежности (УН) при усложнении системы в целом, что в строительстве происходит часто. Для исключения снижения уровня надежности в строительном производстве рассматривают следующие 2 метода:

Системы строительства с технологическими разнятся своими организационными характеристиками. Таким образом, на строительном производстве в плотной коммуникации работают технические и социальные системы. Проблема в том, что в производимой организационно-технологической документации и в уже существующих нормативно-технических регламентах взаимодействие оных систем остаются абсолютно не предусмотренными. В свою очередь увеличение сложности строительных систем увеличивает хронологически последовательные друг с другом компоненты: персонал лаборатории, приборы неразрушающего контроля, их калибровка, ответственные производители работ на строительном объекте, компьютерные технологии. С увеличением связей прямо пропорционально увеличиваются «ненадежные элементы», что является прямым критерием снижения надежности системы в целом в геометрической прогрессии по основным законам математической теории надежности. Частичные отказы (сбои) в строительстве встречаются довольно часто. Такого рода недочеты нейтрализуются в процессе строительства, но показатели в системе по этим причинам способны существенно упасть [23]. Не имеет смысла использовать модель математической теории надежности для определения характеристик этих сбоев. Связано это с тем, что формальный метод подхода к такого рода анализу строительных систем, по большому счету, не блещет положительными результатами. Несмотря на это, для объективной оценки происходящего необходимо подробно изучить различные специфики систем строительства, а также, происходящих по различным причинам,

организационно-технических сбоях, возникающих в процессе строительного производства. Значением МОТН, в данной интерпритации, принимают возможность обеспечения надежности системы. Говоря об организации строительного производства, в большинстве случаев, под МОТН принимают оценку в срок выполнения проекта.

Экспертный анализ факторов МОТН календарного плана дает возможность безошибочно оценить качество организационно-технических характеристик и надёжность их достижения. [70]. Только с применением организационно-технических и управленческих решений возможно соблюдение сроков календарного плана и обеспечить соответствие всем необходимым условиям.

Таким образом, можно заключить, что МОТН целесообразно применить при решении проблем, связанных с оценкой соответствия качества монолитных конструкций неразрушающими методами и взаимодействия с организационно-техническими решениями. Сложность формирования комплексной системы строительного производства и системы оценивания эффективности применяемых методов контроля при испытании конструкций, сопровождается возможными сбоями, которые, в свою очередь необходимо компенсировать поправочными коэффициентами при выборе организационно-технических решений, влияющих на конечные показатели качества готовой строительной продукции.

2.6. Планирование эксперимента

При проведении любого эксперимента, основой которого является, как известно, опыт, необходимо учитывать условия, при которых проводится эксперимент, а также, точность управления этими условиями. В качестве первого этапа представляется планирование – это процесс подбора условий и количества приближений в опыте, минимально-достаточных при принятии решений для обеспечения требуемой точности получаемого решения той или иной задачи. [1].

Такие задачи, чрезвычайно разнообразны [44,54]:

1. Поиск оптимальных условий.
2. Выбор существенных параметров.
3. Построение интерполяционных формул.
4. Выбор наиболее приемлемых значений.
5. Оценка и уточнение констант моделей.

В исследованиях [79] этапы планирования описываются следующими этапами:

1. Установление цели;
2. Уточнение условий проведения эксперимента;
3. Определение вводных и выходных параметров цепи;
4. Определение требуемой точности результатов изысканий;
5. Схема проведения эксперимента;
6. Построение математической модели;
7. Статистика;
8. Расшифровка полученных результатов.

При проведении эксперимента необходимым является разработка верной методики. Методика в данном случае подразумевает отношение планировочных и физических решений, имеющих определенную конкретную последовательность к требуемым результатам. Успех в получении требуемого результата зависит от переменных параметров. При этом требуется правильно определить приоритетные параметры и выставить их последовательность и составить классификацию в зависимости от важности. Приведем перечень свойств физических величин необходимых для проведения качественного эксперимента:

- управляемость, т.е. возможность установить параметр для каждого фактора;
- независимость, т.е. каждый параметр (фактор) не может представлять собой функцию других параметров (факторов);

- точность и достоверность определения параметров (факторов), и безопасность их комбинации.

Важным этапом в проведении эксперимента является процесс обработки результатов эксперимента. Систематизация и структурирование полученных данных является обязательным на первом этапе обработки полученных результатов. В основном, все результаты сводятся в таблицы, графики, формулы - удобочитаемый вид. Результаты эксперимента обязательно должны отвечать следующим статистическим требованиям:

- эффективность оценки, т.е. минимум дисперсии отклонений в соотношении к неизвестному параметру;

- состоятельность оценки, т.е. при увеличении количества изысканий, оценка параметра должна приближаться к его истинному значению;

- несмещенность оценки, т.е. отсутствие ошибок в системе вычисления параметров. Соблюдение этих требований позволит построить математическую модель, с использованием значимых параметров, полученных с применением метода квалитетического анализа.

2.7. Выводы по главе

1. Обзор, который был выполнен в данной главе, дает возможность выбрать наиболее оптимальные значения методологических подходов к задачам по введению нового комплексного показателя организационно-технического потенциала использования методов неразрушающего контроля, определить подходящие пути решения для оценки воздействия принятых организационно-технических решений при организации и проведении испытаний неразрушающими методами контроля.

2. Для формирования системы контроля качества неразрушающими методами и повышения его эффективности необходимо применение метода экспертных суждений. Данный подход следует применять для анализа сформированных ПТМ.

3. Информационный подход для оценки воздействия на показатель потенциала использования методов неразрушающего контроля реализуется при помощи обеспечения управленческой системы актуальной, достоверной, доброкачественной и доступной информацией. Основываясь на результаты анализа, выполненного в данной главе, разработку метода оценки влияния управленческих и организационно-технических решений можно выполнить посредством введения нового системного инструмента управления – организационно-техническим потенциалом использования методов неразрушающего контроля.

4. Произведенный анализ дал возможность выявить необходимость использования системного подхода при разработке организационно-технического потенциала использования методов неразрушающего контроля ($P_{н.к.}$). Системотехнический подход и его принципы позволят представить использование методов неразрушающего контроля в виде системы, включающей в себя взаимосвязанные подсистемы. Отсутствие комплексных системообразующих факторов может привести к затруднению деятельности всей системы. Данный подход дает хорошую базу для выполнения диссертационной работы.

5. При работе над сложными системами, к которым относятся организация, проведение испытаний и обработка результатов неразрушающими методами, системотехнический метод требует использования метода декомпозиции с учетом целостности системы. Чтобы решить такие задачи предложено использовать производственно-технологические модули, представляющие собой единую систему объединенных групп факторов, оказывающих влияние на проведение испытаний и обработку результатов, полученных неразрушающими методами контроля качества и оценки прочности при возведении жилых зданий из монолитных конструкций.

6. Поскольку в методе организационно-технологической надежности анализируется надежность отдельного элемента, полученного в результате

структурирования на группы факторов, представленных производственно-технологическими модулями, целесообразно применять данный метод при работе над проблемами, которые носят глобальный характер. Проводится анализ возможности отказов в каждом элементе, что, соответственно, будет оказывать негативное воздействие на весь процесс использования методов неразрушающего контроля при организации строительства жилых монолитных зданий.

ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ПОТЕНЦИАЛА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИНЯТЫХ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ.

В третьей главе диссертации рассмотрены аналитические аспекты в разработке системы по оценке воздействия технических и организационно-управленческих решений на организационно-технический потенциал использования методов неразрушающего контроля прочности бетона при возведении монолитных железобетонных конструкций жилых зданий. А также проанализированы основные факторы, разработана математическая модель с применением методологических средств, приведенных во второй главе. Кроме того, в третьей главе произведен анализ результатов эксперимента, и проработана корреляция организационно-технического потенциала контроля прочности бетона неразрушающими методами и принятых организационно-управленческих и технических решений в процессе возведения жилых зданий из монолитного железобетона.

Была поставлена задача о моделировании рассматриваемого процесса в связи с учетом вероятностного характера зависимости элементов системы. В качестве инструментов были использованы многофакторные регрессии, которые строятся на основе методов вероятной статистики. Использование вероятностно-статистических методов можно разделить на две группы: первая – исследование параметров и факторов, оказывающих влияние на

$P(n, k)$), вторая – оценка влияния отдельного параметра. Также рассмотрен вопрос об их совмещении и обобщении для оценивания влияния зависимости организационно-технического потенциала на $P(n, k)$ от группы параметров.

3.1. Описание параметров ПТМ, планируемых применить для разработки математической модели.

Основой математической модели, для формирования организационно-технического потенциала использования методов неразрушающего контроля стали: системотехника строительства, планирование эксперимента, математическая статистика и факторный анализ, а метод экспертных суждений использован для получения выборки данных.

Для расчета организационно-технического потенциала использования методов неразрушающего контроля при организации строительства жилых монолитных зданий, в диссертационной работе были выявлены следующие производственно-технологические модули (ПТМ), которые будут применены для дальнейшего проведения эксперимента [63]:

Таблица 3.1. Перечень параметров ПТМ

№п/п	Наименование
ПТМ 1	Наличие приборов неразрушающего контроля
ПТМ 2	Готовность строительной площадки для проведения испытаний
ПТМ 3	Наличие сведений о бетоне и железобетоне, и своевременность предоставления сведений о нем
ПТМ 4	Квалификация персонала
ПТМ 5	Качество проектной документации (проработанность орг.-техн. документации)
ПТМ 6	Применение методов неразрушающего контроля (прямой, косвенный)
ПТМ 7	Сезонные условия проверки
ПТМ 8	Присутствие лаборатории на строительной площадке
ПТМ 9	Техническая возможность проведения испытаний (количество участков испытаний; количество измерений)
ПТМ 10	Сроки проведения испытаний после формирования конструкции

С целью определения значимости каждого параметра ПТМ, было сформировано 10 групп экспертов, в составе от 5 до 10 человек в каждой из групп, компетентных в вопросе, обозначенном в диссертационном исследовании. Каждой из групп ставилась задача: проранжировать предложенные параметры ПТМ выставляя баллы от 1 до 10, в порядке возрастания значимости ПТМ. Результаты проведенного опроса показаны в Таблице 3.2.

Таблица 3.2. Результаты опроса групп экспертов

ПТМ	Экспертные группы									
	m1	m2	m3	m4	m5	m6	m7	m8	m9	m10
x_1	1	1	2	2	1	1	3	3	2	1
x_2	6	8	10	6	8	3	7	8	6	6
x_3	9	4	8	9	10	7	9	7	9	9
x_4	4	5	5	4	5	5	5	5	8	4
x_5	7	3	9	3	7	10	10	9	4	8
x_6	8	9	7	10	9	9	8	10	10	10
x_7	3	6	4	5	6	6	4	4	5	5
x_8	10	10	6	7	4	4	6	6	7	7
x_9	2	2	1	1	2	2	1	1	1	2
x_{10}	5	7	3	8	3	8	2	2	3	3

По результатам опроса была сформирована диаграмма значимости параметров ПТМ (Рисунок 3.1.):

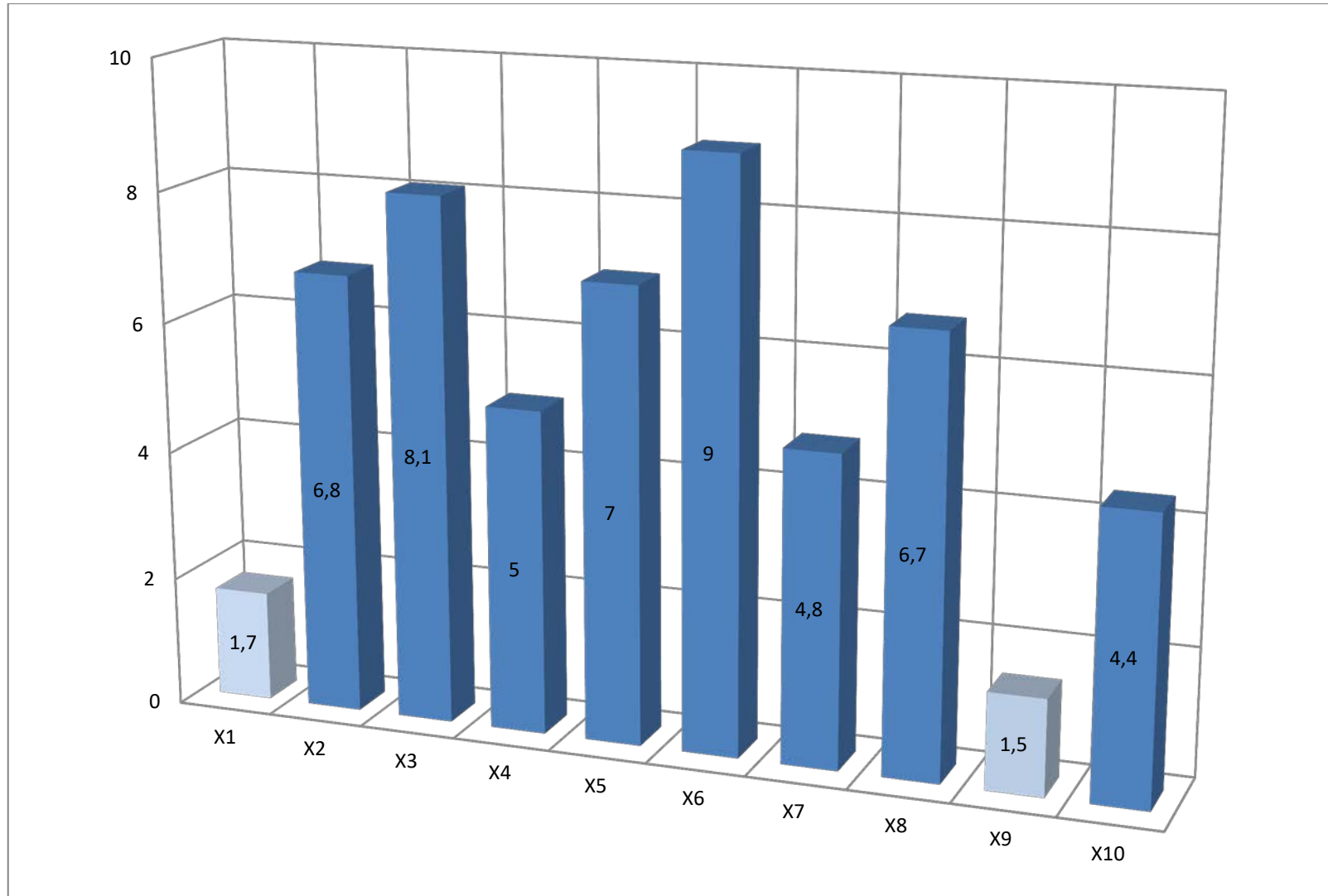


Рисунок 3.1. Диаграмма распределения значимости ПТМ.

Проведенный экспертный опрос, чьи результаты показаны на диаграмме распределения значимости параметров ПТМ (Рисунок 3.2.), определил 8 основных факторов, которые в дальнейшем будут использованы для формирования математической модели организационно-технического потенциала использования методов неразрушающего контроля. А оставшимися 2 параметрами ПТМ, характеризующим: наличие приборов неразрушающего контроля и количество участков испытаний; количество измерений, - можно пренебречь, в связи с допустимой потерей информации (их суммарное влияние на модель не превышает 5%).

3.2. Исследование параметров ПТМ, оказывающих воздействие на организационно-технический потенциал использования методов неразрушающего контроля при возведении монолитных конструкций жилых зданий

Для решения поставленных в диссертации задач - формирования алгоритма с целью расчета и оценки организационно-технического потенциала использования методов неразрушающего контроля при возведении монолитных конструкций многоэтажных жилых зданий, необходима подготовка экспериментальных данных [102,136]:

- количественное представление факторов (производственно-технологических модулей) Организационно-технической модели использования методов неразрушающего контроля прочности при возведении монолитных конструкций многоэтажных жилых зданий;
- определение корреляционных зависимостей производственно-технологических модулей (ПТМ) Организационно-технической модели потенциала.

Исключительно благодаря предварительной обработке полученных данных получилось создание необходимых условий для того, чтобы провести эксперимент. Основой математического аппарата, дающего возможность

расчета организационно-технического потенциала использования методов нерушающего контроля при возведении монолитных конструкций многоэтажных жилых зданий, стали выявленные в результате обработки проведенного экспертного опроса данные (Таблица 3.1.).

3.2.1 Готовность строительной площадки для проведения испытаний.

Готовность строительного объекта для проведения испытаний по оценке качества монолитных конструкций существенно влияет на скорость прохождения, обработки и получения результатов.

Возможные значения производственно-технологического модуля:

Служба охраны, ответственные производители не уведомлены о приезде специалистов лаборатории, площадка не готова для проведения испытаний. Наличие дефектов в зоне измерения (расслоения, микротрещины каверны и т.п.), повреждения поверхностного слоя, не расчищено место для проведения испытаний. Значение (-1).

Ответственный персонал осведомлен о приезде специалистов, отсутствуют дефекты в зоне измерения, место проведения испытаний не освещено, имеются труднодоступные места для контроля. Значение (0).

Строительная площадка полностью готова для проведения испытаний, все места очищены и подготовлены для испытаний, отсутствуют труднодоступные места для контроля прочности конструкций. Значение (+1).

3.2.2 Наличие и своевременность предоставления сведений о бетоне.

Данный производственно-технологический модуль описывает наличие и скорость передачи информации службам лаборатории об испытываемых конструкциях.

Сведения об испытываемых конструкциях на момент проведения

испытаний отсутствуют. Журнал бетонных работ ведется некорректно. Значение (-1).

Сведения об испытываемых конструкциях даны не в полном объеме. Журнал бетонных работ ведется некорректно. Передача паспортов и сертификатов происходит с опозданием. Значение (0).

Сведения об испытываемых конструкциях даны в полном объеме, имеются корректно и своевременно заполненные журнал бетонных работ с приложенными схемами бетонирования (включающими в себя согласованную генерельным подрядчиком с лабораторией нумерацию бетонирования конструкций). Значение (+1).

3.2.3 Уровень квалификации персонала.

Данный производственно-технологический модуль описывает квалификацию персонала лаборатории, который будет проводить испытания на объекте.

Представитель лаборатории не имеет полного высшего образования. Опыт работы менее 1 года. Значение (-1).

Представитель лаборатории имеет высшее образование. Опыт работы до 2 лет. Значение (0).

Представитель лаборатории имеет высшее образование. Опыт работы от 2 лет. Значение (+1).

3.2.4 Качество проектной документации (проработанность Организационно-технической документации).

На момент проведения испытаний из проектной документации имеется только РД. Значение (-1).

Имеется согласованный с представителем заказчика типовой ППР, в котором отсутствуют сведения и порядок проведения контроля прочности бетона неразрушающими методами. Значение (0).

На строительной площадке имеется вся организационно-техническая документация, с подробно описанным процессом проведения испытаний неразрушающими методами. Значение (+1).

3.2.5 Применение методов неразрушающего контроля (прямой, косвенный).

Применен только косвенный метод с использованием 1 прибора из механической или ультразвуковой групп. Значение (-1).

Использован прямой метод неразрушающего контроля согласно нормативным требованиям. Значение (0).

Прямой метод неразрушающего контроля (отрыв со скалыванием, скалывание ребра) + косвенный с применением приборов из групп (механический, ультразвуковой). Значение (+1).

