



# Отчет о проверке

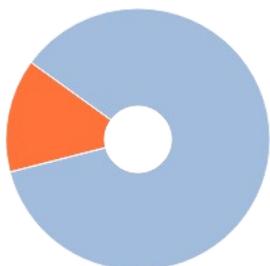
**Автор:** Пользователь Антиплагиат

**Название документа:** Цифровой контроль температурного режима при проведенные бетонных работ: преимущества и недостатки

**Проверяющий:** Пользователь Антиплагиат

**Организация:** ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "ЭДИТОРУМ"

## РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕРКИ



Совпадения:  
13,88%



Оригинальность:  
86,12%



Цитирования:  
0%



Самоцитирования:  
0%



**i** «Совпадения», «Цитирования», «Самоцитирования», «Оригинальность» являются отдельными показателями, отображаются в процентах и в сумме дают 100%, что соответствует проверенному тексту документа.

**⚠** Есть подозрения на следующие группы маскировки заимствований: Сгенерированный текст на страницах: 1, 3, 4, 5, 16, 17 ; Проверка в другой организации

**i** Проверено: 91,5% текста документа, исключено из проверки: 8,5% текста документа. Разделы, отключенные пользователем: Библиография

- **Совпадения** — фрагменты проверяемого текста, полностью или частично сходные с найденными источниками, за исключением фрагментов, которые система отнесла к цитированию или самоцитированию. Показатель «Совпадения» – это доля фрагментов проверяемого текста, отнесенных к совпадениям, в общем объеме текста.
- **Самоцитирования** — фрагменты проверяемого текста, совпадающие или почти совпадающие с фрагментом текста источника, автором или соавтором которого является автор проверяемого документа. Показатель «Самоцитирования» – это доля фрагментов текста, отнесенных к самоцитированию, в общем объеме текста.
- **Цитирования** — фрагменты проверяемого текста, которые не являются авторскими, но которые система отнесла к корректно оформленным. К цитированиям относятся также шаблонные фразы; библиография; фрагменты текста, найденные модулем поиска «СПС Гарант: нормативно-правовая документация». Показатель «Цитирования» – это доля фрагментов проверяемого текста, отнесенных к цитированию, в общем объеме текста.
- **Текстовое пересечение** — фрагмент текста проверяемого документа, совпадающий или почти совпадающий с фрагментом текста источника.
- **Источник** — документ, проиндексированный в системе и содержащийся в модуле поиска, по которому проводится проверка.
- **Оригинальный текст** — фрагменты проверяемого текста, не обнаруженные ни в одном источнике и не отмеченные ни одним из модулей поиска. Показатель «Оригинальность» – это доля фрагментов проверяемого текста, отнесенных к оригинальному тексту, в общем объеме текста.

Обращаем Ваше внимание, что система находит текстовые совпадения проверяемого документа с проиндексированными в системе источниками. При этом система является вспомогательным инструментом, определение корректности и правомерности совпадений или цитирований, а также авторства текстовых фрагментов проверяемого документа остается в компетенции проверяющего.

## ИНФОРМАЦИЯ О ДОКУМЕНТЕ

**Номер документа:** 111

**Тип документа:** Не указано

**Дата проверки:** 27.05.2025 10:56:12

**Дата корректировки:** 27.05.2025 10:58:12

**Количество страниц:** 19

**Символов в тексте:** 31433

**Слов в тексте:** 4617

**Число предложений:** 386

**Комментарий:** не указано



## ПАРАМЕТРЫ ПРОВЕРКИ

Выполнена проверка с учетом редактирования: Да

Исключение элементов документа из проверки: Нет

Выполнено распознавание текста (OCR): Нет

Выполнена проверка с учетом структуры: Да

**Модули поиска:** Переводные заимствования, Шаблонные фразы, ИПС Адилет, Цитирование, Патенты СССР, РФ, СНГ, IEEE, СМИ России и СНГ, Диссертации НББ, СПС ГАРАНТ: нормативно-правовая документация, Публикации РГБ (переводы и перефразирования), Коллекция НБУ, Медицина, Публикации РГБ, СПС ГАРАНТ: аналитика, Публикации eLIBRARY, Перефразирования по СПС ГАРАНТ: аналитика, Публикации eLIBRARY (переводы и перефразирования), Перефразирования по коллекции IEEE, Перефразированные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте, Кольцо вузов (переводы и перефразирования), Перефразированные заимствования по коллекции Интернет в английском сегменте, Сводная коллекция ЭБС, Переводные заимствования по коллекции Гарант: аналитика, Переводные заимствования по коллекции Интернет в английском сегменте, Переводные заимствования IEEE, Переводные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте, Кольцо вузов, Интернет Плюс, Собственная коллекция компании, Собственная коллекция (переводы и перефразирования)