3.2.6 Сезонные условия проверки.

Испытания проводились в зимний период. Значение (-1).

Осенне-весенний период. Значение (0).

Летний период. Значение (+1).

3.2.7 Присутствие лаборатории на строительной площадке.

Выезд лаборатории на строительную площадку для проведения испытаний прочности неразрушающими методами осуществляется по вызову представителями заказчика. Значение (-1).

Выезд на строительную площадку представителями лаборатории для проведения испытаний неразрушающими методами осуществляется согласно заранее согласованному с представителями заказчика графику производства работ. Значение (0).

Постоянное присутствие представителей лаборатории на строящемся

объекте. Значение (+1).

3.2.8 Сроки проведения испытаний после формирования конструкций.

Испытания проводились при оценке: распалубочной прочности и прочностных параметров бетона до набора ими проектных значений – наихудшее значение. Значение (-1).

Испытания проводились на ранних стадиях набора прочности бетона, при оценке распалубочной прочности и в процессе выдерживания, при оценке прочностных параметров конструкций до набора ими проектных значений – Среднее значение. Значение (0).

Испытания проводились на всех стадиях набора прочности бетона. Значение (+1).

3.3. Проведение эксперимента

Для проведения эксперимента необходимо проведения большого количества опытов, т.к. нами было выявлено 8 ПТМ ($k = 8$), которые варьируются на 3 уровнях. Ввиду этого, эксперимент приобретает следующий вид: $N = 3^k = 3^8 = 6561$. По итогу мы получаем, что для определения искомой зависимости возникает необходимость проведения как минимум 6561 опытов. Понятно, что для проведения такого количества опытов возникает надобность во все еще больше действительных существующих объектов. Используя доверительную вероятность $P = 95\%$, $C_v = 5\%$ (коэффициент вариации, и допуская погрешность испытаний $\varepsilon = 5\%$, то, с учетом коэффициента Стьюдента $t = 1.97$, наименьшее допустимое число измерений каждой строки плана составит:

$$n = \frac{1,97^2 + 5^2}{5^2} = 4 \quad (3.1)$$

Отсюда следует, что для оценивания влияний выбранного из восьми факторов на качество объектов потребуется $4 \times 6561 = 26244$ объекта, что практически создает невозможность выполнения данной задачи в рамках диссертационного исследования.

В связи с этим, факторный анализ, а точнее его методика, стала наиболее подходящим способом устранения проблемы уменьшения количества ПТМ. В дополнение будет использован и применен схожий по свойству D-оптимальный план в процессе построении матрицы планирований.

В качестве исходных данных для применения методологии факторного анализа были использованы коэф. корреляции Пирсона [79]. Корреляционные связи данных коэффициентов, определялись между значениями производственно-технологических модулей, выявленные ранее в диссертационном исследовании. Корреляционные зависимости будут вычисляться следующим образом [102]:

$$r_{x_1x_2} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{1i} - \bar{x}_1)(x_{2i} - \bar{x}_2)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{1i} - \bar{x}_1)^2 \sum_{i=1}^n (x_{2i} - \bar{x}_2)^2}} \quad (3.2)$$

Где x_1 и x_2 – значения ПТМ1 и ПТМ2 соответственно, n – количество опытов, а i – номер опыта.

Значение \bar{x}_1 и \bar{x}_2 определяться следующим образом:

$$\bar{x}_1 = \sum_{i=1}^n \frac{x_{1i}}{n} \quad (3.3)$$

$$\bar{x}_2 = \sum_{i=1}^n \frac{x_{2i}}{n} \quad (3.4)$$

С помощью квалиметрического анализа (метода экспертных оценок) каждому ПТМ было присвоено числовое значение. Экспертный опрос осуществлялся анкетированием, где десять экспертных групп, ранжировали представленные им параметры от 1 до 8. Наиболее значимые на их взгляд параметры ПТМ получали 8 баллов, а наименее значимые - 1 балл. Общее количество экспертов составило 92 человека по 6-10 человек в группе. Экспертами выступили профессиональные строители, обладающие учеными

степенями; специалисты, входящие в реестр СРО, руководители и директора крупных строительных организация, а также заслуженные строители РФ.

Обозначим ПТМ:

x_1 - Готовность строительной площадки для проведения испытаний;

x_2 - Наличие и своевременность предоставления сведений о бетоне;

x_3 - Уровень квалификации персонала;

x_4 - Качество проектной документации (проработанность организационно-технической документации);

x_5 - Применение методов неразрушающего контроля (прямой, косвенный);

x_6 - Сезонные условия проверки;

x_7 - Присутствие лаборатории на строительной площадке;

x_8 - Сроки проведения испытаний после формирования конструкции.

m_1, m_2, \dots, m_{10} – экспертные группы.

Таблица 3.3 Баллы, выставленные группами экспертов

	m_1	m_2	m_3	m_4	m_5	m_6	m_7	m_8	m_9	m_{10}
x_1	4	7	2	5	7	4	4	4	2	4
x_2	6	4	3	7	6	5	8	5	6	7
x_3	1	3	6	1	1	3	2	2	1	1
x_4	3	8	5	8	3	6	5	8	7	5
x_5	8	5	7	4	4	8	7	7	8	8
x_6	2	1	1	5	2	1	1	1	4	6
x_7	5	2	8	3	8	2	3	3	3	3
x_8	7	6	4	2	5	7	6	6	5	2

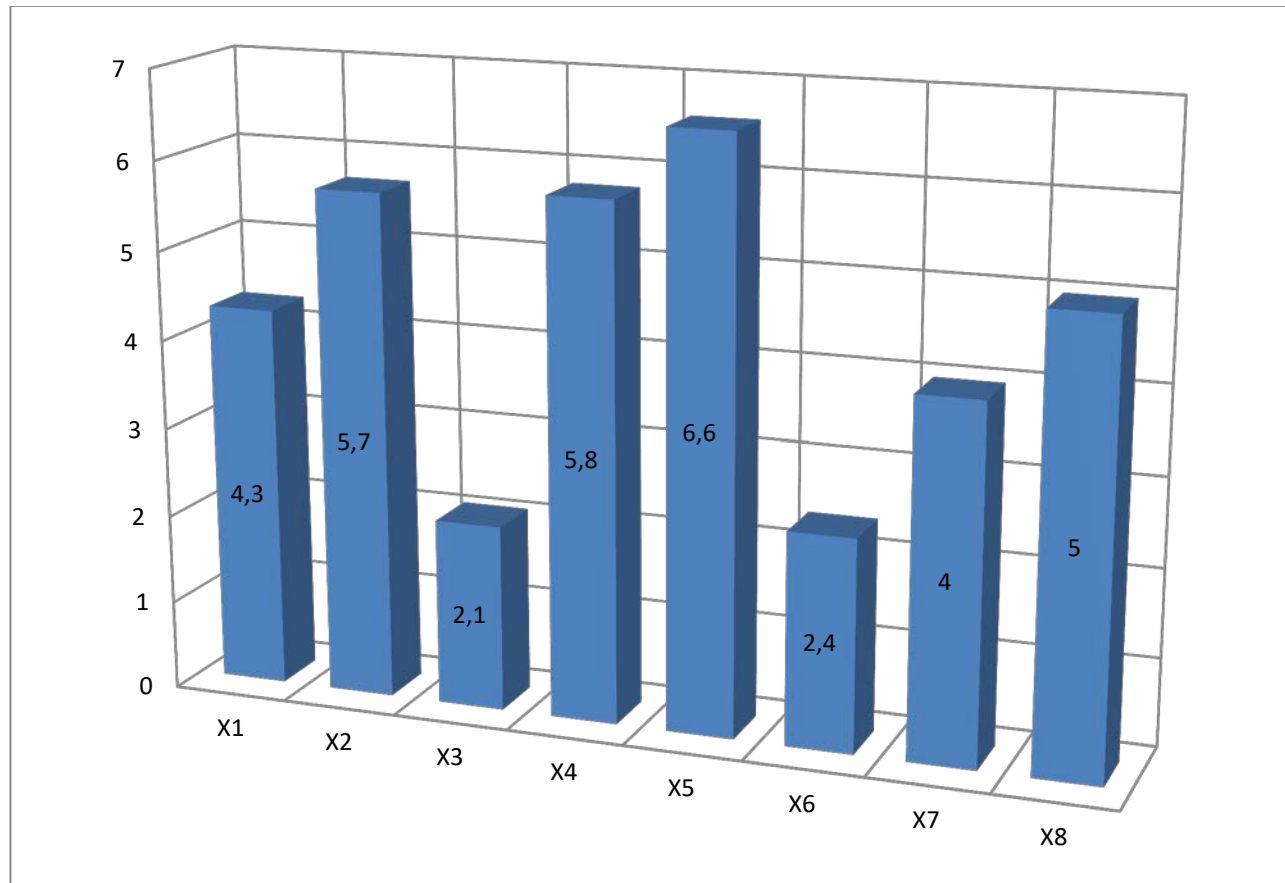


Рисунок 3.2 Диаграмма распределения значимости ПТМ.

Статистические данные из таблицы 3.3 переносим в формулы 3.2; 3.3 и 3.4 с целью дальнейшего нахождения коэффициента парной корреляции (таблица 3.4). Согласно правилам факторного анализа, при нулевом значении коэффициента корреляции r между факторами, они независимы друг от друга. При значении коэффициентов корреляции находятся в диапазоне между 0,3-0,4 – корреляция (зависимость) носит слабый характер. Если значения коэффициентов находятся в диапазоне между 0,5-0,75 – корреляция является хорошей. Если значения коэффициентов находятся в диапазоне между 0,8-0,95 – корреляция является очень хорошей. А если $r = 1$ корреляционная зависимость имеет детерминированный характер [29].

Таблица. 3.4. Матрица интеркорреляций для ПТМ p1-p8

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
P1	1	0,08	-0,30	-0,01	-0,74	-0,11	-0,03	0,07
P2	0,08	1	-0,78	-0,18	-0,01	0,52	-0,30	-0,24
P3	-0,30	-0,78	1	0,08	0,10	-0,57	0,31	0,11
P4	-0,01	-0,18	0,08	1	-0,17	0,08	-0,66	-0,16
P5	-0,74	-0,01	0,10	-0,17	1	-0,01	-0,24	0,30
P6	-0,11	0,52	-0,57	0,08	-0,01	1	-0,18	-0,80
P7	-0,03	-0,30	0,31	-0,66	-0,24	-0,18	1	-0,11
P8	0,07	-0,24	0,11	-0,16	0,30	-0,80	-0,11	1

На основании парной корреляции (Таблица 3.4) обнаруживается математическая связь следующих групп факторов:

- На основании значения корреляции $r_{P_1P_5} = 0,74$, ПТМ P1 и P5 объединяются в группу z1, характеризующую **готовность строительной площадки для проведения испытаний и применение методов неразрушающего контроля (прямой, косвенный)** .

- На основании значения корреляции $r_{P_2P_3} = 0,78$, факторы P2 и P3 объединяются в группу z2, описывающую **наличие сведений о бетоне и уровень квалификации персонала.**
- На основании значения корреляции $r_{P_4P_7} = 0,66$, ПТМ P4 и P7 объединяются в группу z3, отражающую **проработанность Организационно-технической документации и присутствие лабораторий на строительной площадке**
- На основании значения корреляции $r_{P_6P_8} = 0,80$ параметры P6 и P8, отражающие **сезонные условия проверки и сроки проведения испытаний после формирования конструкции**, объединяются в группу z4

Далее, нам дается право выбора структуры регрессионной модели в произвольном порядке. Установлено, что для трехуровневой системы, наиболее подходящим является полином второй степени, который имеет следующий вид:

$$y = B_0 + \sum_{i=1}^k B_i z_k + \sum_{i,j=1}^k B_{ij} z_k z_k + \sum_{i=1}^k B_{ii} z_k^2 \quad (3.5)$$

где B_0, B_i, B_{ij}, B_{ii} – коэффициенты регрессионно уравнения, z_k – параметры уравнения регрессии

Полиномы 2-го порядка, которые включают в себя квадратичные члены, являются инструментом описания оптимума.

Факторным пространством называют тот диапазон, чьи координатные оси соответствуют значениям параметров ПТМ. Данное пространство, где могут быть размещены точки, которые соответствуют условиям, поставленным в опытах, является областью эксперимента. Выбрав максимальные и минимальные значения каждого из параметров ПТМ, можно определить область экспериментирования. Поставленные в исследовании

задачи, точность установления значений параметров ПТМ, требуемая точность определения откликов оказывает влияние на выбор области эксперимента.

Непосредственно до начала опытов, был установлен диапазон значений параметров z_k . Основной уровень которого представлен центральной точкой z_{0k} . Интервал варьирования представлен параметром Δ_k :

$$\Delta_k = \frac{z_{2k} - z_{1k}}{2} \quad (3.6)$$

Следующий шаг, кодирование параметров:

$$z_k = \frac{z_{кн} - z_{кн}^0}{\Delta z_k} \quad (3.7)$$

Где z_k - значение k - го параметра;

$z_{кн}$ – натуральное значение параметра на верхнем или нижнем уровнях варьирования;

$z_{кн}^0$ – натуральное значение основного уровня

Δz_k – интервал варьирования.

Кодировав значения параметров ПТМ, верхним уровням устанавливаются показатели «+1», а нижним – «-1» (таблица 3.5) [12,140].

Таблица 3.5 Варьирование параметров ПТМ по уровням.

Уровни Группы параметров	Нижний уровень (« - 1 »)	Основной уровень (« 0 »)	Верхний уровень (« + 1 »)
z_1 – «Готовность строительной площадки для проведения испытаний» и «Применение методов	Площадка не готова для проведения испытаний, Наличие дефектов в зоне измерения (расслоения, микротрещины	Ответственный персонал осведомлен о приезде специалистов, отсутствуют дефекты в зоне измерения, место проведения испытаний не освещено, имеются	Строительная площадка полностью готова для проведения испытаний, все места очищены и подготовлены для испытаний, отсутствуют труднодоступные места

<p>неразрушающего контроля (прямой, косвенный)».</p>	<p>каверны и т.п.), повреждения поверхностного слоя, не расчищено место для проведения испытаний.</p> <p>Применен только косвенный метод с использованием 1 прибора из механической или ультразвуковой групп;</p>	<p>труднодоступные места для контроля.</p> <p>Использован прямой метод неразрушающего контроля согласно нормативным требованиям;</p>	<p>для контроля прочности конструкций.</p> <p>Прямой метод неразрушающего контроля (отрыв со скалыванием, скалывание ребра) + косвенный с применением приборов из групп (механический, ультразвуковой);</p>
<p>z₂ – «Наличие и своевременность предоставления сведений о бетоне» и «Уровень квалификации персонала».</p>	<p>Сведения об испытываемых конструкциях на момент проведения испытаний отсутствует. Журнал бетонных работ ведется некорректно.</p> <p>Представитель лаборатории имеет высшее образование. Опыт работы от 1 года.</p>	<p>Сведения об испытываемых конструкциях даны не в полном объеме. Журнал бетонных работ ведется некорректно. Передача паспортов и сертификатов происходит с опозданием.</p> <p>Представитель лаборатории имеет высшее образование. Опыт работы до 2 лет.</p>	<p>Сведения об испытываемых конструкциях даны в полном объеме, имеются корректно и своевременно заполненные журнал бетонных работ с приложенными схемами бетонирования (включающими в себя согласованную ген. Подрядчиком с лабораторией нумерацию бетонир. конструкций).</p> <p>Представитель лаборатории не имеет полного высшего образования. Опыт работы менее 1 года</p>
<p>z₃ – «Проработанность организационно-технической документации и «Присутствие лабораторий на строительной площадке».</p>	<p>На момент проведения испытаний из проектной документации имеется только РД. Представитель лаборатории не имеет полного высшего образования.</p> <p>Постоянное присутствие представителей лаборатории на строящемся объекте.</p>	<p>Имеются согласованный типовой ППР, не имеющий сведений о проведении контроля прочности бетона. Представитель лаборатории имеет высшее образование.</p> <p>Выезд на строительную площадку представителями лаборатории осуществляется согласно заранее согласованному с заказчиком графику производства работ.</p>	<p>На строительной площадке имеются вся Организационно-техническая документация, с подробно описанным процессом проведения испытаний неразрушающими методами.</p> <p>Выезд лаборатории на строительную площадку для проведения испытаний прочности неразрушающими методами осуществляется по вызову представителями заказчика.</p>

<p>Z₄ – «Сезонные условия проверки» и «Сроки проведения испытаний после формирования конструкции».</p>	<p>Испытания проводились в летний период</p> <p>Испытания проводились на всех стадиях набора прочности бетона</p>	<p>Испытания проводились в осенне-весенний период.</p> <p>Испытания проводились на ранних стадиях набора прочности бетона, при оценке распалубочной прочности и в процессе выдерживания, при оценке прочностных параметров конструкций до набора ими проектных значений.</p>	<p>Испытания проводились в зимний период</p> <p>Испытания проводились при оценке: распалубочной прочности и прочностных параметров бетона до набора ими проектных значений – наихудшее значение</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

В процессе построения полинома второй степени, обладающего более высоким порядком, нежели линейные модели, мы используем план, где каждый фактор обретает минимум 3 разных значения. Есть возможность воспользоваться полным факторным экспериментом (ПФЭ) типа 3^k , но минусом данных планов является немалая избыточность. Планирование наиболее рационально выполнять в соответствии с реализацией идей эксперимента пошагово. Такая возможность существует с помощью добавления заранее выбранных точек плана к «ядру», который образован для линейного приближения. Такие планы называются композиционными (последовательными).

Использование ортогональных центральных композиционных планов (ЦКП) является решением для такого рода задач как последовательный выбор модели. И ядром полного факторного эксперимента (ПФЭ) как раз таки являются эти задачи. При $k < 5$, широкое распространение получили центральные композиционные планы. Понятие “центральный” подразумевает получение значений симметричных центру плана. Центральный композиционный план 2-го порядка имеет ядро полного факторного эксперимента 2^k . Применение полного факторного эксперимента, отвечающего этим условиям, даст возможность получения несмещенных оценок коэффициентов полиномиальной модели.

В планах Бокса, построенном в полном соответствии с ПФЭ, добавляется одна точка в центр ядра, которая имеет координаты $(0, 0, \dots, 0)$ и 2_k "звездных" точек с координатами $(\pm \dot{g}, 0, \dots, 0), \dots, (0, 0, \dots, \pm \dot{g})$.

Построенный таким образом план является центральным композиционным планом 2-го порядка. Данная формула позволяет находить общее количество точек плана:

$$N = N_0 + 2_k + 1 \quad (3.8)$$

где N_0 – количество точек ядра плана.

Чтобы обеспечить симметрию необходимо перейти от значений z_k^2 к центральным параметрам $z_k^* = z_k^2 - z_{kcp}^2$ (сумма центральных величин равна 0). Среднее значение z_{kcp}^2 , для всех z_k^2 одинаково и находится по формуле

$$c = (N_0 + 2_k^2)/N \quad (3.9)$$

В связи с чем возникает возможность преобразования квадратичной модели (3.1.6)

$$\begin{aligned} y &= b_0 + b_1 z_1 + \dots + b_k z_k + b_{12} z_1 z_2 + \dots + b_{k-1,k} z_{k-1} z_k \\ &+ b_{11} (z_1^2 - z_{1cp}^2 + z_{1cp}^2) + \dots + b_{kk} (z_k^2 - z_{kcp}^2 + z_{kcp}^2) \\ &= d_0 + b_1 z_1 + \dots + b_k z_k + b_{12} z_1 z_2 + b_{k-1,k} z_{k-1} z_k + b_{11} z_1^* \\ &+ \dots + b_{kk} z_k^* \end{aligned} \quad (3.10)$$

где $d_0 = b_0 + b_{11} z_{1cp}^2 + \dots + b_{k-1,k} z_{kcp}^2 = b_0 + c(b_{11} + \dots + b_{k-1,k})$

Преобразованная модель с первоначальной – равнозначны. Эквивалентность в них достигнута совпадением всех значений коэффициентов, кроме нулевого. После чего, матрица планирования выглядит следующим образом (таблица 3.7). Видно, что сумма всех параметров по столбцам равна 0: в преобразованной таблице происходит соблюдение свойства симметричности. Не смотря на это столбцы квадратичных членов неортогональны при произвольных значениях \dot{g} , т.к.

Таблица 3.7. Матрица плана второго порядка со столбцами, не соблюдающими условие симметрии и ортогональности.

\bar{y}_u	z_0	z_1	z_2	z_3	z_4	z_1^2	z_2^2	z_3^2	z_4^2	z_1z_2	z_1z_3	z_1z_4	z_2z_3	z_2z_4	z_3z_4
y1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
y2	+1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1
y3	+1	+1	+1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	-1
y4	+1	+1	+1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	-1	+1	+1
y5	+1	+1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1
y6	+1	+1	-1	+1	-1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1
y7	+1	+1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1
y8	+1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1
y9	+1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1
y10	+1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	+1	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1
y11	+1	-1	+1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1
y12	+1	-1	+1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1
y13	+1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1
y14	+1	-1	-1	+1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	-1	+1	-1
y15	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1
y16	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
y17	+1	\dot{g}	0	0	0	\dot{g}^2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
y18	+1	$-\dot{g}$	0	0	0	\dot{g}^2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
y19	+1	0	\dot{g}	0	0	0	\dot{g}^2	0	0	0	0	0	0	0	0
y20	+1	0	$-\dot{g}$	0	0	0	\dot{g}^2	0	0	0	0	0	0	0	0
y21	+1	0	0	\dot{g}	0	0	0	\dot{g}^2	0	0	0	0	0	0	0

y22	+1	0	0	-ġ	0	0	0	ġ2	0	0	0	0	0	0	0
y23	+1	0	0	0	ġ	0	0	0	ġ2	0	0	0	0	0	0
y24	+1	0	0	0	-ġ	0	0	0	ġ2	0	0	0	0	0	0
y25	+1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 3.8 Модифицированная матрица планирования эксперимента ОЦКП

\bar{y}_u	z_0	z_1	z_2	z_3	z_4	z_1^*	z_2^*	z_3^*	z_4^*	z_1z_2	z_1z_3	z_1z_4	z_2z_3	z_2z_4	z_3z_4
y ₁	+1	+1	+1	+1	+1	1 - ċ	1 - ċ	1 - ċ	1 - ċ	+1	+1	+1	+1	+1	+1
y ₂	+1	+1	+1	+1	-1	1 - ċ	1 - ċ	1 - ċ	1 - ċ	+1	+1	-1	+1	-1	-1
y ₃	+1	+1	+1	-1	+1	1 - ċ	1 - ċ	1 - ċ	1 - ċ	+1	+1	+1	+1	+1	-1
y ₄	+1	+1	+1	-1	-1	1 - ċ	1 - ċ	1 - ċ	1 - ċ	+1	-1	+1	-1	+1	+1
y ₅	+1	+1	-1	+1	+1	1 - ċ	1 - ċ	1 - ċ	1 - ċ	-1	+1	+1	-1	-1	+1
y ₆	+1	+1	-1	+1	-1	1 - ċ	1 - ċ	1 - ċ	1 - ċ	-1	+1	-1	-1	+1	-1
y ₇	+1	+1	-1	-1	+1	1 - ċ	1 - ċ	1 - ċ	1 - ċ	-1	-1	+1	+1	-1	-1
y ₈	+1	+1	-1	-1	-1	1 - ċ	1 - ċ	1 - ċ	1 - ċ	-1	-1	-1	+1	+1	+1
y ₉	+1	-1	+1	+1	+1	1 - ċ	1 - ċ	1 - ċ	1 - ċ	-1	-1	-1	+1	+1	+1
y ₁₀	+1	-1	+1	+1	-1	1 - ċ	1 - ċ	1 - ċ	1 - ċ	-1	-1	+1	+1	-1	-1
y ₁₁	+1	-1	+1	-1	+1	1 - ċ	1 - ċ	1 - ċ	1 - ċ	-1	+1	-1	-1	+1	-1
y ₁₂	+1	-1	+1	-1	-1	1 - ċ	1 - ċ	1 - ċ	1 - ċ	-1	+1	+1	-1	-1	+1
y ₁₃	+1	-1	-1	+1	+1	1 - ċ	1 - ċ	1 - ċ	1 - ċ	+1	-1	-1	-1	-1	+1
y ₁₄	+1	-1	-1	+1	-1	1 - ċ	1 - ċ	1 - ċ	1 - ċ	+1	-1	+1	-1	+1	-1
y ₁₅	+1	-1	-1	-1	+1	1 - ċ	1 - ċ	1 - ċ	1 - ċ	+1	+1	-1	+1	-1	-1

y_{16}	+1	-1	-1	-1	-1	$1 - \dot{c}$	$1 - \dot{c}$	$1 - \dot{c}$	$1 - \dot{c}$	+1	+1	+1	+1	+1	+1
y_{17}	+1	\dot{g}	0	0	0	$\dot{g}2 - \dot{c}$	$-\dot{c}$	$-\dot{c}$	$-\dot{c}$	0	0	0	0	0	0
y_{18}	+1	$-\dot{g}$	0	0	0	$\dot{g}2 - \dot{c}$	$-\dot{c}$	$-\dot{c}$	$-\dot{c}$	0	0	0	0	0	0
y_{19}	+1	0	\dot{g}	0	0	$-\dot{c}$	$\dot{g}2 - \dot{c}$	$-\dot{c}$	$-\dot{c}$	0	0	0	0	0	0
y_{20}	+1	0	$-\dot{g}$	0	0	$-\dot{c}$	$\dot{g}2 - \dot{c}$	$-\dot{c}$	$-\dot{c}$	0	0	0	0	0	0
y_{21}	+1	0	0	\dot{g}	0	$-\dot{c}$	$-\dot{c}$	$\dot{g}2 - \dot{c}$	$-\dot{c}$	0	0	0	0	0	0
y_{22}	+1	0	0	$-\dot{g}$	0	$-\dot{c}$	$-\dot{c}$	$\dot{g}2 - \dot{c}$	$-\dot{c}$	0	0	0	0	0	0
y_{23}	+1	0	0	0	\dot{g}	$-\dot{c}$	$-\dot{c}$	$-\dot{c}$	$\dot{g}2 - \dot{c}$	0	0	0	0	0	0
y_{24}	+1	0	0	0	$-\dot{g}$	$-\dot{c}$	$-\dot{c}$	$-\dot{c}$	$\dot{g}2 - \dot{c}$	0	0	0	0	0	0
y_{25}	+1	0	0	0	0	$-\dot{c}$	$-\dot{c}$	$-\dot{c}$	$-\dot{c}$	0	0	0	0	0	0

$$\sum_{u=1}^N (z_{ku}^2 - c)(z_{ju}^2 - \dot{c}) = \sum_{u=1}^N z_{ku}^* z_{ju}^* \neq 0, \quad k \neq j \quad (3.11)$$

Приравнивание $\sum_{и=1}^N z_{ки}^* z_{ји}^*$ к нулевому значению выполняется при помощи выбора величины g . Данная величина g определяется по уравнению

$$\sum_{u=1}^N z_{iu}^* z_{ju}^* = N_0(1 - \dot{c})^2 - 4c(\gamma^2 - \dot{c}) + (2k - 4)\dot{c}^2 + \dot{c}^2 = 0 \quad (3.12)$$

или

$$\begin{aligned} N_0 - 2\dot{c}N_0 + N_0\dot{c}^2 - 4\dot{c}g^2 + 4\dot{c}^2 + 2k\dot{c}^2 + \dot{c}^2 \\ = N_0 - 2(N_0 + 2g^2)\dot{c} + \dot{c}^2(N_0 + 2k + 1) \\ = N_0 - 2\dot{c}^2N + \dot{c}^2N \end{aligned} \quad (3.13)$$

Следовательно, $\dot{c}^2N = N_0$. Тогда $\dot{c} = (N_0/N)^{1/2}$. Подставим значение «с» в уравнение (3.9)

$$(N_0/N)^{1/2} = (N_0 + 2g^2)/N \quad (3.14)$$

Решив уравнение, найдем величину \dot{g} :

$$\dot{g} = \{[(NN_0)^{1/2} - N_0]/2\}^{1/2} \quad (3.15)$$

Для ядра 2^4 , для гарантии ортогональности, значение $\dot{g} = 1,414$.

Повторно проводимые опыты не гарантируют полного совпадения результатов, в случае если в предыдущие проводимые сопровождались погрешностями. В связи с этим процедура обработки должна учесть данные обстоятельства.

Первостепенная задача статистического анализа – определить величину, которая количественным значением характеризует случайные погрешности проведенного эксперимента - дисперсию воспроизводимости $S_{\text{воспр}}^2$. Ее определяют в одинаковых точках плана в зависимости от разброса значений измерения отклика y_{ui} .

По формуле (3.16) рассчитаем для всех точек плана дисперсию воспроизводимости:

$$S_{\text{воспр}}^2 = \frac{1}{N(r-1)} \sum_{i=1}^N \left[\sum_{j=1}^r (y_{ij} - \bar{y}_i)^2 \right] \quad (3.15)$$

Где $i = 1, 2, \dots, r$ – повторные опыты;

y_{ij} – значение отдельно проведенного опыта;

\bar{y}_i – средний арифметический результат повторных испытаний отдельной строки плана;

$N(r-1) = f_1$ – степенное число свободы;

N – общее количество точек плана;

Оценку коэффициентов регрессии осуществляем по формулам:

$$b_i = \frac{\sum_{i=1}^N z_{ki} \bar{y}_i}{\sum_{i=1}^N z_{ki}^2}, \quad (3.16)$$

$$b_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^N z_{ki} \bar{y}_i}{\sum_{i=1}^N z_{ki}^2}, \quad (3.17)$$

$$b_{ii} = \frac{\sum_{u=1}^N z_{ku} \bar{y}_u}{\sum_{u=1}^N z_{ku}^2}, \quad (3.18)$$

где z_{ki} – значение параметра (вектор столбец);

\bar{y}_i – средний арифметический результат повторных испытаний отдельной строки плана;

N – общее количество точек плана;

u – строка плана.

Оценка коэффициента b_0 :

$$d_0 = \sum_{i=1}^N \bar{y}_i / N \quad (3.19)$$

Тогда

$$b_0 = d_0 - c \sum_{j=1}^k b_{ij} \quad (3.20)$$

Значимость коэффициентов регрессионного уравнения будет определяться с помощью среднеквадратической ошибки:

$$S_b = \frac{\sqrt{S_{\text{воспр}}^2}}{N} \quad (3.21)$$

Математическое ожидание случайных величин равно $= 0$ (на основе статической гипотезы о равенстве) $b_i = 0$. По критерию Стьюдента выполняется проверка, где критическое значение $t_{кр}$ (3.27) берется из таблицы

$$t_0 = |b_0| / S_b \quad (3.22)$$

$$t_i = |b_i| / S_b \quad (3.23)$$

$$t_{ij} = |b_{ij}| / S_b \quad (3.24)$$

$$t_{jj} = |b_{jj}| / S_b \quad (3.25)$$

$$t_{0;i;ij;jj} > t_{кр} \quad (3.26)$$

В случае, если $N > m$ оценка адекватности характеризуется отклонением между значением результата наблюдений и значением, формируемым по функции отклика:

$$S_a^2 = \frac{1}{N - m} \sum_{i=1}^N (\bar{y}_i - y_u)^2, N > m \quad (3.27)$$

где m – количество коэффициентов

\bar{y}_i – Среднее значение наблюдений

y_u – значение отклика $f_2 = N - m$ - количество степеней свободы

При меньшем значении соотношения дисперсий воспроизводимости и адекватности к значению критического параметра Фишера, модель будет адекватной

$$F_p = \frac{S_a^2}{S_{\text{воспр}}^2} < F_{кр} \quad (3.28)$$

Составим полиномиальное уравнение регрессии второго порядка:

$$y = b_0 + b_1z_1 + b_2z_2 + b_3z_3 + b_4z_4 + b_{12}z_1z_2 + b_{13}z_1z_3 + b_{14}z_1z_4 + b_{23}z_2z_3 + b_{24}z_2z_4 + b_{34}z_3z_4 + b_{11}z_1^* + b_{22}z_2^* + b_{33}z_3^* + b_{44}z_4^* \quad (3.29)$$

Чтобы соблюсти правильность анализа и корректность обработки эксперимента необходимо обеспечить удовлетворение откликов некоторым требованиям. К данным требованиям следует отнести количественный характер откликов, выражающийся числами. При отсутствии соответствующего метода количественного измерения результата исследования, возможно использование такого приема как ранжирование. Ранг - субъективная количественная оценка результатов проведенного эксперимента, основанная на следующих видах шкал: двухбалльная, пятибалльная. Заранее установленному перечню значений параметров должно соответствовать одно значение отклика, имея точность до погрешности эксперимента.

В нашем случае, ранжирование осуществляется с помощью метода экспертных оценок. Баллы от 1 до 100 для каждой из 25 точек плана выставлялись экспертными группами. По формулам (3.23 – 3.26) определим коэффициенты регрессии.

$$b_1 = \frac{96,64}{20} = 4,83$$

Точно также проводим поиск коэффициентов b_2 ; b_3 ; b_4 .

$$b_{12} = \frac{3,75}{16} = 0,23$$

Точно также проводим поиск остальных коэффициентов

$$b_{11} = -\frac{20,25}{8} = -2,53$$

Точно также проводим поиск коэффициентов b_{22}^2 ; b_{33}^2 ; b_{44}^2 .

Таблица 3.9 Значения коэффициентов регрессии

b_0	b_1	b_2	b_3
57,55	4,83	6,75	7,61
b_4	b_{12}	b_{13}	b_{14}
5,85	0,23	-0,86	0,31
b_{23}	b_{24}	b_{34}	b_{11}^2
1,80	0,78	0,16	-2,53
b_{22}^2	b_{33}^2	b_{44}^2	
-1,75	-0,34	4,19	

Чтобы проверить на коэффициенты уравнения регрессии на значимость (таблица 3.9), воспользуемся формулами (3.22 – 3.26). Значения $S_b = 0,85$; $t_{кр} = 2,127$.

Составим уравнение регрессии:

$$y = 57,55 + 4,83z_1 + 6,75z_2 + 7,61z_3 + 5,85z_4 + 0,23z_1z_2 - 0,86z_1z_3 + 0,31z_1z_4 + 1,8z_2z_3 + 0,78z_2z_4 + 0,16z_3z_4 - 2,53z_1^* - 1,75z_2^* - 0,34z_3^* + 4,19z_4^* \quad (3.30)$$

Проверка математической модели на адекватность будет производиться исходя из условия (3.28), по которому соотношение значений дисперсии воспроизводимости и адекватности, должно превышать критическое

значение Фишера $F_{кр} = 2,1$. Определим дисперсии адекватности и воспроизводимости

$$F_p = \frac{S_{\text{воспр}}^2}{S_a^2} = \frac{18,25}{12,63} = 1,44 < F_{кр} = 2,127$$

Отсюда следует, что математическая модель адекватна.

В ходе обработки полученных результатов проведенный анализ уравнения регрессии, был выявлен характер влияния ПТМ на результирующее значение аддитивного критерия (далее, параметр оптимизации): увеличение каждого из параметров ПТМ ведет к увеличению значения фактора оптимизации по проведению испытаний неразрушающими методами. Максимальное значение имеет параметр z_1 – **характеризующую готовность строительной площадки для проведения испытаний и применение методов неразрушающего контроля (прямой, косвенный)**. Наименьшее влияние z_4 – **Сезонные условия проверки и сроки проведения испытаний после формирования конструкций**. Критическая точка равна 57,5

Регрессионное уравнение и полученная кривая – способ описания свойств зависимости аддитивного критерия от 4 групп параметров ПТМ, варьируемых на 3 уровнях. Для графической интерпретации (3.31), воспользуемся расчетно-графической программой MathCadPrime 2.0.

Таблица 3.10. Опрос групп экспертов (см. приложение 1).