🔴 **Модули, отключенные пользователем:** Рувики

## ИСТОЧНИКИ

№	Доля в тексте	Доля в отчете	Источник	Актуален на	Модуль поиска	Комментарий
[01]	5,9%	3,11%	rsl01010953196.txt <a href="http://dlib.rsl.ru">http://dlib.rsl.ru</a>	01 Янв 2017	Публикации РГБ	
[02]	4,9%	0,71%	<a href="https://naukaru.ru/ru/storage/do...">https://naukaru.ru/ru/storage/do...</a> <a href="https://naukaru.ru">https://naukaru.ru</a>	02 Янв 2024	Интернет Плюс	
[03]	4,9%	0%	____16.pdf <a href="https://naukaru.ru">https://naukaru.ru</a>	23 Окт 2024	Интернет Плюс	
[04]	3,74%	0,75%	International Journal for Computa...	19 Дек 2016	Медицина	
[05]	3,74%	0%	International Journal for Computa...	27 Ноя 2017	Сводная коллекция ЭБС	
[06]	3,74%	0%	International Journal for Computa...	20 Янв 2020	Сводная коллекция ЭБС	
[07]	3,74%	0%	1524-5845-2012-04.txt	26 Окт 2017	Кольцо вузов	
[08]	3,73%	0%	<a href="https://build-pro.press/upload/ibl...">https://build-pro.press/upload/ibl...</a> <a href="https://build-pro.press">https://build-pro.press</a>	26 Сен 2024	Интернет Плюс	
[09]	3,73%	0,84%	view <a href="https://naukaru.ru">https://naukaru.ru</a>	21 Мая 2025	Перефразированные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте	
[10]	3,73%	0%	view <a href="https://conarc.ru">https://conarc.ru</a>	24 Дек 2024	Перефразированные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте	
[11]	3,62%	0%	____16.pdf <a href="https://naukaru.ru">https://naukaru.ru</a>	23 Окт 2024	Перефразированные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте	
[12]	3,62%	0%	<a href="https://naukaru.ru/ru/storage/do...">https://naukaru.ru/ru/storage/do...</a> <a href="https://naukaru.ru">https://naukaru.ru</a>	02 Янв 2024	Перефразированные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте	
[13]	3,48%	0%	rsl01010953175.txt <a href="http://dlib.rsl.ru">http://dlib.rsl.ru</a>	01 Янв 2017	Публикации РГБ	
[14]	3,46%	0%	Цифровая модульная система мо... <a href="https://conarc.ru">https://conarc.ru</a>	15 Апр 2024	Интернет Плюс	
[15]	3,46%	0%	view <a href="https://conarc.ru">https://conarc.ru</a>	24 Дек 2024	Интернет Плюс	
[16]	2,91%	0,03%	ЦИФРОВАЯ МОДУЛЬНАЯ СИСТЕ... <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	01 Янв 2023	Публикации eLIBRARY	
[17]	2,89%	2,89%	ЦИФРОВАЯ МОДУЛЬНАЯ СИСТЕ... <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	01 Янв 2023	Публикации eLIBRARY (переводы и перефразирования)	
[18]	2,58%	0,02%	rsl01010952949.txt <a href="http://dlib.rsl.ru">http://dlib.rsl.ru</a>	01 Янв 2018	Публикации РГБ	
[19]	2,4%	2,4%	<a href="https://doc.spbgasu.ru/nauka/202...">https://doc.spbgasu.ru/nauka/202...</a> <a href="https://doc.spbgasu.ru">https://doc.spbgasu.ru</a>	06 Июл 2024	Перефразированные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте	

[20]	2,03%	2,03%	Путинцева, Елена Валентиновна... <a href="http://dlib.rsl.ru">http://dlib.rsl.ru</a>	01 Янв 2024	Публикации РГБ	
[21]	1,84%	0%	К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИ... <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	15 Янв 2017	Публикации eLIBRARY	
[22]	1,76%	0%	МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗ... <a href="https://elibrary.ru">https://elibrary.ru</a>	31 Дек 2021	Публикации eLIBRARY	
[23]	1,76%	0%	<a href="https://doc.spbgasu.ru/nauka/202...">https://doc.spbgasu.ru/nauka/202...</a> <a href="https://doc.spbgasu.ru">https://doc.spbgasu.ru</a>	14 Мар 2022	Интернет Плюс	
[24]	1,73%	0%	Самойлов, Вадим Вадимович Улу... <a href="http://dlib.rsl.ru">http://dlib.rsl.ru</a>	03 Апр 2025	Публикации РГБ	
[25]	1,51%	0,06%	Management of Functioning and ... <a href="https://ieeexplore.ieee.org">https://ieeexplore.ieee.org</a>	08 Дек 2020	IEEE	
[26]	1,51%	0%	Evaluation of Rule Formation Algo... <a href="https://ieeexplore.ieee.org">https://ieeexplore.ieee.org</a>	19 Дек 2019	IEEE	
[27]	1,51%	0%	МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗ... <a href="https://elibrary.ru">https://elibrary.ru</a>	31 Дек 2021	Публикации eLIBRARY (переводы и перефразирования)	
[28]	1,04%	1,04%	Реконструкция сетей (на пример...	18 Янв 2024	Кольцо вузов (переводы и перефразирования)	
[29]	0,86%	0%	не указано	13 Янв 2022	Цитирование	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[30]	0,83%	0%	70494 <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>	10 Мар 2016	Сводная коллекция ЭБС	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[31]	0,71%	0%	С Sc	15 Сен 2015	Кольцо вузов	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[32]	0,54%	0%	Куренков, Олег Геннадьевич Оц... <a href="http://dlib.rsl.ru">http://dlib.rsl.ru</a>	01 Янв 2023	Публикации РГБ	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[33]	0,46%	0%	Пути повышения эффективности... <a href="http://diss.natlib.uz">http://diss.natlib.uz</a>	14 Мая 2017	Коллекция НБУ	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[34]	0,46%	0%	Мозгалёв, Кирилл Михайлович ... <a href="http://dlib.rsl.ru">http://dlib.rsl.ru</a>	01 Янв 2013	Публикации РГБ	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[35]	0,46%	0%	Экономика строительства №12 2... <a href="https://book.ru">https://book.ru</a>	01 Янв 2024	Сводная коллекция ЭБС	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[36]	0,46%	0%	ВКР_Сташевская_ПА.pdf	26 Мая 2023	Кольцо вузов	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[37]	0,42%	0%	Решение Арбитражного суда Све... <a href="http://arbitr.garant.ru">http://arbitr.garant.ru</a>	24 Июн 2023	СПС ГАРАНТ: нормативно-правовая документация	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[38]	0,42%	0%	Решение Управления Федераль... <a href="http://ivo.garant.ru">http://ivo.garant.ru</a>	18 Дек 2024	СПС ГАРАНТ: нормативно-правовая документация	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[39]	0,42%	0%	Решение Ялтинского городского ... <a href="http://arbitr.garant.ru">http://arbitr.garant.ru</a>	04 Янв 2025	СПС ГАРАНТ: нормативно-правовая документация	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[40]	0,4%	0%	Учёные НИУ МГСУ – лауреаты п... <a href="http://moskva.bezformata.com">http://moskva.bezformata.com</a>	08 Дек 2018	СМИ России и СНГ	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[41]	0,37%	0%	Решение Арбитражного суда Рес... <a href="http://arbitr.garant.ru">http://arbitr.garant.ru</a>	16 Ноя 2024	СПС ГАРАНТ: нормативно-правовая документация	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[42]	0,37%	0%	Авдушева, Мария Алексеевна М... <a href="http://dlib.rsl.ru">http://dlib.rsl.ru</a>	01 Янв 2021	Публикации РГБ	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[43]	0,37%	0%	Вопрос: Нужно ли проводить исп... <a href="http://ivo.garant.ru">http://ivo.garant.ru</a>	24 Сен 2022	СПС ГАРАНТ: аналитика	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[44]	0,37%	0%	УМП_ВКР	23 Янв 2025	Кольцо вузов	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[45]	0,33%	0%	Приборы и методы контроля па... <a href="http://diss.natlib.uz">http://diss.natlib.uz</a>	15 Июл 2020	Коллекция НБУ	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[46]	0,32%	0%	АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗРА... <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	01 Янв 2017	Публикации eLIBRARY	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[47]	0,27%	0%	АННОТАЦИЯ К: Метод повышени... <a href="http://ivo.garant.ru">http://ivo.garant.ru</a>	05 Фев 2025	СПС ГАРАНТ: аналитика	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[48]	0,27%	0%	74951 <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>	10 Мар 2016	Сводная коллекция ЭБС	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[49]	0,08%	0%	не указано	29 Сен 2022	Шаблонные фразы	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.