Точки плана	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	\bar{y}_i
1	90	85	85	85	85	90	95	85	87,50
2	80	65	65	80	70	80	65	75	72,50
3	65	70	65	65	65	65	70	65	66,25
4	50	60	50	55	50	55	55	55	53,75
5	65	65	70	65	70	65	60	65	65,63
6	55	55	45	55	50	50	50	55	51,88
7	60	50	65	60	55	60	55	50	56,88
8	40	40	45	45	45	45	50	40	43,75
9	75	80	75	75	70	75	85	80	76,88
10	60	60	65	60	55	60	65	60	60,63
11	55	50	60	55	60	65	60	50	56,88
12	45	35	40	45	50	45	45	35	42,50
13	60	55	60	50	55	60	60	55	56,88
14	45	50	55	45	45	50	50	50	48,75
15	35	40	45	40	40	45	45	45	41,88
16	25	35	30	30	30	35	30	35	31,25
17	55	55	65	55	60	55	55	60	57,50
18	50	45	40	50	55	50	45	45	47,50
19	55	60	65	50	65	55	65	60	59,38
20	45	50	55	45	50	45	50	50	48,75
21	70	65	70	60	65	70	60	65	65,63
22	50	45	50	50	45	50	50	45	48,13
23	70	75	70	65	75	70	65	75	70,63
24	65	60	65	55	65	65	55	60	61,25
25	60	55	55	60	60	55	60	55	57,50

Таблица 3.11. Расчет дисперсии плана

Точки плана	$y_1 - \bar{y}_u$	$y_2 - \bar{y}_u$	$y_3 - \bar{y}_u$	$y_4 - \bar{y}_u$	$y_5 - \bar{y}_u$	$y_6 - \bar{y}_u$	$y_7 - \bar{y}_u$	$y_8 - \bar{y}_u$
1	2,50	-2,50	-2,50	-2,50	-2,50	2,50	7,50	-2,50
2	7,50	-7,50	-7,50	7,50	-2,50	7,50	-7,50	2,50
3	-1,25	3,75	-1,25	-1,25	-1,25	-1,25	3,75	-1,25
4	-3,75	6,25	-3,75	1,25	-3,75	1,25	1,25	1,25
5	-0,63	-0,63	4,38	-0,63	4,38	-0,63	-5,63	-0,63
6	3,13	3,13	-6,88	3,13	-1,88	-1,88	-1,88	3,13
7	3,13	-6,88	8,13	3,13	-1,88	3,13	-1,88	-6,88
8	-3,75	-3,75	1,25	1,25	1,25	1,25	6,25	-3,75
9	-1,88	3,13	-1,88	-1,88	-6,88	-1,88	8,13	3,13
10	-0,63	-0,63	4,38	-0,63	-5,63	-0,63	4,38	-0,63
11	-1,88	-6,88	3,13	-1,88	3,13	8,13	3,13	-6,88
12	2,50	-7,50	-2,50	2,50	7,50	2,50	2,50	-7,50
13	3,13	-1,88	3,13	-6,88	-1,88	3,13	3,13	-1,88
14	-3,75	1,25	6,25	-3,75	-3,75	1,25	1,25	1,25
15	-6,88	-1,88	3,13	-1,88	-1,88	3,13	3,13	3,13
16	-6,25	3,75	-1,25	-1,25	-1,25	3,75	-1,25	3,75
17	-2,50	-2,50	7,50	-2,50	2,50	-2,50	-2,50	2,50
18	2,50	-2,50	-7,50	2,50	7,50	2,50	-2,50	-2,50
19	-4,38	0,63	5,63	-9,38	5,63	-4,38	5,63	0,63
20	-3,75	1,25	6,25	-3,75	1,25	-3,75	1,25	1,25
21	4,38	-0,63	4,38	-5,63	-0,63	4,38	-5,63	-0,63
22	1,88	-3,13	1,88	1,88	-3,13	1,88	1,88	-3,13
23	-0,63	4,38	-0,63	-5,63	4,38	-0,63	-5,63	4,38
24	3,75	-1,25	3,75	-6,25	3,75	3,75	-6,25	-1,25
25	2,50	-2,50	-2,50	2,50	2,50	-2,50	2,50	-2,50

№ Точек плана	Таблица 3.12. Расчет дисперсии воспроизводимости								
	$(y_{ui} - \bar{y}_u)^2$								$\sum_{i=1}^r (y_{ui} - \bar{y}_u)^2$
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	56,25	6,25	3437,50
2	56,25	56,25	56,25	56,25	6,25	56,25	56,25	6,25	19062,50
3	1,56	14,06	1,56	1,56	1,56	1,56	14,06	1,56	410,16
4	14,06	39,06	14,06	1,56	14,06	1,56	1,56	1,56	2128,91
5	0,39	0,39	19,14	0,39	19,14	0,39	31,64	0,39	1734,62
6	9,77	9,77	47,27	9,77	3,52	3,52	3,52	9,77	2652,59
7	9,77	47,27	66,02	9,77	3,52	9,77	3,52	47,27	9136,96
8	14,06	14,06	1,56	1,56	1,56	1,56	39,06	14,06	2128,91
9	3,52	9,77	3,52	3,52	47,27	3,52	66,02	9,77	6832,28
10	0,39	0,39	19,14	0,39	31,64	0,39	19,14	0,39	1734,62
11	3,52	47,27	9,77	3,52	9,77	66,02	9,77	47,27	9136,96
12	6,25	56,25	6,25	6,25	56,25	6,25	6,25	56,25	9687,50
13	9,77	3,52	9,77	47,27	3,52	9,77	9,77	3,52	2652,59
14	14,06	1,56	39,06	14,06	14,06	1,56	1,56	1,56	2128,91
15	47,27	3,52	9,77	3,52	3,52	9,77	9,77	9,77	2652,59
16	39,06	14,06	1,56	1,56	1,56	14,06	1,56	14,06	2128,91
17	6,25	6,25	56,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	3437,50
18	6,25	6,25	56,25	6,25	56,25	6,25	6,25	6,25	6562,50
19	19,14	0,39	31,64	87,89	31,64	19,14	31,64	0,39	11461,18
20	14,06	1,56	39,06	14,06	1,56	14,06	1,56	1,56	2128,91
21	19,14	0,39	19,14	31,64	0,39	19,14	31,64	0,39	3101,81
22	3,52	9,77	3,52	3,52	9,77	3,52	3,52	9,77	347,90
23	0,39	19,14	0,39	31,64	19,14	0,39	31,64	19,14	3101,81
24	14,06	1,56	14,06	39,06	14,06	14,06	39,06	1,56	3847,66
25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	312,50
$S^2(\bar{y}_u) = \frac{\sum_{u=1}^N \times [\sum_{i=1}^r (y_{ui} - \bar{y}_u)^2] 1}{N \times (r - 1)}$									18,25
$S_b = \sqrt{\frac{S^2}{N}}$									0,85

Таблица.3.13. Расчет дисперсии адекватности				
Точки плана	\bar{y}_u	\bar{y}_u	$(\hat{y}_u - \bar{y}_u)$	$(\hat{y}_u - \bar{y}_u)^2$
1	84,58	87,50	-2,92	8,53
2	70,38	72,50	-2,12	4,50
3	67,17	66,25	0,92	0,84
4	53,59	53,75	-0,16	0,03
5	65,45	65,63	-0,17	0,03
6	54,37	51,88	2,50	6,25
7	55,23	56,88	-1,65	2,72
8	44,77	43,75	1,02	1,05
9	75,54	76,88	-1,33	1,77
10	62,59	60,63	1,97	3,87
11	54,69	56,88	-2,18	4,76
12	42,37	42,50	-0,13	0,02
13	57,35	56,88	0,48	0,23
14	47,53	48,75	-1,22	1,49
15	43,69	41,88	1,82	3,30
16	34,49	31,25	3,24	10,49
17	59,32	57,50	1,82	3,31
18	45,66	47,50	-1,84	3,40
19	63,60	59,38	4,22	17,84
20	44,50	48,75	-4,25	18,05
21	67,63	65,63	2,00	4,01
22	46,10	48,13	-2,03	4,11
23	74,20	70,63	3,57	12,77
24	57,65	61,25	-3,60	12,95
25	57,55	57,50	0,05	0,00
$S_a^2 = \frac{1}{N - m} \sum_{u=1}^N (\bar{y}_u - y_u)^2$				12,63

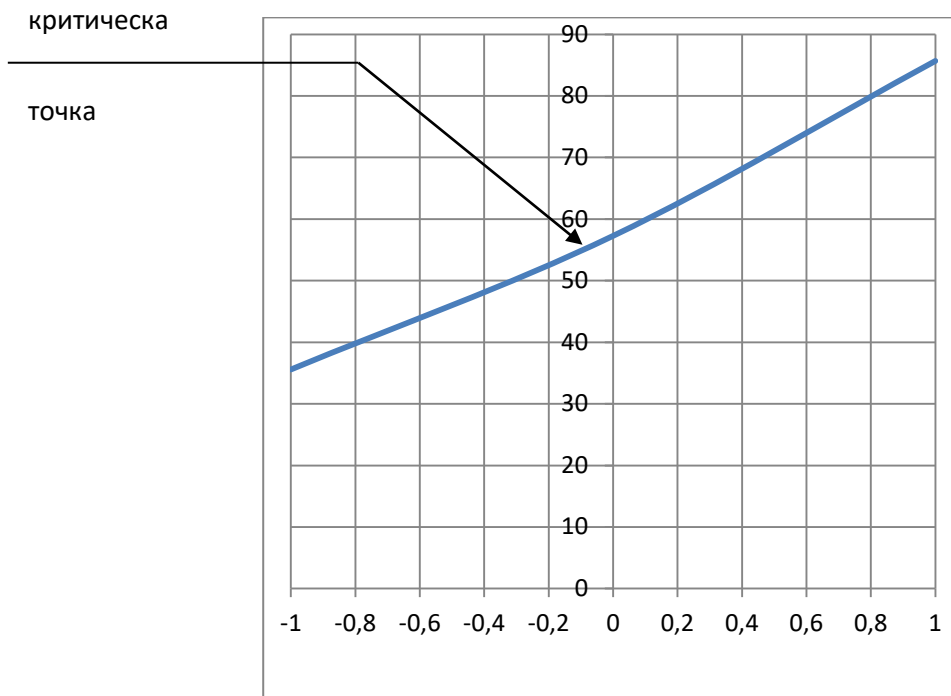


Рис. 3.3. Регрессионная кривая зависимости аддитивного критерия от интервала варьирования групп параметров ПТМ.

3.4. Математическая модель расчета организационно-технического потенциала использования методов неразрушающего контроля.

В данной диссертационной работе применяются детерминированные математические модели. Определив значения параметров ПТМ в определенном интервале, появляется возможность отслеживания динамики развития этих моделей за пределами интервала. В этом случае каждый набор значений параметров ПТМ соответственно имеет одно значение отклика. Оценка количественных и качественных показателей исследуемого объекта, является задачей моделирования.

Поведение системы в 25 различных комбинациях, где все параметры ПТМ принимают значения 3 уровней: нижнего, среднего и верхнего (3.30). Помимо этого, проведение эксперимента дает возможность для описания объекта исследования 4 группами параметров ПТМ, вместо 8, которые изначально формировали организационно-технический потенциал

использования методов неразрушающего контроля ($P_{н.к.}$). Все же, требуется создание простой в применении математической модели, позволяющей определить оптимальные значения для проведения испытаний неразрушающими методами при возведении монолитных конструкций жилых зданий.

Определенные параметры строительной компании, направлены на формирование организационно-технического потенциала использования методов неразрушающего контроля. Ранее было отмечено, что для форматирования данного процесса в математический вид, необходимо использовать метод аддитивного критерия, который заключается в свертке ПТМ исследуемой системы в универсальный критерий (параметр оптимизации).

$$u(x_i) = \sum_{j=1}^m w_j x_{ij}, \quad i = \overline{1, n} \quad (3.31)$$

где w_j – (вес); i – го параметра;

Данный математический инструмента имеет открытый характер и, поэтому max значение $P_{н.к.}$ равняется 87,5. Данный факт обозначает то, что верхний уровень $P_{н.к.}$ не превысит значение, которое было определено параметрами:

$$x_i = \sum_{j=1}^m x_{ij} \leq 87,5; \quad (3.32)$$

где, x_i – значение ПТМ, x_{ij} – j – ое значение i – го параметра;

В связи с тем, что сумма весов (W_i) всех параметров ПТМ равен единице, то условие 3.33 будет являться истинным и для конечной формулы:

$$P_{н.к.} = \sum_{i=1}^n W_i x_i \leq 87,5; \quad (3.33)$$

где, $P_{н.к.}$ – Организационно-технический потенциал использования методов неразрушающего контроля,
 W_i – вес i – го параметра ПТМ;

3.5. Комплексная оценка организационно-технического потенциала использования методов неразрушающего контроля при возведении монолитных конструкций жилых зданий.

Будем считать понятие частной психофизической шкалы как градацию номинальной шкалы организационно-технического потенциала использования методов неразрушающего контроля прочности при возведении жилых зданий из монолитного железобетона, в зависимости от его психофизических оценок.

Чтобы определить соответствие градаций значений $P_{н.к.}$ с полученными психофизическими оценками, воспользуемся шкалой желательности Харрингтона (таблица. 3.11) [136].

Таблица 3.14. Шкала желательности Харрингтона.

№ п/п	Интервалы числовой системы предпочтений	Лингвистическая оценка
1.	1.00 - 0.80	Очень хорошо
2.	0.79 - 0.64	Хорошо
3.	0.63 - 0.37	Удовлетворительно
4.	0.36 - 0.20	Плохо
5.	0.19 - 0.00	Очень плохо

После проведения эксперимента и обработки полученных результатов, была построена регрессионная кривая, критической отметкой стало обозначение 57,50. Значения $P_{н.к.}$, которые характеризуются значением ниже данной отметки, будут считать неудовлетворительным состояние

организационно-технической системы использования методов неразрушающего контроля при организации строительства жилых зданий.

С учетом всех особенностей составим таблицу 3.15.

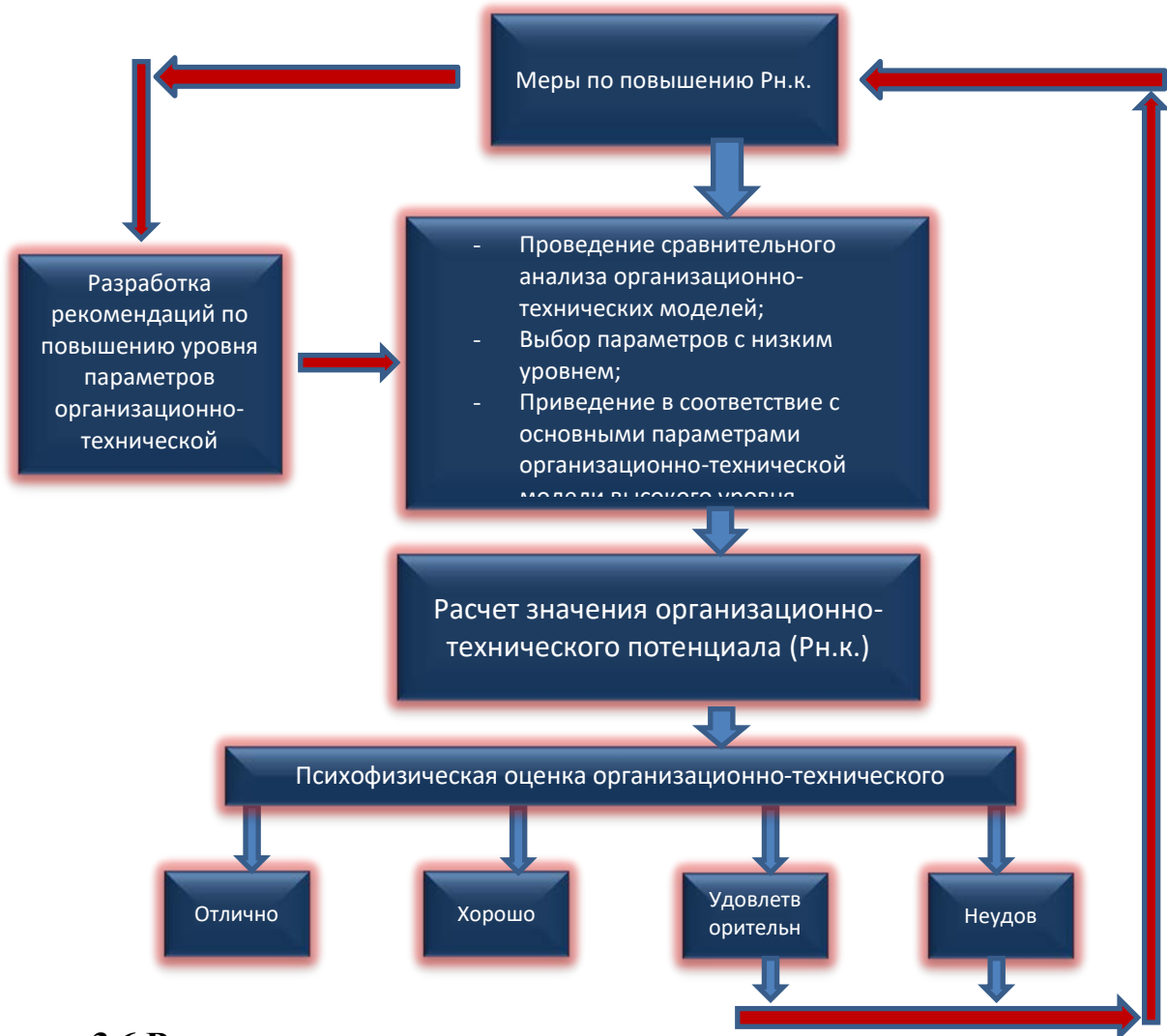
Таблица 3.15 Частная шкала желательности организационно-технического потенциала.

№ п/п	Градация значений КПП	Интервалы числовой системы предпочтений Харрингтона	Лингвистическая оценка
1	87.5 – 80.1	1.00 0.80	Очень хорошо
2	80.0 – 63.1	0.79 – 0.64	Хорошо
3	63.0 – 57.5	0.63 – 0.37	Удовлетворительно
4	57.49 – 31,25	0.36 – 0.20	Плохо

С формированием частной шкалы желательности $P_{н.к.}$, открылась возможность формирования алгоритма оценки организационно-технического потенциала использования методов неразрушающего контроля при возведении монолитных конструкций жилых многоэтажных зданий. Комплексная оценка производится параллельно с этапом получения количественного значения $P_{н.к.}$ выбранной организационно-технической модели.

Получив психофизическую интерпретацию значения организационно-технического потенциала $P_{н.к.}$, у нас появляется возможность применения алгоритма по повышению значения $P_{н.к.}$. Данный алгоритм, в зависимости от конкретных условий, нужен для выбора наиболее оптимальной Организационно-технической модели. В нем даны рекомендации, позволяющие уменьшить временные затраты, связанные с поиском оптимальной Организационно-технической модели (Рисунок 3.3.2).

Рисунок. 3.3.2 – Схема алгоритма повышения значения $P_{н.к.}$ использования методов неразрушающего контроля.



3.6. Выводы по главе.

1. Результатом проведения парной корреляции являлось формирование четырёх групп параметров: z_1 - готовность строительной площадки для проведения испытаний и применение методов неразрушающего контроля (прямой, косвенный), z_2 - наличие сведений о бетоне и уровень квалификации персонала, z_3 - проработанность Организационно-технологической документации и присутствие лабораторий на строительной площадке, z_4 - сезонные условия проверки и сроки проведения испытаний после формирования конструкции.

2. Результатом проведенного эксперимента стало получение уравнения регрессии второго порядка, которое дает описание зависимости организационно-технического потенциала использования методов неразрушающего контроля от вариации организационно-управленческой модели. Полученная зависимость дает описание сути явления со степенью достоверности равной 95%. Планом эксперимента являлся - ортогональный центральный композиционный план (ОЦКП). Данный план, в свою очередь, позволил сократить число опытов. В дополнение были получены независимые влияния на конечный показатель, каждой группы параметров ПТМ. С помощью метода экспертных оценок (квалиметрический анализ) был выполнен недостаток исходной информации. Характером зависимости явилась регрессионная кривая.

3. Для определения значения организационно-технического потенциала $P_{н.к.}$, была разработана математическая модель, основывающаяся на методе аддитивного критерия. Данная модель дала возможность проведения сбора данных и расчета параметра оптимизации ($P_{н.к.}$), исходя из организационно-технической системы.

4. Создана частная психофизическая шкала, основываясь на шкале желательности Харрингтона, которая описывает градацию номинальной шкалы организационно-технического потенциала в соответствии с психофизическими оценками.

**ГЛАВА 4. ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ РАСЧЕТА
ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ
ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЖИЛЫХ
ЗДАНИЙ.**

**4.1 Определение весов ПТМ организационно-технического
потенциала использования методов неразрушающего контроля при
возведении монолитных конструкций жилых зданий**

Для выявления влияния параметров ПТМ на организационно-технический потенциал использования методов неразрушающего контроля при возведении монолитных конструкций жилых зданий, необходимо вычислить вес каждого из параметров ПТМ модели. Метод математической статистики – метод вариационного ряда будут использоваться нами для реализации данных целей. Из таблицы 3.1. будут взяты статистические данные. Общий вес всех ПТМ равен 1.

Первый шаг – расчет среднего арифметического значения вариационного ряда:

$$\bar{u} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M y_i n_i \quad (4.1)$$

где y_i – выставленные баллы по i – му ПТМ; M – количество экспертных групп n_i - количество i – го балла, который был определен группой экспертов i – му ПТМ.