УДК: 693.547.3+693.547.32

## Цифровой контроль температурного режима при проведенные бетонных работ: преимущества и недостатки

Д. Коядинович<sup>1</sup>, М. М. Железнов<sup>2</sup>, Л. М. Авербуха<sup>3</sup> А.А. Сигитов<sup>4</sup>

<sup>1</sup> аспирант кафедры «Информационные системы, технология и автоматизация строительства», ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (г. Москва); руководитель цифровой трансформации компании ПАО "ПУИ" Ужиче, SPIN-код: 6396-4322

<sup>2</sup> доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Информационные системы, технология и автоматизация строительства», ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (г. Москва), SPIN-код: 1190-9531

<sup>3</sup> гендиректор ООО «Цифровая Платформа Элемент Контроль» — резидент ИЦ «Сколково»

<sup>4</sup> аспирант кафедры «Информационные системы, технология и автоматизация строительства», ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (г. Москва); SPIN-код: 1437-1829

<sup>1</sup> e-mail: davidkoyadinovich@yandex.ru

<sup>2</sup> e-mail: zheleznovMM@mgsu.ru

<sup>3</sup> e-mail: leoaverbukh@gmail.com

<sup>4</sup> e-mail: SigitovAA@gic.mgsu.ru

### Аннотация:

Одним из главных преимуществ автоматизации является снижение рисков технологических нарушений, так как системы могут заранее предупреждать о потенциальных проблемах, а также обеспечивать точное соблюдение технологических норм и стандартов. Цифровой контроль температурного режима на строительных объектах позволяет в реальном времени контролировать состояние температурных характеристика бетона, что предотвращает отклонения от норм.

Цифровой контроль температурного режима при проведении бетонных работ — это использование цифровых технологий в этом числе датчиков для температурного мониторинга бетона на всех этапах его укладки, твердения и эксплуатации, а также и в процессе температурного управления процесса. Такой контроль обеспечивает более точный и эффективный процесс, предотвращая риски, связанные с неравномерным или неправильным прогревом бетона.

В данной работе проводится анализ существующих систем контроля температурного режима при бетонировании железобетонных конструкций в зимний период, а также рассматривается опыт применения современных технологий мониторинга на строительных объектах. Правильное управление температурой в процессе бетонирования в зимний период критично, поскольку температура бетона влияет на его прочностные характеристики и долговечность.

**Ключевые слова:** удаленный мониторинг, цифровая трансформация, технологические нарушения, минимизация рисков, температурно-прочностной режим, зимнее бетонирование, электропрогрев бетона, автоматизация работы трансформатора, управление качеством монолитных работ.

UDC: 693.547.3+693.547.32

## Digital temperature control during concrete works: advantages and disadvantages

*D. Koyadinovich<sup>1</sup>, M. M. Zheleznov<sup>2</sup>, L. M. Averbukh<sup>3</sup> A.A. Sigitov<sup>4</sup>*

<sup>1</sup> postgraduate student of the Department of "Information Systems, Technology and Automation of Construction", National Research Moscow State University of Civil Engineering (Moscow); Head of Digital Transformation of JSC "PUTEVI" Uzice; SPIN-code: 6396-4322

<sup>2</sup> doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department "Information Systems, Technology and Automation of Construction", National Research Moscow State University of Civil Engineering (Moscow), SPIN-code: 1190-9531

<sup>3</sup> CEO of OOO "Digital Platform Element Control" — resident of the Skolkovo IC

<sup>4</sup> postgraduate student of the Department of "Information Systems, Technology and Automation of Construction", National Research Moscow State University of Civil Engineering (Moscow); SPIN-code: 1437-1829

<sup>1</sup> e-mail: davidkoyadinovich@yandex.ru

<sup>2</sup> e-mail: zheleznovMM@mgsu.ru

<sup>3</sup> e-mail: leoaverbukh@gmail.com

<sup>4</sup> e-mail: SigitovAA@gic.mgsu.ru

### Abstract:

One of the main advantages of automation is the reduction of risks of technological violations, as systems can warn in advance of potential problems, as well as ensure precise compliance with technological norms and standards. Digital control of temperature conditions at construction sites allows real-time monitoring of the state of temperature characteristics of concrete, which prevents deviations from standards.

Digital control of temperature conditions during concrete works is the use of digital technologies, including sensors for temperature monitoring of concrete at all stages of its laying, hardening and operation, as well as during the temperature management of the process. Such control ensures a more accurate and efficient process, preventing risks associated with uneven or improper heating of concrete.

This paper analyzes existing temperature control systems for concreting reinforced concrete structures in winter, and examines the experience of using modern monitoring technologies at construction sites. Correct temperature management during concreting in winter is critical, since the temperature of concrete affects its strength characteristics and durability.

**Keywords:** remote monitoring, digital transformation, technological disruptions, risk minimization, temperature and strength conditions, winter concreting, electric heating of concrete, automation of transformer operation, quality management of monolithic works.

## ВВЕДЕНИЕ

Темпы строительства неуклонно увеличиваются, что требует внедрения передовых цифровых технологий на всех этапах и в процессах строительных работ. Это становится необходимостью для повышения эффективности, улучшения качества и сокращения сроков реализации проектов [1]. Цифровизация позволяет оптимизировать процессы, повысить точность контроля и минимизировать риски, связанные с человеческим фактором, обеспечивая более высокие стандарты безопасности и надежности.

Несмотря на развитие технологий, эти методы подвержены погрешностям, упущениям и влиянию различных внешних факторов [2]. Несоответствия могут возникать из-за человеческого фактора, условий эксплуатации оборудования или особенностей самого материала. Именно поэтому важно продолжать совершенствование методов контроля, внедряя более точные и автоматизированные системы для повышения надежности результатов.

В ходе эксперимента были проанализированы данные, полученные с использованием различных методов измерения температуры бетона. Результаты показали значительные преимущества применения температурных датчиков перед традиционными ручными методами. Датчики обеспечили более высокую точность, стабильность и возможность мониторинга в реальном времени, что позволило оперативно выявлять отклонения и принимать необходимые меры. Такие результаты подчеркивают эффективность и надежность использования автоматизированных систем для контроля за температурой бетона в процессе его твердения.

# **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

## **Проблематика**

Проблематика температурного контроля при бетонных работах касается множества факторов, которые могут повлиять на качество и долговечность бетона, а также на безопасность и экономичность строительного процесса. Правильный температурный режим в процессе заливки и твердения бетона является ключевым для достижения его требуемых характеристик прочности и долговечности.

Проблематика температурного контроля в бетонных работах является многогранной и затрагивает как технические, так и организационные аспекты. Ключевыми проблемами являются влияние внешних факторов на температурный режим, трудности в поддержании стабильной температуры, а также потребность в высококачественном оборудовании и квалифицированном персонале. Для эффективного решения этих проблем необходимо использовать современные технологии контроля, обучать персонал и учитывать все факторы, влияющие на процесс твердения бетона [3].

## **Текущая ситуация**

Сравнение результатов измерений температуры бетона, полученных с помощью датчиков и ручных методов, представляет собой важный аспект для обеспечения качества и надежности строительных процессов. Оба подхода имеют свои особенности, преимущества и ограничения, которые следует учитывать при выборе метода контроля.

**Датчики температуры** предлагают высокую точность и стабильность измерений, обеспечивая непрерывный мониторинг изменений температуры бетона на разных глубинах и в течение длительного времени. Это позволяет оперативно отслеживать процесс твердения и выявлять потенциальные отклонения, что особенно важно для предотвращения дефектов в конструкции. С помощью датчиков становится возможным автоматизировать сбор данных, что минимизирует влияние

человеческого фактора и ошибки в учете, а также обеспечивает удобство получения информации в режиме реального времени

**Ручные измерения**, в свою очередь, предлагают более традиционный подход, при котором используются термометры или пирометры для точечных замеров температуры. Эти методы требуют физических усилий и времени для каждого измерения, а также ограничены возможностью контролировать лишь небольшие участки бетона. Тем не менее, ручные инструменты могут быть полезны при необходимости быстрого контроля в ограниченных масштабах или при отсутствии доступа к автоматическим системам мониторинга.

### **Последствия нарушений**

Нарушение температурного режима бетона в зимних условиях может привести к ряду серьезных последствий, влияющих на его качество и долговечность [4].

1. **Недостаточное твердение:** При низких температурах химические реакции гидратации цемента замедляются или вовсе прекращаются, что приводит к недостаточному набору прочности бетона. Это может ослабить конструкцию и снизить её эксплуатационные характеристики.
2. **Образование трещин:** Быстрое охлаждение или замерзание бетона в процессе его твердения может вызвать образование трещин. Это происходит из-за расширения воды при замерзании, что приводит к внутренним напряжениям в материале.
3. **Потеря долговечности:** Нарушение температурного режима может повлиять на долговечность бетона, особенно в условиях цикличности замерзания и оттаивания, что ускоряет процессы разрушения.
4. **Деформация структуры:** Если температура слишком низкая, структура бетона может стать пористой и менее плотной, что снижает его прочностные характеристики и устойчивость к внешним воздействиям.
5. **Неравномерность набора прочности:** В условиях зимних температур бетон может затвердевать неравномерно, что приведет к снижению его прочности и

надежности. Это особенно важно в случае крупных бетонных конструкций, где равномерность твердения критична.

Таким образом, нарушение температурного режима бетона в зимних условиях может существенно повлиять на качество и безопасность строительных объектов.

### Установка оборудования

Перед началом бетонирования на арматурном каркасе, по заранее разработанной схеме, необходимо организовать места контроля температуры свежеложенного бетона. Контроль температуры осуществляется непрерывно во всех точках расположения датчиков [5]. Термодатчики следует устанавливать на стержень с низкой теплопроводностью (композитная арматура, пластиковые трубки и т.д.) с помощью полимерных стяжек или клейкой ленты. Допускается устанавливать датчики на арматурный каркас через теплоизоляцию.