Второй шаг - определение общей суммы (U) всех средних значений ПТМ:

$$U = \sum_{j=1}^p \bar{u} = \sum_{j=1}^p \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M y_i n_i \quad (4.2)$$

Третий шаг – определение веса каждого из параметров ПТМ:

$$W_i = \frac{\frac{1}{M} \sum_{i=1}^M y_i n_i}{U} \quad (4.3)$$

Результаты вычислений представлены в таблице 4.1.

Таблица 4. 1 Веса параметров ПТМ $W_i(p_i)$

$W_i(p_i)$	Среднее арифметическое	Вес параметра
$W_1(p_1)$	4,3	0,12
$W_2(p_2)$	5,7	0,16
$W_3(p_3)$	2,1	0,06
$W_4(p_4)$	5,8	0,16
$W_5(p_5)$	6,6	0,18
$W_6(p_6)$	2,4	0,07
$W_7(p_7)$	4	0,11
$W_8(p_8)$	5	0,14

Наибольшее влияние (вес) имеет параметр x_5 – Применение методов неразрушающего контроля прочности бетон (вес) x_3 – Уровень квалификации персонала. Во время анализа уравнения регрессии 2-го порядка (3.31) были сделаны абсолютно схожие выводы. И это является подтверждением расчетного значения плана эксперимента.

4.2. Определение уровней и значений параметров организационно-технического потенциала использования методов неразрушающего контроля.

Для каждой группы параметров рассматривалось по 3 уровня значимости в границах проведенного эксперимента. Тем не менее, количество уровней может фигурировать незаданное количество в силу открытого характера математической модели.

Ввиду этого, необходимо учитывать следующее условие: для того чтобы расчетная математическая модель (3.34) была адекватна процессу,

который был описан в эксперименте, необходимо привести суммарн организационно-технической модели в соответствие с контрольными точками плана эксперимента.

Контрольные точки обозначим по приложению №: U1, U16, U25.

Точка плана U1: когда все группы параметров имеют наилучшее значение (верхний уровень): $P_{н.к.} = 87,5$.

Точка плана U16: когда всем параметрам даны значения нижнего уровня: $P_{н.к.} = 31,25$.

Точка плана U25: нулевой уровень всех параметров, $P_{н.к.} = 57,50$.

Известно, что суммарное значение весов параметров ПТМ организационно-технической модели имеет значение единицы. Соответственно, для приведения математической модели (3.34) в аналогию с экспериментальными данными, есть необходимость принятия значения нижнего уровня параметра 31,25; значение основного уровня будет принято равным 57,50; значение верхнего уровня будет принято равным 87,50. После этого станет возможным построение функции аппроксимирующей регрессионной кривой при помощи математической модели (рис. 4.2.). Учитывая вышесказанное, сделаем таблицу 4.2.

Таблица 4.2 Уровни параметров ОТМ и их значения.

№ п.п.	Наименование параметра	Условное обозначение параметра	Уровни параметра	Значение параметра
1.	Готовность строительной площадки для проведения испытаний	$x_1(P_1)$	Площадка не готова для проведения испытаний	0,0
			Служба охраны, ответственные производители не уведомлены о приезде специалистов лаборатории, площадка не готова для проведения испытаний. Наличие дефектов в зоне измерения (расслоения, микротрещины каверны и т.п.), повреждения поверхностного слоя, не расчищено место для проведения испытаний	31,25

			Ответственный персонал осведомлен о приезде специалистов, отсутствуют дефекты в зоне измерения, место проведения испытаний не освещено, имеются труднодоступные места для контроля	57,5
			Строительная площадка полностью готова для проведения испытаний, все места очищены и подготовлены для испытаний, отсутствуют труднодоступные места для контроля прочности конструкций	87,5
2	Наличие и своевременность предоставления сведений о бетоне.	$x_2(P_2)$	Сведения об испытываемых конструкциях на момент проведения испытаний отсутствуют. Журнал бетонных работ ведется некорректно	0,0
Существующих сведений недостаточно для построения частной градуировочной зависимости для каждой партии бетона Журнал бетонных работ ведется некорректно			31,25	
Сведения об испытываемых конструкциях даны не в полном объеме. Журнал бетонных работ ведется некорректно. Передача паспортов и сертификатов происходит с опозданием			57,50	
Сведения об испытываемых конструкциях даны в полном объеме, имеются корректно и своевременно заполненные журнал бетонных работ с приложенными схемами бетонирования (включающими в себя согласованную генеральным подрядчиком с лабораторией нумерацию бетонирования			87,50	

			конструкций)	
3	Уровень квалификации персонала	$x_3(P_3)$	ИТР не имеет опыта работы по данной специальности, не имеет высшего профильного образования или имеет высшее образование по другой специальности.	0,0
			Представитель лаборатории не имеет полного высшего образования. Опыт работы менее 1 года.	31,25
			Представитель лаборатории имеет высшее образование. Опыт работы до 2 лет.	57,50
			Представитель лаборатории имеет высшее образование. Опыт работы от 2 лет, имеет степень магистра	87,50
4	Проработанность Организационно-технической документации (Качество проектной документации).	$x_4(P_4)$	Отсутствует Организационно-техническая и проектная документации	0,0
			На момент проведения испытаний из проектной документации имеется только РД,	31,25
			Имеется согласованный типовой ППР, не имеющий сведений о проведении контроля прочности бетона неразрушающими методами	57,50
			На строительной площадке имеется вся Организационно-техническая документация, с подробно описанным процессом проведения испытаний неразрушающими методами	87,50
5	Применение методов неразрушающие методы контроля прочности бетона.	$x_5(P_5)$	Применен косвенный метод (использование неоткалиброванного прибора)	0,0
			Применен косвенный метод (использован прибор из механической группы)	31,25
			Применен косвенный метод (использован прибор из ультразвуковой группы)	31,25
			Использован прямой метод (отрыв)	57,50
			Прямой метод + косвенный (склерометр)	87,50
			Прямой метод + косвенный (ультразвук + склерометр)	87,50

6	Сезонные условия проверки	$x_6(P_6)$	Экстремальные условия. Невозможность проведения испытаний.	0,0
			Испытания проводились в зимний период	31,25
			Осенне-весенний период	57,50
			Летний период	87,50
7	Присутствие лаборатории на строительной площадке.	$x_7(P_7)$	С лабораторией не заключен договор. Ее нахождение на территории объекта невозможно.	0,0
			Выезд лаборатории на строительную площадку для проведения испытаний прочности неразрушающими методами осуществляется по вызову представителями заказчика	31,25
			Выезд на строительную площадку представителями лаборатории для проведения испытаний неразрушающими методами осуществляется согласно заранее согласованному с представителями заказчика графику производства работ	57,50
			Постоянное присутствие представителей лаборатории на строящемся объекте	87,50
8	Сроки проведения испытаний после формирования конструкции	$x_8(P_8)$	Испытания не проводились	0,0
			Испытания проводились при оценке: расплубочной прочности и прочностных параметров конструкций до набора ими проектных значений – среднее значение	31,25

		Испытания проводились на ранних стадиях твердения бетона, при оценке распалубочной прочности и в процессе выдерживания, при оценке прочностных параметров конструкций до набора ими проектных значений – наилучшее значение	57,50
		Испытания проводились на всех стадиях набора прочности бетона	87,50

4.3 Разработка программы по расчету $R_{н.к.}$

Данный программный комплекс (ПК) представляет собой интернет-приложение World Wide Web, с помощью которого можно будет производить расчет потенциала при проведении испытаний неразрушающими методами, выдавая количественные значения с переводом в качественные.

При разработке ПК руководствовались следующими подходами:

1. Технологические условия.
 - консервативный дизайн, включающий в себя теплые, приятные глазу тона;
 - простота в использовании;
 - современный, стильный интерфейс.
2. Шрифт, оформление
 - Размер шрифта должен обеспечить удобное восприятие информации.
3. Языки программирования:
 - Java Script, CSS, PHP, HTML, AJAX.
4. Возможность использования данного комплекса на разных устройствах:
 - стационарный ПК, ноутбук, смартфон, планшет и др.

4.3.1 Прототипы страниц ПК

Рисунок 4.1. Основная страница

Расчет потенциала использования методов неразрушающего контроля

Объект

Многоэтажные жилые здания

ПТМ1 - Готовность строительной площадки для проведения испытаний

Выберите вариант

ПТМ2 - Наличие и своевременность предоставление сведений о бетоне

Выберите вариант

ПТМ3 - Уровень квалификации персонала

Выберите вариант

ПТМ4 - Качество проектной документации (проработанность организационно-технологической документации)

Выберите вариант

ПТМ5 - Применение методов неразрушающего контроля (прямой, косвенный)

Выберите вариант

ПТМ6 - Сезонные условия проверки

Выберите вариант

ПТМ7 - Присутствие лаборатории на строительной площадке

Выберите вариант


ПТМ8 - Сроки проведения испытаний после формирования конструкции

Выберите вариант

Рассчитать

Рисунок 4.2. Выбор значений ПТМ

ПТМ1 - Готовность строительной площадки для проведения испытаний

Выберите вариант 


Площадка не готова для проведения испытаний

Служба охраны, ответственные производители не уведомлены о приезде специалистов лаборатории, площадка не готова для проведения испытаний. Наличие дефектов в зоне измерения (расслоения, микротрещины, каверны и т.п.), повреждения поверхностного слоя, не расчищено место для проведения испытаний

Ответственный персонал осведомлен о приезде специалистов, отсутствуют дефекты в зоне измерения, место проведения испытаний не освещено, имеются труднодоступные места для контроля

Строительная площадка полностью готова для проведения испытаний, все места очищены и подготовлены для испытаний, отсутствуют труднодоступные места для контроля прочности конструкций

ПТМ2 - Наличие и своевременность предоставления сведений о бетоне

Выберите вариант 

Отсутствуют какие-либо сведения о бетоне

Сведения об испытываемых конструкциях на момент проведения испытаний отсутствуют. Журнал бетонных работ ведется некорректно.

Сведения об испытываемых конструкциях даны не в полном объеме. Журнал бетонных работ ведется некорректно. Передача паспортов и сертификатов происходит с опозданием.

Сведения об испытываемых конструкциях даны в полном объеме, имеются корректно и своевременно заполненные журнал бетонных работ с приложенными схемами бетонирования (включающими в себя согласованную ген. Подрядчиком с лабораторией нумерацию бетонир. конструкций).

ПТМ3 - Уровень квалификации персонала

Рисунок 4.3. Получение результатов расчета

ПТМ6 - Сезонные условия проверки

Испытания проводились в зимний период

ПТМ7 - Присутствие лаборатории на строительной площадке

Выезд лаборатории на строительную площадку для проведения испытаний прочности неразрушающими методами осуществляется по вызову представителями заказчика

ПТМ8 - Сроки проведения испытаний после формирования конструкции

Испытания проводились при оценке: распалубочной прочности и прочностных параметров конструкций до набора ими проектных значений – среднее значение

Рассчитать

41.98
(плохо)

Рисунок 4.4. Рекомендации по повышению Рн.к.

Рекомендации

ПТМ1 - Готовность строительной площадки для проведения испытаний

- Строительная площадка полностью готова для проведения испытаний, все места очищены и подготовлены для испытаний, отсутствуют труднодоступные места для контроля прочности конструкций

ПТМ2 - Наличие и своевременность предоставление сведений о бетоне

- Сведения об испытываемых конструкциях даны в полном объеме, имеются корректно и своевременно заполненные журнал бетонных работ с приложенными схемами бетонирования (включающими в себя согласованную ген. Подрядчиком с лабораторией нумерацию бетонир. конструкций).

ПТМ4 - Качество проектной документации (проработанность организационно-технологической документации)

- Имеется согласованный типовой ППР, не имеющий сведений о проведении контроля прочности бетона неразрушающими методами

Рисунок 4.5. Получение значений $R_{н.к.}$ после перерасчета

ПТМ5 - Применение методов неразрушающего контроля (прямой, косвенный)

- Применен косвенный метод (использован прибор из ультразвуковой группы)
- Использован прямой метод (отрыв)
- Прямой метод + косвенный (склерометр)
- Прямой метод + косвенный (ультразвук + склерометр)

ПТМ7 - Присутствие лаборатории на строительной площадке

- Выезд на строительную площадку представителями лаборатории для проведения испытаний неразрушающими методами осуществляется согласно заранее согласованному с представителями заказчика графику производства работ
- Постоянное присутствие представителей лаборатории на строящемся объекте

ПТМ8 - Сроки проведения испытаний после формирования конструкции

Испытания проводились на ранних стадиях твердения бетона, при оценке распалубочной прочности и в процессе выдерживания, при оценке прочностных параметров конструкций до набора ими проектных значений – наилучшее значение

- Испытания проводились на ранних стадиях твердения бетона, при оценке распалубочной прочности и в процессе выдерживания, при оценке прочностных параметров конструкций до набора ими проектных значений – наилучшее значение
- Испытания проводились на всех стадиях набора прочности бетона

76.06
(хорошо)

По данному макету был разработан программный комплекс ПК, который позволяет в режиме онлайн рассчитать значение потенциала использования методов неразрушающего контроля. Данный инструмент позволит при необходимости повысить эффективность применения методов неразрушающего контроля при возведении жилых зданий из монолитного железобетона [147].

4.4 Алгоритм расчета организационно-технического потенциала использования методов неразрушающего контроля.

В алгоритм расчета организационно-технического потенциала входят следующие четыре этапа (рисунок 3.3.1):

1. Сравнительный анализ существующей ситуации на объекте, где планируется проведение испытаний неразрушающими методами с разработанной организационно-технической моделью.
2. Выбор и установление уровней значений параметров ПТМ. В соответствии с созданной моделью организационно-технического потенциала.
3. Расчета организационно-технического потенциала использования методов неразрушающего контроля прочности монолитных конструкций при реализации строительного проекта по возведению жилых зданий.
4. Расчет психофизической оценки соответствующей значению $R_{н.к}$.

В том случае если результат является неудовлетворительным, возникает необходимость использования алгоритма по повышению $R_{н.к}$ «рисунок 3.3.2»:

- проводится повторный сравнительный анализ при помощи, созданной организационно-технической модели;
- производится выбор параметров ПТМ, которые имеют наихудший уровень значений (-1);
- осуществляется повышение уровня выбранных параметров ПТМ;

Следующий этап - повторный расчет $R_{н.к}$. В том случае, если результат согласно психофизической шкале снова неудовлетворительный, то необходимо вернуться к мерам по повышению значения $R_{н.к}$ и произвести повторение всех этапов заново.

Результаты, полученные в ходе исследования, были апробированы на 2 строящихся жилых домах в г. Москве. В качестве примера реального объекта в

диссертационной работе приведен, строящийся на этапе возведения надземной части здания, тридцати семи этажный жилой дом, расположенный по адресу г.Москва, СЗАО, район Хорошево-Мневники, ул. Шеногина, вл.1; Шелепихинская наб., вл. 34..

В соответствии с ранее описанной методикой, на начальном этапе был проведен анализ и оценка готовности строительной площадки и условий при проведении испытаний монолитных конструкций неразрушающими методами, далее «Вариант 1» по восьми основным параметрам.

Уровни параметров организационно-технической модели потенциала использования методов неразрушающего контроля с учетом предложенных организационно-технических решений:

Таблица 4.3.1 Вариант 1

№ п.п.	Наименование параметра	Условное обозначение параметра	Уровни параметра	Значен. параметров	Уровни вар. пар-ов
1	Готовность строительной площадки для проведения испытаний	$x_1(P_1)$	Площадка не готова для проведения испытаний, наличие дефектов в зоне измерения, повреждения поверхностного слоя, не расчищено место для проведения испытаний	31,25	-1
2	Наличие и своевременность предоставления сведений о бетоне	$x_2(P_2)$	Сведения об испытываемых конструкциях даны не в полном объеме. Журнал бетонных работ ведется некорректно. Передача паспортов и сертификатов происходит с опозданием	57,50	0

3	Уровень квалификации персонала	$x_3(P_3)$	Представители лаборатории не имеют высшего технического образования Опыт работы до 1 года	31,25	-1
4	Проработанность Организационно-технической документации (Качество проектной документации).	$x_4(P_4)$	Имеется согласованный типовой ППР, в разделе контроля качества имеются лишь типовые ссылки по проведению контроля неразрушающими методами	57,50	0
5	Применение методов неразрушающего контроля (прямой, косвенный)	$x_5(P_5)$	Прямой метод неразрушающего контроля (отрыв со скалыванием) + косвенный с применением ультразвукового прибора	87,50	+1
6	Сезонные условия проверки	$x_6(P_6)$	Зимний период	31,25	-1
7	Присутствие лаборатории на строительной площадке	$x_7(P_7)$	Лаборатория находится на площадке согласно заранее установленному графику	57,50	0
8	Сроки проведения испытаний после формирования конструкции	$x_8(P_8)$	Испытания проводились при оценке: распалубочной прочности и прочностных параметров конструкций до набора ими проектных значений –	31,25	-1

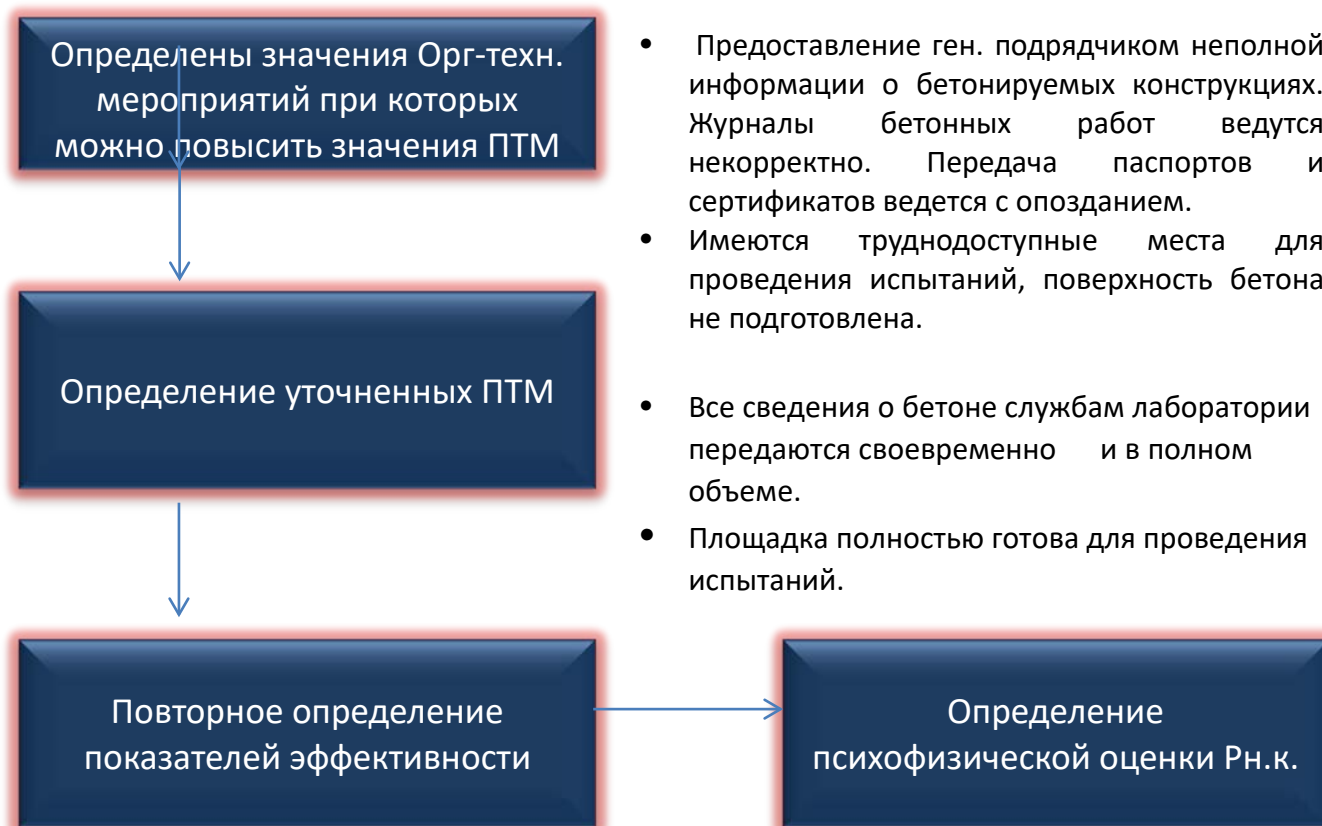
Рассчитаем потенциал использования методов неразрушающего контроля:

$$\begin{aligned}
 P_{н.к.}(1) &= \sum_{i=1}^n W_i p_i \\
 &= 0,12 \cdot 31,25 + 0,16 \cdot 57,5 + 0,06 \cdot 31,25 + 0,16 \cdot 57,5 + 0,18 \cdot 87,5 \\
 &\quad + 0,07 \cdot 31,25 + 0,11 \cdot 57,5 + 0,14 \cdot 31,25 = 52,92
 \end{aligned}$$

Далее проведем определение психофизической оценки согласно получившемуся значению $P_{н.к.}$.