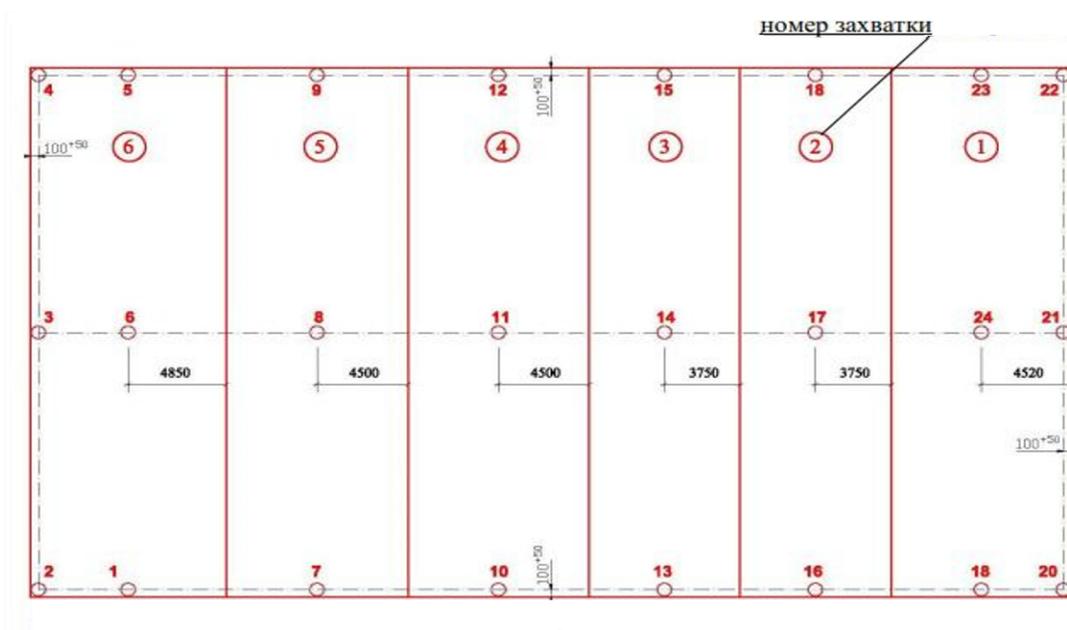


Рис. 1. - Схема расположения контрольных температурных трубок на захватках бетонирования фундаментной плиты

Параллельно с контролем температуры с помощью дистанционных термодатчиков производят измерение температуры с помощью термометров, погружаемых в предварительно установленные пластиковые трубки (контрольные скважины). Температурные трубки крепятся к арматурному каркасу из расчета 1

точка измерения на 30-50 мм поверхности конструкции и не реже чем через 6-10 м по периметру конструкции. Отдельные точки измерения устанавливаются в углах замыкающих захваток и в центре плиты (рис.1).

Температурные трубки крепятся к арматурному каркасу через прослойку теплоизоляции типа Пенофола, Пенолона и аналогичных толщиной 5-10 мм. Допускается использовать теплоизоляционные жгуты типа «Вилатерм». Теплоизоляцию устанавливают только в месте крепления, но не по всему стержню! Расстояние от точки измерения температуры на периферии конструкции до поверхности конструкции должно быть не более 150 мм. Температурные трубки устанавливаются в каждой точке в виде «куста» из трех трубок, обеспечивающих контроль температуры бетона у подошвы фундаментной плиты, в центре и на поверхности (рис.2). На нижнем конце температурной трубки устанавливается заглушка. Трубки заполняются водой на 70-100 мм (или на 50 мм больше длины рабочей части термометра) для лучшего теплообмена и закрываются сверху пробкой из водонепроницаемого теплоизоляционного материала. (При необходимости оценки температуры в отдельных точках на поверхности конструкции изменение температуры между точками условно принимают по линейной зависимости).

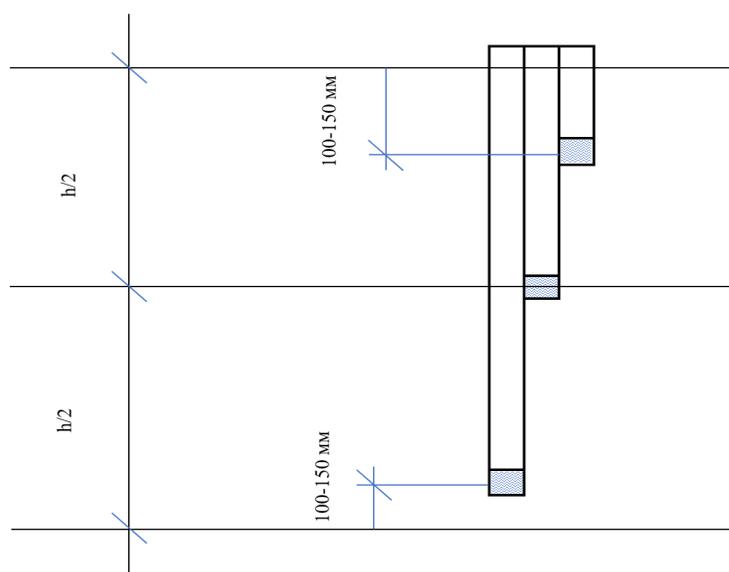


Рис. 2. - Схема установки «куста» температурных трубок

Верхний край контрольных температурных трубок должен быть на 30-50 мм выше проектного уровня бетона. Мероприятия по уходу за бетоном должны предусматривать координацию точек размещения температурных трубок.

Контрольные измерения начинаются через 8-12 часов после окончания бетонирования на каждой захватке и продолжаются до завершения ухода за бетоном [6]. Периодичность измерений температуры в скважинах, следующая:

- после окончания бетонирования через 8-12 часов в течение первых 3-х суток – каждые 4 часа;
- в течение последующих 7 суток не реже 3 раз в сутки;
- в течение последующего времени до завершения ухода за бетоном не реже 2 раз в сутки.

За максимальный допустимый интервал между контрольными измерениями следует принимать время, в течение которого не происходит изменение температуры бетона не более чем на 2°C.

После завершения всех температурных измерений пластиковые трубки по возможности высверливают по длине и заполняют ремонтными смесями, близкими по своим характеристикам к проектным требованиям к бетонной смеси.

Обеспечение необходимого температурного режима в объеме захватки перед бетонированием.

Для прогнозирования условий бетонирования и последующего твердения бетона субподрядчик, как производитель работ, должен отслеживать погодные параметры (температуру, скорость ветра, вероятность осадков и т. д.) с помощью каротажа.

Температура основания, опалубки, арматуры, закладных деталей, расположенных в пространстве захватки (далее - конструктивные элементы), до и во время бетонирования не должны отличаться от температуры окружающей среды в зоне захватки более чем на  $\pm 10$  °C.

Разница температур между поверхностью ранее забетонированной конструкции (уложенной вне рамок настоящих правил) и бетонной смесью не должна превышать 20 °С.

Температура прилегающих захваток определяется как среднее значение данных мониторинга температурных датчиков или погружных термометров в трубках, установленных вдоль рабочего шва. В случае неисправности датчиков допускается измерение температуры поверхности рабочего шва с помощью пирометра.

В случае перегрева конструктивных элементов перед бетонированием необходимо их охладить, сочетая интенсивное орошение холодной водой и вентиляцию. Бетонные поверхности основания и опалубки с внешней стороны охлаждаются периодическим поливом холодной водой. Охлаждение арматуры и закладных элементов осуществляется путем периодического орошения холодной водой с помощью распылителей. Температура охлаждающей воды должна составлять от +15 до +25 °С. Непосредственно перед началом бетонирования излишки воды необходимо удалить воздухом или промышленным пылесосом.

Общее количество точек измерения составило 24 для ручных измерений и 16 для измерений с датчиками (рис.3), что обеспечило комплексный подход к сбору данных, а также обеспечить всестороннюю проверку показателей.

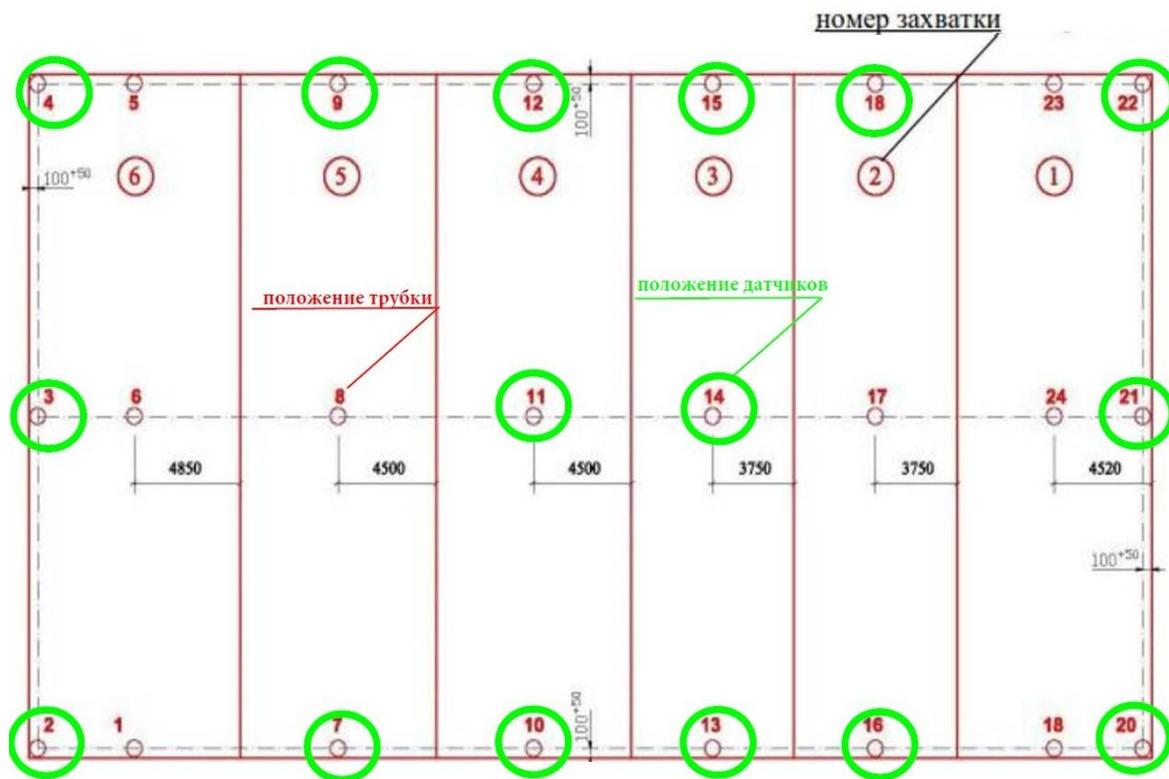


Рис. 3. - Схема установки температурных датчиков

## ОБЗОР РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

### Мониторинг и управление процессом набора температуры

Мониторинг и управление процессом набора температуры бетона имеют ключевое значение для обеспечения его прочности и долговечности. Правильный контроль температуры в процессе гидратации цемента позволяет избежать трещин, деформаций и других дефектов, которые могут возникнуть в результате резких изменений температуры, а также ускоряет или замедляет процесс твердения в зависимости от внешних условий.

Современная методология, основанная на модели зрелости, обеспечивает непрерывный мониторинг зрелости и оценку реализованной прочности бетона на сжатие в конструкции без разрушения. Используя эту технику, на строительной

площадке специальные датчики измеряют температуру бетона, которая применяется с использованием указанной модели и конвертируется в зрелость. На основании определенных соотношений зрелость-прочность бетона, делается оценка реализованной прочности на сжатие бетона на месте.