Полученное нами значение 52,92 расположено в интервале 57,5 – 31,25 и соответствует психофизической оценке «неудовлетворительно».

После комплексной оценки организации процесса использования методов неразрушающего контроля и получения результата - «неудовлетворительно», последовало принятие решения о необходимости применить алгоритм по повышению значения $P_{н.к.}$. Результатом использования «алгоритма повышения значения потенциала» было предложение ряда мер, влекущих за собой повышение значения потенциала. Это происходит при помощи выявления параметров с низким уровнем и приведения их до необходимых пределов. Итогом стало формирование Организационно-технической модели, с учетом предложенных нами организационно-технических решений, далее «Вариант 2», а именно



Уровни параметров Организационно-технической модели использования методов неразрушающего контроля с учетом предложенных организационно-технических решений

Таблица 4.3.2. Вариант 2.

№ п.п.	Наименование параметра	Условное обозначение параметра	Уровни параметра	Значен. параметров	Уровни вар. ПТМ
1	Готовность строительной площадки для проведения испытаний	$x_1(P_1)$	Площадка полностью готова для проведения испытаний	87,5	+1
2	Наличие и своевременность предоставления сведений о бетоне	$x_2(P_2)$	Все сведения о бетоне службам лаборатории передаются своевременно и в полном объеме	87,5	+1
3	Уровень квалификации персонала	$x_3(P_3)$	Представители лаборатории не имеют высшего технического образования Опыт работы	31,25	-1

			до 1 года		
4	Проработанность Организационно-технической документации (Качество проектной документации).	$x_4(P_4)$	Имеется согласованный типовой ППР, в разделе контроля качества имеются лишь типовые ссылки по проведению контроля неразрушающими методами	57,50	0
5	Применение методов неразрушающего контроля (прямой, косвенный)	$x_5(P_5)$	Прямой метод неразрушающего контроля (отрыв со скалыванием) + косвенный с применением ультразвукового прибора	87,50	+1
6	Сезонные условия проверки	$x_6(P_6)$	Зимний период	31,25	-1
7	Присутствие лаборатории на строительной площадке	$x_7(P_7)$	Лаборатория находится на площадке согласно заранее установленному графику	57,50	0
8	Сроки проведения испытаний после формирования конструкции	$x_8(P_8)$	Испытания проводились при оценке: распалубочной прочности и прочностных параметров конструкций до набора ими проектных значений –	31,25	-1

Рассчитаем организационно-технический потенциал использования методов неразрушающего контроля:

$$\begin{aligned}
 P_{\text{н.к.}}(1) &= \sum_{i=1}^n W_i p_i \\
 &= 0,12 \cdot 87,5 + 0,16 \cdot 87,5 + 0,06 \cdot 31,25 + 0,16 \cdot 57,5 + 0,18 \cdot 87,5 \\
 &\quad + 0,07 \cdot 31,25 + 0,11 \cdot 57,5 + 0,14 \cdot 31,25 = 64,43
 \end{aligned}$$

Полученное значение 64,43 находится в интервале 63,0 – 57,5 и соответствует психофизической оценке «хорошо».

4.4. Выводы

1. Произведено определение весов различных параметров ПТМ организационно-технической модели по использованию методов неразрушающего контроля при возведении монолитных конструкций. Общий вес всей организационно-управленческой модели = 1. Максимально значимым является P_5 – Применение методов неразрушающего контроля прочности бетона P_3 – Уровень квалификации персонала.

2. Получены значения уровней параметров $P_{н.к.}$ использования методов неразрушающего контроля. Значением верхнего уровня является – 87,5; значением нулевого (основного) уровня является – 57,5; значением нижнего уровня является – 31,25.

3. Приведено описание применения методики комплексной оценки организационно-технической модели потенциала использования методов неразрушающего контроля на примере возведения многофункциональной комплексной застройки в городе Москве.

4. Как результат получены положительные результаты применения методики на 2 объектах, расположенных в г. Москве.

5. Разработанная в диссертационной работе организационно-техническая модель потенциала использования методов неразрушающего контроля имеет открытый характер, позволяя производить ее корректировки, внося, изменяя, дополняя или убирая различные параметры, учитывая особенности той или иной ситуации.

Заключение

1. Проведенный анализ теории организации использования методов неразрушающего контроля, дал возможность предложения соответствующей организационно-технической модели;

2. Создан алгоритм повышения эффективности системы контроля качества монолитных конструкций неразрушающими методами при организации строительства жилых зданий.;

3. Произведен расчет коэффициентов весомости параметров ПТМ организационно-технической модели потенциала использования методов неразрушающего контроля при возведении монолитных конструкций жилых зданий.

4. Проведено описание методики комплексной оценки организационно-технической модели потенциала использования методов неразрушающего контроля при реализации строительного проекта;

5. Установлена зависимость потенциала использования методов неразрушающего контроля от комплекса организационно-технических решений, которые применяются при возведении монолитных конструкций жилых зданий;

6. Введено понятие организационно-технического потенциала использования методов неразрушающего контроля;

7. Выполнена апробация результатов диссертации на двух строящихся объектах капитального строительства.

Рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы возможны в области расширения сферы использования созданной методики на промышленных зданиях и сооружениях, в том числе, с применением организационно-технических моделей потенциала использования методов неразрушающего контроля; разработки методических рекомендаций по проведению испытаний неразрушающими методами.

Библиографический список

1. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий/ - М.: Изд. Наука. 1976. - 279с.
2. Азгальдов Г. Г., Гличев А. В., Крапивенский З. Н., Кураченко Ю. П., Панов В. П., Фёдоров М. В., Шпекторов Д. М. Квалиметрия — наука об измерении качества продукции // Журнал Стандарты и качество. – 1968. – № 1. – С. 34-35.
3. Анпилов, С.М. Опалубочные системы для монолитного строительства: учебное издание / С.М. Анпилов. – М.: Издательство АСВ, 2005. – 280 с.)
4. Афанасьев А.А., Бетонные работы. Учебник для профессионального обучения рабочих на производстве /- Высшая школа. Москва. 1991– 288с. – ISBN 5-06-001810-5
5. Бербеков Ж.В., Неразрушающие методы контроля прочности бетона. / Бербеков Ж.В // Молодой ученый. – 2012– №11. – С. 20-23.
6. Бережный А.Ю. Формирование информационной базы данных для системы оценки экологической эффективности организационно-технологических решений в процессе строительного производства /Бережный А.Ю.//Техническое регулирование. Строительство, проектирование и изыскания. – № 1. – М., 2012. – С.42-43.
7. Бережный А.Ю. Зависимость комплексного показателя экологической нагрузки от организационно-технологических решений при оценке воздействия строительства на окружающую среду: диссертация ... канд. Техн. наук: 05.23.19 / Бережный Александр Юрьевич. – М., 2012. – 125 с.
8. Бережный А.Ю., Сайдаев Х.Л.-А., Использование комплексного показателя экологической нагрузки при выборе подрядной организации / Бережный А.Ю., Сайдаев Х.Л.-А.// Техническое регулирование.

Строительство, проектирование и изыскания – No 1 – М., 2012 – С.26-27.

9. Бережный, А.Ю. Использование комплексного показателя экологической нагрузки при выборе подрядной организации /Бережный А.Ю., Сайдаев Х. Л.-А.// Техническое регулирование. Строительство, проектирование и изыскания – No 1. – М., 2012 – С. 26-27.

10. Бережный, А.Ю. Системотехника строительства как теоретическая основа для оценки обобщенного показателя экологической нагрузки при возведении строительного объекта /Бережный А.Ю.// Техническое регулирование. Строительство, проектирование и изыскания. – No10(11) – М., 2011. – С. 50

11. Бидов Т.Х. Организационно-технологические и управленческие решения использования методов неразрушающего контроля при возведении монолитных конструкций// Научное обозрение - 2017. - №13. - с. 54-57

12. Бидов Т.Х., Хубаев. А.О. Организационно-технологический потенциал использования методов неразрушающего контроля при производстве бетонных работ в зимний период// Наука и бизнес: пути развития – 2018. - №4. - с. 101-104

13. Бидов. Т.Х. Р. Т. Аветисян. Формирование производственно-технологических модулей // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2019. - №12. - с. 496-498

14. Бидов Т.Х. Исследование методов неразрушающего контроля прочности бетона// Материалы второй международной научно-практической конференции Нальчик: ИИПРУ КБНЦ РАН, 2014, с. 154-159

15. Бидов Т.Х. Анализ градуировочных зависимостей приборов неразрушающего контроля// Материалы второй международной научно-практической конференции Нальчик: ИИПРУ КБНЦ РАН, 2014, с. 159-163

16. Бидов Т.Х., Хубаев А.О., Использование нанотехнологий при изготовлении бетона.// Строительство — формирование среды жизнедеятельности Электронный ресурс: сборник трудов XX Международной межвузовской научно-практической конференции

студентов, магистрантов, аспирантов и молодых учёных. 2017. С. 902-904

17. Болотова А. С., Свиридов В.Н. Основные проблемы при организации и проведении контроля качественных показателей в монолитном строительстве // Научное обозрение - 2016. - №24. – стр. 25-29

18. Букин А.В., Патраков А.Н., Определение прочности бетона методами разрушающего и неразрушающего контроля/ Букин А.В., Патраков А.Н.// Вестник Пермского государственного технического университета. – 2010–№1. –с. 89-94.

19. Бурмин А.В., Влияние влажности бетона на точность определения его прочности. / Бурмин А.В.// Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2007. – №4(17). – С.135-139.

20. Волков А.А., Воднев Н.Н. Системотехника численных представлений качественных параметров среды жизнедеятельности: рекурсивное погружение на уровни детализации объекта // Промышленное и гражданское строительство. 2013. - N 7 - С. 29-32.

21. Волков А.А. Методология проектирования функциональных систем управления зданиями и сооружениями: Гомеостат строительных объектов : дис. ... док. тех. наук : 05.13.01 / Волков Андрей Анатольевич. - М., 2003. - 350 с.

22. Волков А.А., Лебедев В.М. Функционирование системоквантов строительных процессов и возведения объектов // Вестник МГСУ. - 2010. - N 4. - С. 262-265.

23. Волков А.А. Гомеостат в строительстве: системный подход к методологии управления // Промышленное и гражданское строительство. - 2013. - N 6. - С. 64.

24. Воробьев А.А., Елфимов В.И. Повышение качества бетонных работ в условиях сухого жаркого климата // Вестник РУДН. Серия: инженерные исследования – 2005. - №1. – стр. 85-88

25. Говоруха П.А. Потенциал эффективности организационно-

технологических решений – инструмент повышения результативности для участников строительства// Наука и бизнес: пути развития – 2018. - №4. – С. 27-30.

26. Говоруха П.А., Лapidус А.А. Формирование факторов, характеризующих организационно-технологический потенциал устройства ограждающих конструкций//Научное обозрение -2015. - №14. – С. 389-393

27. Гончаров А.А, Бидов Т.Х., Трескина Г.Е., Беккер Ю.Л., Исследование градуировочных зависимостей, используемых при контроле прочности бетона неразрушающими методами / Гончаров А.А, Бидов Т.Х., Трескина Г.Е., Беккер Ю.Л.// Научное обозрение. – 2015. – №12. – С. 47-49.

28. ГОСТ 10180-90. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам.

29. ГОСТ 17624-87. Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности.

30. ГОСТ 22690-2015. Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля.

31. ГОСТ 18105-2010. Бетоны. Правила контроля и оценки прочности.

32. Гинзбург, А.В. Автоматизация проектирования организационно-технологической надежности функционирования строительных организаций: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук: 05.13.12 / Гинзбург А.В. – М.: МГСУ, 1999. - 390 с.

33. Гусаков А.А. Системотехника строительства.-М.: Стройиздат, 1993.- 368 с.

34. ГусаковА.А. Системотехника строительства: Энциклопедический словарь./ Под ред. А.А. Гусакова.-М.: АСВ, 2004. – 432с.

35. Гусаков А.А., Корытова Е.С., Муханов И.Б., Щеголь А.Е. Методы формирования строительных систем. Уч. Пособие.-М.: МИСИ, 1988.- 47 с.

36. ГусаковА.А. Системотехника строительства: Энциклопедический словарь / Гусаков А.А. и др. – М.: АСВ, 2004. – 432 с.

37. Демидов Л.П. Повышение потенциала строительной площадки за счет организационно-технологических решений / Демидов Л.П // М.: МГСУ. – 2014. – С. 129.
38. Азгальдов Г.Г, Костин А.В., Садоводов В.В. Квалиметрия для всех. Уч. Пособие. - Центральный экономико-математический институт РАН. – 2012. – 165 с.
39. Джонсон Н., Лион Ф. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. Методы обработки данных.-М.: Издательство «Мир», 1980-602 с. 23.
40. Дикман В.В. Информационные системы в экономике.-М.: Финансы и статистика, 196.-272с. 24. Дикман Л.Г., Организация строительного производства. Москва, 2006.- 682с.
41. Ефимов В.В. Статистические методы в управлении качеством: Учебное пособие.- Ульяновск: УлГТУ,2003-134с.
42. Жадановский Б.В., Синенко С.А., Драган Д.Г. Энергоэффективность способов выдерживания свежееуложенного бетона при возведении монолитных конструкции /Жадановский Б.В., Синенко С.А., Драган Д.Г. // Технология и организация строительного производства. – 2014. – No 2. – С.38-41.
43. Зиновьев А.А., Лебедев Д.И., Мугаев С.А., Использование методов неразрушающего контроля прочности бетона при различных условиях его эксплуатации. / Зиновьев А.А., Лебедев Д.И., Мугаев С.А // Труды Братского государственного университета. – 2013. – Т2. – С. 170-175.
44. Карманов В.С. Планирование эксперимента в задачах анализа данных типа времени жизни. дис. ... кандидата технических наук : 05.13.17.// Карманов Виталий Сергеевич, Новосибирск. – 2003. – 146с.
45. Карташов В.А. Система систем. М.: Прогресс-Академия, 1995.- 235с.
46. Киевский Л.В., Джалилов Ф.Ф. Разработка организационных решений по созданию объектов строительства и их экспертиза: проблема и

подходы / Киевский Л.В., Джалилов Ф.Ф. // Промышленное и гражданское строительство. – 1995. – №4. – С. 24.

47. Клюев В.В., Неразрушающий контроль. Под редакцией В.В. Клюева. – М.: Машиностроение. 2003. – 656 с.

48. Князькина Е.В., Кияткина Е.П. Факторы конкурентноспособности организационно-предпринимательской деятельности строительных предприятия в современных условиях// Монография: ЭБС АСВ – 2014.

49. Колесникова Е.Б., Синенко С.А. Технология виртуальной реальности в отображении строительного генерального плана при возведении объекта / Колесникова Е.Б., Синенко С.А. // Промышленное и гражданское строительство. – 2012. – №11. – С.44-46.

50. Коревицкая М.Г., Тухтаев Б.Х., Иванов С.И., Применение неразрушающих методов при контроле прочности высокопрочного бетона. / Коревицкая М.Г., Тухтаев Б.Х., Иванов С.И // Промышленное и гражданское строительство. – 2013 –№1. – С. 53-54.

51. Коревицкая М.Г., Кузеванов Д.В., Совершенствование нормативной базы для механических методов неразрушающего контроля прочности бетона. / Коревицкая М.Г., Кузеванов Д.В.// Бетон и железобетон. – 2016. – №1. – С. 18-20.

52. Снежков Д.Ю., Леонович С.Н., Повышение достоверности контроля прочности бетона неразрушающими методами на основе их комбинирования. / Снежков Д.Ю., Леонович С.Н.// Промышленное и гражданское строительство. – 2018. – №1. –С. 25-32.

53. Кузьмина Т.К., Славин А.М. Моделирование деятельности технического заказчика на этапе технического надзора /Кузьмина Т.К., Славин А.М.// Промышленное и гражданское строительство. – 2015. - No 4. – С. 62-66.

54. Красовский Г.И., Филаретов Г.Ф. Планирование эксперимента. — Минск: изд-во БГУ, 1982. – 302с.

55. Курочка П.Н., Чередниченко Н.Д. Задачи ресурсного планирования в строительном проекте / Курочка П.Н., Чередниченко Н.Д.// В сборнике: XII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014 Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. 2014 – С. 4745-4753.

56. Лapidус А.А. Актуальные проблемы организационно-технологического проектирования /Лapidус А.А.// Технология и организация строительного производства. – 2013. – №3(4). – С.1.

57. Лapidус А.А. Влияние современных технологических и организационных мероприятий на достижение планируемых результатов строительных проектов /Лapidус А.А.//Технология и организация строительного производства. – 2013. – № 2(3) – С. 1.

58. Лapidус А.А. Организационное проектирование и управление крупномасштабными инвестиционными проектами /Лapidус А.А.// М.: Вокруг света – 1997. – С.34- 36.

59. Лapidус А.А. Потенциал реализации крупномасштабного строительного проекта. /Лapidус А.А.// Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – №4 (63). – 2004. – С.38-41.

60. Лapidус А.А. Проблемы внедрения инновационных решений в технологии и организации строительства / Лapidус А.А. // Технология и организация строительного производства – 2013 – № 4 (5) – С. 1.

61. Лapidус А.А., Формирование интегрального потенциала организационно-технологических решений посредством декомпозиции основных элементов строительного проекта // Вестник МГСУ. – 2016. – №12. – С.114–121

62. Лapidус А.А., Бережный А.Ю. Математическая модель оценки обобщенного показателя экологической нагрузки при возведении строительного объекта./ Лapidус А.А., Бережный А.Ю. // Вестник МГСУ №2 – 2012 – С. 30-33.