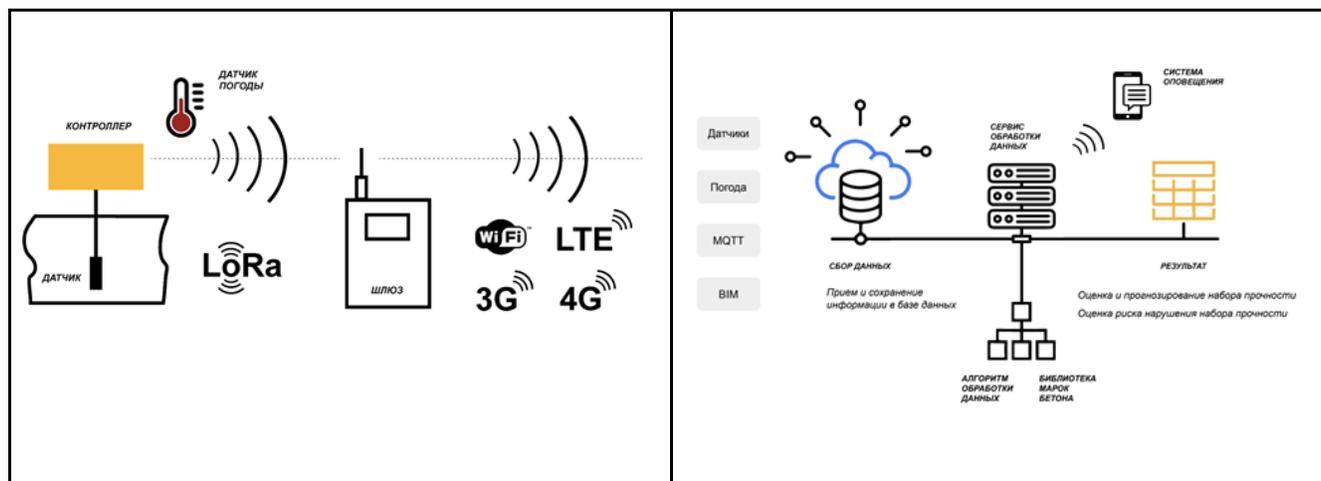


Рис.5. – Современные подходы к измерению температуры бетона

Оценка прочности бетона на сжатие с использованием этого неразрушающего метода осуществляется в три этапа:

I ЭТАП — Калибровка измерений для бетона с учётом его состава;

II ЭТАП — Измерение времени и температуры с использованием датчиков;

III ЭТАП — Обработка и анализ полученных данных.

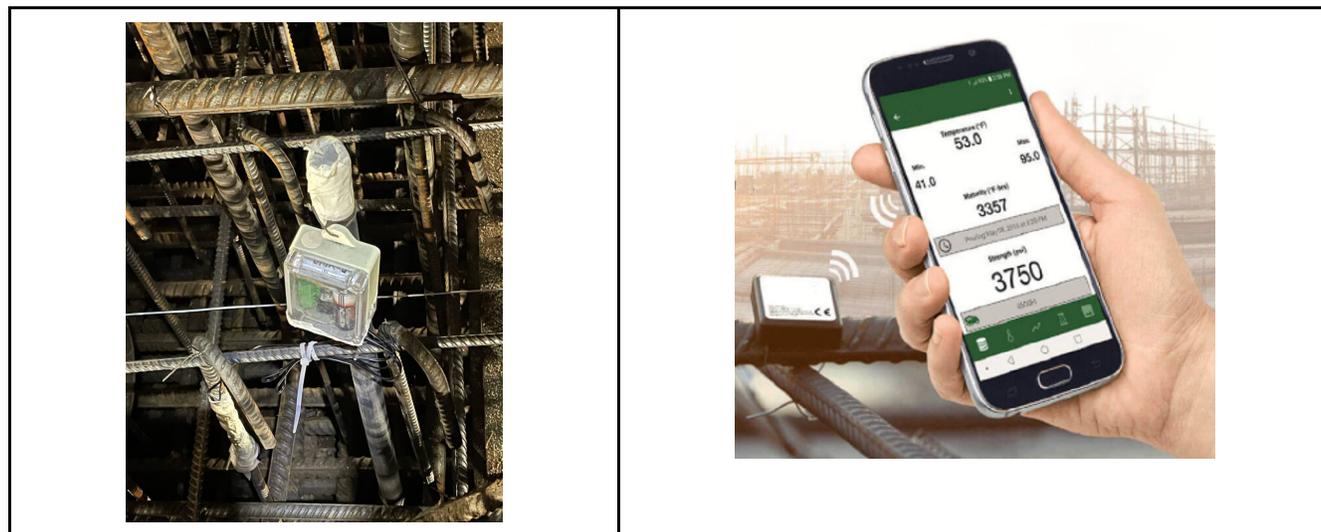


Рис.6. – Процесс установки и контроля набора прочности

### **Анализ полученных результатов**

Анализ результатов, полученных в ходе сравнения ручных измерений в скважинах и автоматических измерений с использованием датчиков, позволяет глубже понять преимущества и ограничения каждого из методов.

Все оборудование было поставлено в соответствии с требованиями СП 435.1325800.2018 Конструкции бетонные и железобетонные монолитные— «Правила производства и приемки работ».

**Легенда к таблице (таб.1, таб.2, таб.3):**

«Т, °С - ОС» - температура окружающей среды;

«В, Ц, Н» - вертикальное месторасположения В - верх, Ц - центр, Н - низ;

«позиция 1-6» - номер захватки;

«позиция 1-24» - горизонтальное месторасположения;

«-» - отсутствие данных по измерению температуры.

Таблица № 1 – Температура бетона, °С, в скважинах — измерения, выполненные вручную