63. Лapidус А.А., Бидов Т.Х. Формирование производственно-

технологических модулей, обосновывающих использование методов неразрушающего контроля при возведении монолитных конструкций гражданских зданий// Наука и бизнес: пути развития. – 2019. - №1. - с. 31-36

64. Лapidус А.А., Говоруха П.А. Организационно-технологический потенциал ограждающих конструкций многоэтажных жилых зданий / Лapidус А.А., Говоруха П.А. // Вестник МГСУ – 2015 – № 4 – С. 143-149.

65. Лapidус А.А., Демидов Л.П. Исследование факторов, влияющих на показатель потенциала строительной площадки / Лapidус А.А., Демидов Л.П. // Вестник МГСУ – 2014 – № 4 – С.160-166.

66. Лapidус А.А., Сайдаев Х.Л. Влияние параметров формирования организационной структуры строительной компании на обобщенный показатель экологической нагрузки / Лapidус А.А., Сайдаев Х.Л. // Технология и организация строительного производства. – 2012 – № 1 – С. 50.

67. Лapidус А.А., Фатуллаев Р.С. Оптимизация параметров организационно-управленческой модели объекта проведения внеплановых работ по капитальному ремонту МКД /Лapidус А.А., Фатуллаев Р.С.// Промышленное и гражданское строительство. – 2016. – №3(102). – С.304-307.

68. Лapidус, А.А. Исследование интегрального показателя качества, учитывающего влияние организационно-технологических решений при формировании строительной площадки /Лapidус А.А., Демидов Л.П.// Технология и организация строительного производства. – №2(3). – М., 2013 – С. 44- 46.

69. Лapidус, А.А. Математическая модель оценки обобщенного показателя экологической нагрузки при возведении строительного объекта / Лapidус А.А., Бережный А.Ю. // Вестник МГСУ. – №2. – М.: 2012 – С. 30-33.

70. Лapidус, А.А. Организационное проектирование и управление крупномасштабными инвестиционными проектами /Лapidус А.А.// – М.: Вокруг света – 1997. – С. 34-36.

71. Лapidус, А.А. Потенциал реализации крупномасштабного

строительного проекта /Лapidус А.А.// Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века №4 (63). – 2004. – С.38-41.

72. Лapidус, А.А. Потенциал эффективности организационно-технологических решений строительного объекта / Лapidус А.А. // Вестник МГСУ. – №1. – М., 2014 – С.175-180.

73. Лapidус, А.А. Управление качеством строительного объекта посредством оптимизации производственно-технологических модулей / Лapidус А.А // Вестник МГСУ. – 2013. – №1. – С.175-180.

74. Лapidус А.А., Фельдман А.О. Оценка организационно-технологического потенциала строительного проекта, формируемого на основе информационных потоков / Лapidус А.А., Фельдман А.О. // Вестник МГСУ. – 2015. – № 11. – С.193-201.

75. Лapidус А.А., Хубаев А.О., Формирование потенциала организационно-технологических решений использования методов бетонирования в условиях отрицательных температур / Лapidус А.А., Хубаев А.О. // Наука и бизнес. Пути развития. – 2017. – №11(77). – С.7-11.

76. Лapidус А.А., Говоруха П.А. Комплексный организационнотехнологический показатель эффективности устройства ограждающих конструкций // Строительство и реконструкция. 2015. № 4 (60). –С. 163—167.

77. Лapidус А.А., Макаров А.Н. Нечеткая модель организации строительного процесса // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. - 2017. - Т. 7. - N 1. - С. 59-68.

78. Мазур И.И., В. Д. Шапиро, Н. Г. Ольдерогге Управление проектами: учебное пособие для вузов / под общ.ред. И. И. Мазура, В. Д. Шапиро. - 8-е изд., стер. - Москва : ОМЕГА-Л, 2012. – 959 с.

79. Математические методы в экспериментальных исследованиях. Планирование и статистический анализ многофакторных экспериментов: Конспект лекций. Волков Н.Н.-М.: Изд-во МПИ, 1990. – 176с.

80. Методические рекомендации по применению нагревательных

проводов и кабелей при выполнении общестроительных работ в зимних условиях — М., –1986 – 88с.

81. Мироненко С.П., Топчий Д.В. Тенденции развития контроля организационно-технологических параметров при возведении объектов капитального строительства /Мироненко С.П., Топчий Д.В.// Технология и организация строительного производства. – 2013. – №4(5). – С.52-54.

82. Монфред, Ю.Б. Организация систем управления качеством строительства: Учеб. пособие / Ю. Б. Монфред: Моск. инж.-строит. ин-т им. В. В. Куйбышева. – М.: МИСИ, 1986.

83. Монфред, Ю.Б. Организация, планирование и управление предприятиями стройиндустрии: учебник для вузов / Ю. Б. Монфред, Б. В. Прыкин. – М.: Стройиздат, 1989.

84. Морозенко А.А., Воронков И.Е. Повышение эффективности организационно-технологических решений при строительстве АЭС на основе современного российского и зарубежного опыта// Промышленное и гражданское строительство. – 2014. №10. – С.74-79

85. Нанасов А.М. Разработка метода оценки организационно-технологического потенциала реализации инвестиционно-строительных проектов: диссертация кандидата технических наук.-М.: МГСУ, 2005.-178с.

86. Новиков, М. А.Методы организации и планирования строительства при смене генеральной подрядной организации: автореферат дис. канд. техн. наук: 05.02.22 / М. А. Новиков. - М., 2011. - 22с.

87. Олейник П.П., Бродский В.И. – М.: Изд-во МИСИ-МГСУ, 2014. – 88 с.

88. Олейник П.П., Бродский В.И. Методика нормирования выполнения подготовительных работ /Олейник П.П., Бродский В.И.// Технология и организация строительного производства. – 2013. – №1(2). – С. 27-31.

89. Олейник П.П., Бродский В.И. Основные требования к составу и содержанию проекта // производства работ // Технология и организация

строительного производства. – 2013. – № 3 (4). – С.35-38

90. Олейник П.П., Бродский В.И. Особенности организации строительного производства при реконструкции зданий и сооружений // Технология и организация строительного производства. – 2013. – №4(5). – С. 40-45.

91. Олейник П.П., Вотякова О.Н. Оценка влияния факторов на строительномонтажные работы объектов энергетики /Олейник П.П., Вотякова О.Н.// Технология и организация строительного производства. – 2013. – № 3(4). – С.45-46.

92. Олейник П.П., Кузьмина Т.К. Моделирование деятельности технического заказчика / Олейник П.П., Кузьмина Т.К.// Промышленное и гражданское строительство. – 2012. – №11. – С.42-43.

93. Олейник, П.П. Организация строительного производства. Монография / Олейник П.П. – Изд-во АСВ, 2010. – 576 с.

94. Олейник П.П., Бродский В.И., Организация строительной площадки: Учебное пособие. — М.: МГСУ, 2014. — 84 с.

95. Олейник, П.П. Ширшиков Б.Ф. Состав разделов организационно-технологической документации и требования к их содержанию: учебное пособие / Олейник П.П., Ширшиков Б.Ф. – М.: Изд-во МИСИ-МГСУ, 2013. – 64 с.

96. Пак А.А., Характеристика экспресс-методов неразрушающего контроля прочности бетона. //Пак А.А./ В сборнике: Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренц - региона в технологии строительных и технических материалов V Всероссийская научная конференция с международным участием. – 2013. – С. 93-95

97. Павлов А.Н., Неразрушающие методы контроля прочности бетона при возведении монолитных зданий. / Павлов А.Н.// Наука, техника и образование. – 2015. – №5(11). – С. 47-49.

98. Прыкин Б.В., Ким В.А. Анализ рационального использования

потенциала строительной фирмы методом главных компонент. В кН. Актуальные проблемы развития инвестиционно-строительной сферы России: Сб. научн. Тр.- М.:МГСУ – 2001. – С. 26-32.

99. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Саати Т. – М.: Радио и связь, 1993. – 356 с.

100. Сайдаев Х. Л.-А. Организационно-управленческое моделирование комплексной оценки результативности строительных компаний: диссертация ... канд. Техн. наук: 05.02.22 /Сайдаев Хасан Лом-Алиевич. – М., 2013.–126 с.

101. Сайдаев, Х.Л. Планирование эксперимента при исследовании экологического параметра в системе оценки потенциала генеральной подрядной организации /Сайдаев Х.Л.// Техническое регулирование. Строительство, проектирование и изыскания – № 9. – М., 2012. – С. 48-50.

102. Планирование эксперимента //Ефимов М.В.// Теория автоматического управления: Учебное пособие / Москва / МГУП / 2006. -87с.

103. Севастьянов А.Г. Математическое планирование эксперимента. Учебное пособие для фак. Повышенная квалификация.-М.: МТИ, 1979.

104. Синенко С.А., Гинзбург В.М., Сапожников В.Н., Каган П.Б., Гинзбург А.В. Автоматизация организационно-технологического проектирования в строительстве//М.: Синенко С.А. Информационная технология проектирования организации строительного производства. М. : Системотехника и информатика, 1992. - 258 с.

105. Снежков Д.Ю., Леонович С.Н., Вознищик А.В., Анализ методик неразрушающих испытаний бетона конструкций по действующим государственным стандартам и нормам Евросоюза. / Снежков Д.Ю., Леонович С.Н., Вознищик А.В.// Наука и техника. – 2013. – №2. – С. 33-39.

106. Снежков Д.Ю., Леонович С.Н., Повышение достоверности контроля прочности бетона неразрушающими методами на основе их комбинирования// Промышленное и гражданское строительство - 2018. №1. – стр.25 – 32

107. Снежков Д.Ю., Леонович С.Н., Ким Л.В. Мониторинг железобетонных конструкций на основе неразрушающих испытаний бетона: методы контроля, критерии соответствия// Вестник инженерной школы дальневосточного федерального округа – 2015. - №1. – стр. 80-88

108. Системотехника строительства. Энциклопедический словарь / Под редакцией А.А. Гусакова. - М. : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2004. - 320 с.

109. СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 – 2013-07-01– 196 с.

110. СП 48.13330.2011. Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004 (с Изменением N 1). М.: Минрегион России, 2010 – 22с.

111. СТО НОСТРОЙ 2.6.54-2011. Конструкции монолитные бетонные и железобетонные. Технические требования к производству работ, правила и методы контроля.

112. Теличенко В.И., Лapidус А.А., Морозенко А.А. Информационное моделирование технологий и бизнес-процессов в строительстве/ Научное издание. – М.: Издательство Ассоциация строительных вузов, 2008- 144 с.

113. Тринкер А.Б. Зимнее бетонирование и работы в условиях вечной мерзлоты / Тринкер А.Б.// Технологии бетонов. Изд.Композит XXI век. – Москва–2013–С.42-44.

114. Тринкер А.Б. Зимнее бетонирование и работы в условиях вечной мерзлоты // Технологии бетонов. Изд.Композит XXI век (Москва) – 2013. – С. 42-44.

115. Топчий Д.В. Оценка потенциала перепрофилирования промышленных объектов /Топчий Д.В.// Технология и организация строительного производства. – 2014. – №3(8). – С.40-42.

116. Топчий Д.В., Храбров А.П. Оценка развития и модернизации промышленных территорий на территориях Российских мегаполисов / Топчий Д.В., Храбров А.П.// Технология и организация строительного

производства. –2013. – №3(4). – С.39-42.

117. Топчий Д.В. Организационно-технологическое моделирование строительно-монтажных работ при комплексной оценке результативности перепрофилирования промышленных объектов: дис. ... канд. техн. наук: 05.02.22 / Топчий Дмитрий Владимирович. – М., 2015. – 117 с.

118. Улыбин А.В., О выборе методов контроля прочности бетона построенных сооружений. /Улыбин А.В.// Инженерно-строительный журнал. –2011. –№4(22). – С. 10-15.

119. Фатуллаев Р.С., Лapidус А.А. Организационно-технологические решения, обосновывающие проведение внеплановых работ по капитальному ремонту многоквартирных домов / Фатуллаев Р.С., Лapidус А.А. // Вестник МГСУ. – 2017. – т.12 №3(102). – С.304–307

120. Фатуллаев Р.С. Расчет потенциала проведения внеплановых ремонтных работ / Фатуллаев Р.С. // Наука и бизнес: пути развития. – 2017. – №9 (75). – С. 34-40

121. Фатуллаев Р.С. Формирование алгоритма комплексной оценки проведения внеплановых ремонтных работ / Фатуллаев Р.С. // Перспективы науки – 2017 – №9 (96)

122. Фатуллаев Р.С., Лapidус А.А. Оценка параметрической базы организационно-технологического моделирования объекта, в котором планируется проведение внепланового капитального ремонта / Фатуллаев Р.С., Лapidус А.А // Наука и бизнес: пути развития. – 2017. – №8(74). – С. 28-34

123. Фатуллаев Р.С. Формирование параметров, влияющих на организационно-технологические решения при проведении внеплановых ремонтных работ / Фатуллаев Р.С. // Перспективы науки. – 2017. – №8(95). – С.36-41

124. Фатуллаев Р.С., Лapidус А.А. Оценка потенциала проведения внеплановых ремонтных работ многоквартирных жилых домов / Фатуллаев Р.С., Лapidус А.А.// Вектор науки Тольятинского государственного

университета. – 2017. – №4(41). – С.10-13

125. Фурса Т.В. Осипов К.Ю., Данн Д.Д., Разработка неразрушающего метода контроля прочности бетона с дефектной структурой на основе явления механоэлектрических преобразований / Фурса Т.В. Осипов К.Ю., Данн Д.Д.// Дефектоскопия. – 2011 – №5– с. 39-47.

126. Фурса Т.В. Осипов К.Ю., Данн Д.Д., Разработка неразрушающего метода контроля прочности бетона по параметрам электрического отклика на упругое ударное возбуждение / Фурса Т.В. Осипов К.Ю., Данн Д.Д.// Южно-сибирский научный вестник. – 2012 – №2(2)– с. 168-170.

127. Хубаев А.О., Исследование физических процессов, протекающих в обработанном вакуумом керамзитобетоне / Хубаев А.О. // Перспективы науки. 2017 – № 11(98) – С.43-47.

128. Хубаев А.О., Описание эксперимента при расчете потенциала производства зимнего бетонирования / Хубаев А.О. // Известия Тульского государственного университета. 2020 – № 2(98) – С.247-252.

129. Хубаев А.О., Саакян С.С. Повышение эффективности возведения монолитных конструкций с применением технологии виртуальной и дополненной реальности / Хубаев А.О., Саакян С.С. // Известия Тульского государственного университета. 2019 – № 2(98) – С.492-495.

130. Хубаев А.О., Организационно-технологические решения, влияющие на конечный потенциал производства бетонных работ в зимний период / Хубаев А.О.// Перспективы науки. – 2018. – №4(103). – С.47-50

131. Хубаев А.О., Бидов Т.Х. Организационно-технологический потенциал использования методов неразрушающего контроля при производстве бетонных работ в зимний период / Хубаев А.О., Бидов Т.Х // Наука и бизнес: пути развития. – 2018. – №4 (82). – С.103-106.

132. Хубаев А.О., Бидов Т.Х., Хобот Э.И., Сарычев С.В. Армирование как фактор, влияющий на организационно-технологический потенциал использования методов неразрушающего контроля научные исследования и

разработки 2018 года, Новосибирск, 16 января-09 февраля 2018 г. с 7-10.

133. Чулков В.О. Переустройство: организационно-антропотехн. надежность строительства: [монография] / [Чулков В. О. и др.] – М. : СВР-Аргус, 2005. - 300 с.

134. Чулков В.О., Гинзбург А.В., Павленко А.А., Конищева О.В. Автоматизация проектирования оценки качества организационно-технологических решений на начальных этапах строительства // Вестник МГСУ – 2008. - №1. – стр. 405-407.

135. Шишлянникова Е.А. Обеспечение качества монолитного строительства жилья в современных условиях// Сборник трудов всероссийской научной конференции «Организация строительного производства» - 2019. – стр.102-108

136. Экспериментально-статистические модели. Планирование эксперимента и регрессионный анализ результатов. Использование функции желательности Харрингтона при решении оптимизационных задач химической технологии./ Москва, РХТУ- 2003. – 89с.

137. Ari Hoda. Assessing sensitivity of impact echo and ultrasonic surface waves methods for nondestructive evaluation of concrete structures / Hoda Ari, Soheil Nazarian, Deren Yuan// Construction and Building Materials. – 2014. – Vol.71–Pp. 384-391

138. Azariy L. Integral potential effectiveness of organizational and technological and managerial decisions of building object//Applied Mechanics and Materials. 2014. Vol.584-586. –pp.2230-2232.

139. A.Lapidus, T.Bidov, A.Khubaev, The study of the calibration dependences used when testing the concrete strength by nondestructive methods / A.Lapidus, T.Bidov, A.Khubaev // MATEC web of conferences –2017–V.117–№00094(2017) – (DOI:10.1051/matecconf/201711700094.

140. A.Lapidus, A.Khubaev, T.Bidov, Organizational and technological solutions justifying use of non-destructive methods of control when building monolithic constructions of civil buildings and structures/ A.Lapidus, A.Khubaev,

T.Bidov// MATEC web of conferences V.251–№05014(2018) – (DOI: 10.1051/matecconf/201825105014).

141. A.Lapidus, A.Khubaev, T.Bidov, Development of a three-tier system of parameters in the formation of the organizational and technological potential of using non-destructive testing methods/ A.Lapidus, A.Khubaev, T.Bidov// E3S web of conferences V.97–№06037(2019) – (DOI: [10.1051/e3sconf/20199706037](https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199706037)).

142. Hassan A.M.T. Non-destructive testing of ultra performance fibre reinforced concrete (UHPFRC): A feasibility study for using ultrasonic and resonant frequency testing techniques / A.M.T. Hassan, S.W. Jones// Construction and Building Materials. – 2012. – Vol.35. – Pp. 361-367

143. Volkov A., Chulkov V., Kazaryan R., Fachratov M., Kyzina O., Gazaryan R. Components and guidance for constructional rearrangement of buildings and structures within reorganization cycles// Applied Mechanics and Materials. 2014.580-583. – pp.2281- 2284.

144. Volkov A., Sedova A., Chelyshkov P., Titarenko B., Malyha G., Krylov E. The theory of probabilities methods in the scenario simulation of buildings and construction operation// Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2016. Vol.7. №3. – pp. 2416-2420.

145. Oleynik P., Sinenko S., Zhadanovsky B., Brodsky V., Kuzhin M. Construction of a complex object// MATEC Web of Conferences. «5th International Scientific Conference "Integration, Partnership and Innovation in Construction Science and Education». 2016. –pp. 4059.

146. Mori K.A. A new non-contacting non-destructive method for defect detection in concrete / K. Mori, A. Spagno, I. Y. Murakami, G. Kondo, I. Torigoe // NDT and E International. – 2002. – Vol. 35, iss. 6. – Pp. 399-406

147. Бидов Т.Х. Программа расчета организационно-технического потенциала использования методов неразрушающего контроля// сайт - <http://nondestructivepotential.ru/>

Приложение 1. Опросный лист групп экспертов

	Z1	Z2	Z3	Z4	y1	y2	y3	y4	y5	y6	y7	y8	yu
1	Строительная площадка полностью готова для проведения испытаний, Применен прямой метод+косвенный .Значение (+1)	Все сведения об испытываемых конструкциях даны в полном объеме, Представитель лаборатории имеет высшее образование. Опыт работы от 1 года. Значение (+1).	Имеется подробная организационно-техническая документация, Постоянное присутствие представителей лаборатории на строящемся объекте. Значение (+1).	Испытания проводились на всех стадиях набора прочности бетона. Летний период. Значение (+1).	90	85	85	85	85	90	95	85	87,50
2	Строительная площадка полностью готова для проведения испытаний, Применен прямой метод+косвенный .Значение (+1)	Все сведения об испытываемых конструкциях даны в полном объеме, Представитель лаборатории имеет высшее образование. Опыт работы от 1 года. Значение (+1).	Имеется подробная организационно-техническая документация, Постоянное присутствие представителей лаборатории на строящемся объекте. Значение (+1).	Испытания проводились в зимний период при оценке: распалубочной прочности и прочностных параметров бетона до набора ими проектных значений Значение (-1)	80	65	65	80	70	80	65	75	72,50
3	Строительная площадка полностью готова для проведения испытаний, Применен прямой метод+косвенный .Значение (+1)	Все сведения об испытываемых конструкциях даны в полном объеме, Представитель лаборатории имеет высшее образование. Опыт работы от 1 года. Значение (+1).	На момент проведения испытаний из проектной документации имеется только РД. Выезд лаборатории осуществляется только по вызову представителями заказчика. Значение (-1).	Испытания проводились на всех стадиях набора прочности бетона. Летний период. Значение (+1).	65	70	65	65	65	65	70	65	66,25

4	<p>Строительная площадка полностью готова для проведения испытаний, Применен прямой метод+косвенный .Значение (+1)</p>	<p>Все сведения об испытываемых конструкциях даны в полном объеме, Представитель лаборатории имеет высшее образование. Опыт работы от 1 года. Значение (+1).</p>	<p>На момент проведения испытаний из проектной документации имеется только РД. Выезд лаборатории осуществляется только по вызову представителями заказчика. Значение (-1).</p>	<p>Испытания проводились в зимний период при оценке: распалубочной прочности и прочностных параметров бетона до набора ими проектных значений Значение (-1)</p>	50	60	50	55	50	55	55	55	53,75
5	<p>Строительная площадка полностью готова для проведения испытаний, Применен прямой метод+косвенный .Значение (+1)</p>	<p>Сведения об испытываемых конструкциях на момент проведения испытаний отсутствуют. Представитель лаборатории не имеет полного высшего образования. Опыт работы менее 1 года. Значение (-1).</p>	<p>Имеется подробная организационно-техническая документация, Постоянное присутствие представителей лаборатории на строящемся объекте. Значение (+1).</p>	<p>Испытания проводились на всех стадиях набора прочности бетона. Летний период. Значение (+1).</p>	65	65	70	65	70	65	60	65	65,63
6	<p>Строительная площадка полностью готова для проведения испытаний, Применен прямой метод+косвенный .Значение (+1)</p>	<p>Сведения об испытываемых конструкциях на момент проведения испытаний отсутствуют. Представитель лаборатории не имеет полного высшего образования. Опыт работы менее 1 года. Значение (-1).</p>	<p>Имеется подробная организационно-техническая документация, Постоянное присутствие представителей лаборатории на строящемся объекте. Значение (+1).</p>	<p>Испытания проводились в зимний период при оценке: распалубочной прочности и прочностных параметров бетона до набора ими проектных значений Значение (-1)</p>	55	55	45	55	50	50	50	55	51,88

7	<p>Строительная площадка полностью готова для проведения испытаний, Применен прямой метод+косвенный .Значение (+1)</p>	<p>Сведения об испытываемых конструкциях на момент проведения испытаний отсутствуют. Представитель лаборатории не имеет полного высшего образования. Опыт работы менее 1 года. Значение (-1).</p>	<p>На момент проведения испытаний из проектной документации имеется только РД. Выезд лаборатории осуществляется только по вызову представителями заказчика. Значение (-1).</p>	<p>Испытания проводились на всех стадиях набора прочности бетона. Летний период. Значение (+1).</p>	60	50	65	60	55	60	55	50	56,88
8	<p>Строительная площадка полностью готова для проведения испытаний, Применен прямой метод+косвенный .Значение (+1)</p>	<p>Сведения об испытываемых конструкциях на момент проведения испытаний отсутствуют. Представитель лаборатории не имеет полного высшего образования. Опыт работы менее 1 года. Значение (-1).</p>	<p>На момент проведения испытаний из проектной документации имеется только РД. Выезд лаборатории осуществляется только по вызову представителями заказчика. Значение (-1).</p>	<p>Испытания проводились в зимний период при оценке: распалубочной прочности и прочностных параметров бетона до набора ими проектных значений Значение (-1)</p>	40	40	45	45	45	45	50	40	43,75
9	<p>площадка не готова для проведения испытаний. Применен только косвенный метод с использованием 1 прибора из механической или ультразвуковой групп Значение (-1).</p>	<p>Все сведения об испытываемых конструкциях даны в полном объеме, Представитель лаборатории имеет высшее образование. Опыт работы от 1 года. Значение (+1).</p>	<p>Имеется подробная организационно-техническая документация, Постоянное присутствие представителей лаборатории на строящемся объекте. Значение (+1).</p>	<p>Испытания проводились на всех стадиях набора прочности бетона. Летний период. Значение (+1).</p>	75	80	75	75	70	75	85	80	76,88

10	площадка не готова для проведения испытаний. Применен только косвенный метод с использованием 1 прибора из механической или ультразвуковой групп Значение (-1).	Все сведения об испытываемых конструкциях даны в полном объеме, Представитель лаборатории имеет высшее образование. Опыт работы от 1 года. Значение (+1).	Имеется подробная организационно-техническая документация, Постоянное присутствие представителей лаборатории на строящемся объекте. Значение (+1).	Испытания проводились в зимний период при оценке: распалубочной прочности и прочностных параметров бетона до набора ими проектных значений Значение (-1)	60	60	65	60	55	60	65	60	60,63
11	площадка не готова для проведения испытаний. Применен только косвенный метод с использованием 1 прибора из механической или ультразвуковой групп Значение (-1).	Все сведения об испытываемых конструкциях даны в полном объеме, Представитель лаборатории имеет высшее образование. Опыт работы от 1 года. Значение (+1).	На момент проведения испытаний из проектной документации имеется только РД. Выезд лаборатории осуществляется только по вызову представителями заказчика. Значение (-1).	Испытания проводились на всех стадиях набора прочности бетона. Летний период Значение (+1).	55	50	60	55	60	65	60	50	56,88
12	площадка не готова для проведения испытаний. Применен только косвенный метод с использованием 1 прибора из механической или ультразвуковой групп Значение (-1).	Все сведения об испытываемых конструкциях даны в полном объеме, Представитель лаборатории имеет высшее образование. Опыт работы от 1 года. Значение (+1).	На момент проведения испытаний из проектной документации имеется только РД. Выезд лаборатории осуществляется только по вызову представителями заказчика. Значение (-1).	Испытания проводились в зимний период при оценке: распалубочной прочности и прочностных параметров бетона до набора ими проектных значений Значение (-1)	45	35	40	45	50	45	45	35	42,50

13	площадка не готова для проведения испытаний. Применен только косвенный метод с использованием 1 прибора из механической или ультразвуковой групп Значение (-1).	Сведения об испытываемых конструкциях на момент проведения испытаний отсутствуют. Представитель лаборатории не имеет полного высшего образования. Опыт работы менее 1 года. Значение (-1).	Имеется подробная организационно-техническая документация, Постоянное присутствие представителей лаборатории на строящемся объекте. Значение (+1).	Испытания проводились на всех стадиях набора прочности бетона. Летний период Значение (+1).	60	55	60	50	55	60	60	55	56,88
14	площадка не готова для проведения испытаний. Применен только косвенный метод с использованием 1 прибора из механической или ультразвуковой групп Значение (-1).	Сведения об испытываемых конструкциях на момент проведения испытаний отсутствуют. Представитель лаборатории не имеет полного высшего образования. Опыт работы менее 1 года. Значение (-1).	Имеется подробная организационно-техническая документация, Постоянное присутствие представителей лаборатории на строящемся объекте. Значение (+1).	Испытания проводились в зимний период при оценке: распалубочной прочности и прочностных параметров бетона до набора ими проектных значений Значение (-1)	45	50	55	45	45	50	50	50	48,75
15	площадка не готова для проведения испытаний. Применен только косвенный метод с использованием 1 прибора из механической или ультразвуковой групп Значение (-1).	Сведения об испытываемых конструкциях на момент проведения испытаний отсутствуют. Представитель лаборатории не имеет полного высшего образования. Опыт работы менее 1 года. Значение (-1).	На момент проведения испытаний из проектной документации имеется только РД. Выезд лаборатории осуществляется только по вызову представителями заказчика. Значение (-1).	Испытания проводились на всех стадиях набора прочности бетона. Летний период. Значение (+1).	35	40	45	40	40	45	45	45	41,88

16	площадка не готова для проведения испытаний. Применен только косвенный метод с использованием 1 прибора из механической или ультразвуковой групп Значение (-1).	Сведения об испытываемых конструкциях на момент проведения испытаний отсутствуют. Представитель лаборатории не имеет полного высшего образования. Опыт работы менее 1 года. Значение (-1).	На момент проведения испытаний из проектной документации имеется только РД. Выезд лаборатории осуществляется только по вызову представителями заказчика. Значение (-1).	Испытания проводились в зимний период при оценке: распалубочной прочности и прочностных параметров бетона до набора ими проектных значений Значение (-1)	25	35	30	30	30	35	30	35	31,25
17	Строительная площадка полностью готова для проведения испытаний, Применен прямой метод+косвенный .Значение (+1)	Сведения об испытываемых конструкциях даны не в полном объеме. Представитель лаборатории имеет высшее образование. Опыт работы до 2 лет. Значение (0).	Имеется согласованный с представителем заказчика типовой ППР, без подробно описанного процесса проведения испытаний, выезда лаборатории по графику производства работ. Значение (0).	Испытания проводились в осенне-весенний период на ранних стадиях набора прочности и в процессе выдерживания до набора ими проектных значений Значение (0)	55	55	65	55	60	55	55	60	57,50
18	площадка не готова для проведения испытаний. Применен только косвенный метод с использованием 1 прибора из механической или ультразвуковой групп Значение (-1).	Сведения об испытываемых конструкциях даны не в полном объеме. Представитель лаборатории имеет высшее образование. Опыт работы до 2 лет. Значение (0).	Имеется согласованный с представителем заказчика типовой ППР, без подробно описанного процесса проведения испытаний, выезда лаборатории по графику производства работ. Значение (0).	Испытания проводились в осенне-весенний период на ранних стадиях набора прочности и в процессе выдерживания до набора ими проектных значений Значение (0)	50	45	40	50	55	50	45	45	47,50

19	Площадка готова для проведения испытаний, однако, имеются труднодоступные места для контроля, Использован прямой метод Значение (0).	Все сведения об испытываемых конструкциях даны в полном объеме, Представитель лаборатории имеет высшее образование. Опыт работы от 1 года. Значение (+1).	Имеется согласованный с представителем заказчика типовой ППР, без подробно описанного процесса проведения испытаний, выезда лаборатории по графику производства работ. Значение (0).	Испытания проводились в осенне-весенний период на ранних стадиях набора прочности и в процессе выдерживания до набора ими проектных значений Значение (0)	55	60	65	50	65	55	65	60	59,38
20	Площадка готова для проведения испытаний, однако, имеются труднодоступные места для контроля, Использован прямой метод Значение (0).	Сведения об испытываемых конструкциях на момент проведения испытаний отсутствуют. Представитель лаборатории не имеет полного высшего образования. Опыт работы менее 1 года. Значение (-1).	Имеется согласованный с представителем заказчика типовой ППР, без подробно описанного процесса проведения испытаний, выезда лаборатории по графику производства работ. Значение (0).	Испытания проводились в осенне-весенний период на ранних стадиях набора прочности и в процессе выдерживания до набора ими проектных значений Значение (0)	45	50	55	45	50	45	50	50	48,75
21	Площадка готова для проведения испытаний, однако, имеются труднодоступные места для контроля, Использован прямой метод Значение (0).	Сведения об испытываемых конструкциях даны не в полном объеме. Представитель лаборатории имеет высшее образование. Опыт работы до 2 лет. Значение (0).	Имеется подробная организационно-техническая документация, Постоянное присутствие представителей лаборатории на строящемся объекте. Значение (+1).	Испытания проводились в осенне-весенний период на ранних стадиях набора прочности и в процессе выдерживания до набора ими проектных значений Значение (0)	70	65	70	60	65	70	60	65	65,63

22	Площадка готова для проведения испытаний, однако, имеются труднодоступные места для контроля, Использован прямой метод Значение (0).	Сведения об испытываемых конструкциях на момент проведения испытаний отсутствуют. Представитель лаборатории не имеет полного высшего образования. Опыт работы менее 1 года. Значение (-1).	На момент проведения испытаний из проектной документации имеется только РД. Выезд лаборатории осуществляется только по вызову представителями заказчика. Значение (-1).	Испытания проводились в осенне-весенний период на ранних стадиях набора прочности и в процессе выдерживания до набора ими проектных значений Значение (0)	50	45	50	50	45	50	50	45	48,13
23	Площадка готова для проведения испытаний, однако, имеются труднодоступные места для контроля, Использован прямой метод Значение (0).	Сведения об испытываемых конструкциях даны не в полном объеме. Представитель лаборатории имеет высшее образование. Опыт работы до 2 лет. Значение (0).	Имеется согласованный с представителем заказчика типовой ППР, без подробно описанного процесса проведения испытаний, выезда лаборатории по графику производства работ. Значение (0).	Испытания проводились на всех стадиях набора прочности бетона. Летний период. Значение (+1).	70	75	70	65	75	70	65	75	70,63
24	Площадка готова для проведения испытаний, однако, имеются труднодоступные места для контроля, Использован прямой метод Значение (0).	Сведения об испытываемых конструкциях на момент проведения испытаний отсутствуют. Представитель лаборатории не имеет полного высшего образования. Опыт работы менее 1 года. Значение (-1).	Имеется согласованный с представителем заказчика типовой ППР, без подробно описанного процесса проведения испытаний, выезда лаборатории по графику производства работ. Значение (0).	Испытания проводились в зимний период при оценке: распалубочной прочности и прочностных параметров бетона до набора ими проектных значений Значение (-1)	65	60	65	55	65	65	55	60	61,25

25	<p>Площадка готова для проведения испытаний, однако, имеются труднодоступные места для контроля, Использован прямой метод Значение (0).</p>	<p>Сведения об испытываемых конструкциях даны не в полном объеме. Представитель лаборатории имеет высшее образование. Опыт работы до 2 лет. Значение (0).</p>	<p>Имеется согласованный с представителем заказчика типовой ППР, без подробно описанного процесса проведения испытаний, выезда лаборатории по графику производства работ. Значение (0).</p>	<p>Испытания проводились в осенне-весенний период на ранних стадиях набора прочности и в процессе выдерживания до набора ими проектных значений Значение (0)</p>	60	55	55	60	60	55	60	55	57,50
----	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----	----	----	----	----	----	----	----	-------

Приложение 2. Перечень опубликованных научных трудов Т.Х. Бидова.

Список публикаций, которые состоят в перечне рецензируемой научной литературы, где необходимо опубликовать основные научные результаты диссертационной работы на соискание ученой степени кандидата технических наук:

Публикации в изданиях, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий:

1. **Бидов Т.Х.,** Гончаров А.А., Трескина Г.Е. Исследование градуировочных зависимостей, используемых при контроле прочности бетона неразрушающими// Научное обозрение - 2015.-№12. - с. 68-72

2. **Бидов Т.Х.** Организационно-технологические и управленческие решения использования методов неразрушающего контроля при возведении монолитных конструкций// Научное обозрение - 2017. - №13. - с. 54-57

3. **Бидов Т.Х.,** Хубаев. А.О. Организационно-технологический потенциал использования методов неразрушающего контроля при производстве бетонных работ в зимний период// Наука и бизнес: пути развития – 2018. - №4. - с. 101-104

4. Лapidус А.А., **Бидов Т.Х.** Формирование производственно-технологических модулей, обосновывающих использование методов неразрушающего контроля при возведении монолитных конструкций гражданских зданий// Наука и бизнес: пути развития. – 2019. - №1. - с. 31-36.

5. **Бидов. Т.Х.** Р. Т. Аветисян. Формирование производственно-технологических модулей // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2019. - №12. - с. 496-498.

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

1. A. Lapidus, **T. Bidov**, A. Khubaev. The study of the calibration dependences used when testing the concrete strength by nondestructive methods // MATEC Web of Conferences. – 2017. – V. 117. – pp 00094. DOI: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201711700094>

2. **T. Bidov**, A. Khubaev, V. Nesterova, A. Bzhenikov. Modern Russian high-tech construction materials and their application in domestic construction industry // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2018. – V. 365. - pp 032005 DOI: [10.1088/1757-899X/365/3/032005](https://doi.org/10.1088/1757-899X/365/3/032005).

3. **T. Bidov**, A. Khubaev, A. Rybakova. Analysis of physical and mechanical properties of vacuum treated claydite-concrete // MATEC Web of Conferences. – 2018. - Volume 196. – pp 04071. DOI: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201819604071>.

4. A. Lapidus, A. Khubaev, **T. Bidov**. Organizational and technological solutions justifying use of non-destructive methods of control when building monolithic constructions of civil buildings and structures// MATEC Web of Conferences. - 2019. – V. 251. - pp. 05014

5. A. Lapidus, A. Khubaev, **T. Bidov**. Development of a three-tier system of parameters in the formation of the organizational and technological potential of using non-destructive testing methods // E3S Web of Conferences. - 2019. V. 97. - pp 06037. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199706037>.

6. A. Lapidus, M. Kangezova, **T. Bidov**. Systematization of organizational and technological aspects of scientific technical support of buildings and constructions over 100m high // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. - 2019. V. 698. - pp 022091.

Статьи, опубликованные в других научных журналах и изданиях:

1. **Бидов Т.Х.** Исследование методов неразрушающего контроля прочности бетона// Материалы второй международной научно-практической конференции Нальчик: ИИПРУ КБНЦ РАН, 2014, с. 154-159

2. **Бидов Т.Х.** Анализ градуировочных зависимостей приборов неразрушающего контроля// Материалы второй международной научно-практической конференции Нальчик: ИИПРУ КБНЦ РАН, 2014, с. 159-163

3. **Бидов Т.Х.** Контроль прочности бетона неразрушающими методами. Исследование построения градуировочных зависимостей// Взгляд молодежи на вызовы современной экономики РФ. Нальчик, 14-16 октября, с. 369-37

4. **Бидов Т.Х.,** Хубаев А.О., Использование нанотехнологий при изготовлении бетона.// Строительство — формирование среды жизнедеятельности Электронный ресурс: сборник трудов XX Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых учёных. 2017. С. 902-904.

5. Хубаев А.О., **Бидов Т.Х.,** Хобот Э.И., Сарычев С.В. Армирование как фактор, влияющий на организационно-технологический потенциал использования методов неразрушающего контроля научные исследования и разработки 2018 года, Новосибирск, 16 января-09 февраля 2018 г. с 7-10.