## Результаты температурного мониторинга в **контрольных скважинах**

### Секция 1.2.1

№ п/п	Дата	Время	Температура бетона, в скважинах - <b>ручное измерение</b> (схема размещения и нумерация скважин прилагается)																								°C Т, ОС	
			Гл.	6						5			4			3			2			1						
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		24
1	12.08.2024	10:30	В	53	52	54	52	54	54	49	-	56	50	62	49	52	-	50	56	62	53	57	42	50	45	48	56	16
			Ц	54	53	51	59	59	44	58	53	-	47	65	57	59	65	60	62	67	62	62	57	55	54	54	69	
			Н	44	52	-	56	-	56	52	58	53	-	58	-	49	70	-	49	70	-	49	47	49	41	49	57	
2	12.08.2024	18:00	В	51	50	64	50	41	63	55	-	53	60	69	43	54	-	47	57	-	57	59	48	53	46	48	59	18
			Ц	56	54	65	61	63	67	58	71	-	62	68	59	58	71	63	61	71	65	62	56	54	51	58	70	
			Н	46	50	-	-	-	58	46	60	52	51	65	-	47	71	-	48	68	-	48	46	48	40	47	57	
3	13.08.2024	8:00	В	48	42	50	46	58	58	53	-	51	47	67	53	49	67	53	50	-	57	49	46	59	46	53	57	14
			Ц	56	47	54	49	58	69	63	71	-	61	71	58	55	69	54	-	68	58	55	52	62	49	53	66	
			Н	42	36	50	42	-	58	49	68	50	-	60	46	-	59	-	53	64	49	47	-	-	42	44	58	
4	13.08.2024	23:30	В	46	55	50	49	58	58	52	-	58	58	71	57	45	71	60	58	-	63	54	54	64	54	60	66	16
			Ц	54	69	55	53	62	69	55	73	-	65	71	58	59	71	64	-	71	65	66	60	70	51	64	70	
			Н	42	-	50	46	-	62	42	66	52	-	69	53	-	68	-	55	64	55	55	-	-	53	58	67	
5	14.08.2024	17:30	В	43	36	42	40	51	55	52	-	51	43	-	48	-	46	53	45	-	48	44	41	54	42	60	58	21
			Ц	50	41	50	46	54	68	59	66	53	57	69	52	64	51	54	-	68	50	55	48	58	45	49	64	
			Н	43	35	45	38	46	57	-	67	44	-	68	45	64	-	47	53	65	42	-	-	-	39	43	58	
6	15.08.2024	8:00	В	42	34	44	39	50	53	52	-	50	43	60	46	43	-	51	42	-	46	43	39	54	39	44	56	21
			Ц	48	39	48	41	51	64	57	66	51	54	67	50	48	63	51	-	65	49	51	45	54	42	47	60	
			Н	42	32	43	36	45	57	-	67	43	-	66	45	-	62	46	49	60	41	-	-	-	37	42	55	
7	15.08.2024	17:30	В	40	34	44	38	49	50	52	-	48	42	59	44	43	-	49	41	-	46	43	38	52	39	43	54	20
			Ц	48	39	44	41	48	63	57	63	50	52	66	49	48	62	50	-	63	48	51	44	54	41	47	59	
			Н	43	33	43	36	44	58	-	65	42	-	66	44	-	61	46	48	57	41	-	-	-	37	42	54	
8	16.08.2024	8:00	В	37	33	42	37	48	50	52	-	46	42	58	44	43	-	49	41	-	44	42	37	51	36	41	54	21
			Ц	46	36	44	41	47	61	55	63	49	51	64	46	46	61	49	-	66	46	50	42	53	39	46	58	
			Н	41	32	42	34	43	57	-	65	42	-	64	43	-	61	45	48	59	40	-	-	-	36	41	56	
9	16.08.2024	20:00	В	36	31	42	36	48	49	51	-	46	41	57	44	42	-	48	40	-	43	41	37	49	35	41	54	23
			Ц	46	35	43	40	48	60	55	63	48	51	62	45	46	61	49	-	65	45	50	40	50	39	45	57	
			Н	41	32	42	34	42	57	-	63	42	-	64	42	-	60	44	47	58	40	-	-	-	35	41	56	
10	17.08.2024	15:30	В	35	30	41	35	47	48	51	-	45	41	57	44	42	-	47	40	-	43	41	37	47	35	41	54	25
			Ц	46	35	42	40	47	59	55	63	47	50	61	44	46	59	48	-	62	44	49	40	50	38	43	57	
			Н	41	32	41	33	40	57	-	61	42	-	62	40	-	58	43	47	58	38	-	-	-	34	40	54	
11	18.08.2024	14:00	В	34	30	41	35	47	48	50	-	45	41	57	43	42	-	47	40	-	42	42	36	46	34	40	53	28
			Ц	43	35	42	40	47	59	55	63	47	50	61	44	45	58	48	-	62	44	48	39	49	36	45	57	
			Н	40	32	41	33	40	56	-	61	41	-	61	40	-	57	42	45	58	38	-	-	-	34	40	53	

Таблица № 2 – Температура бетона, °C, — измерения, выполненные температурным датчиками

## Результаты температурного мониторинга **температурным датчиками**

### Секция 1.2.1

№ п/п	Дата	Время	Температура бетона, в скважинах - <b>измерение датчиком</b> (схема размещения и нумерация скважин прилагается)																								Т, °С							
			Гл.	6					5					4					3					2					1					
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		24						
1	12.08.2024	10:30	В	-	50	-	57	-	-	55	-	67	-	74	49	-	73	-	-	-	-	57	45	45	-	-	16							
			Ц	-	69	-	68	-	-	71	-	68	-	76	62	-	76	-	-	-	-	69	57	57	-	-								
			Н	-	51	-	50	-	-	56	-	50	-	60	52	-	59	-	-	-	-	55	47	47	-	-								
2	12.08.2024	18:00	В	-	50	-	56	-	-	54	-	62	58	74	49	46	-	-	-	-	-	56	44	44	-	-	18							
			Ц	-	66	-	66	-	-	70	-	66	69	76	60	57	-	-	-	-	-	67	56	56	-	-								
			Н	-	50	-	44	-	-	55	-	49	55	60	52	48	-	-	-	-	-	54	46	46	-	-								
3	13.08.2024	8:00	В	-	48	-	54	-	-	53	-	60	57	73	48	-	-	-	-	-	-	53	42	42	-	-	14							
			Ц	-	61	-	61	-	-	67	-	63	67	75	59	-	-	-	-	-	-	64	51	51	-	-								
			Н	-	48	-	46	-	-	54	-	48	54	60	51	-	-	-	-	-	-	52	44	44	-	-								
4	13.08.2024	23:30	В	-	43	-	50	-	-	50	-	57	56	72	47	-	-	-	-	-	-	-	41	41	-	-	16							
			Ц	-	56	-	57	-	-	64	-	60	66	74	56	-	-	-	-	-	-	-	48	48	-	-								
			Н	-	46	-	44	-	-	53	-	47	54	60	49	-	-	-	-	-	-	-	41	41	-	-								
5	14.08.2024	17:30	В	-	39	-	47	-	-	48	-	54	55	70	46	-	-	-	-	-	-	39	39	-	-	21								
			Ц	-	52	-	53	-	-	61	-	57	63	72	55	-	-	-	-	-	-	45	45	-	-									
			Н	-	44	-	42	-	-	52	-	46	53	60	47	-	-	-	-	-	-	39	39	-	-									
6	15.08.2024	8:00	В	-	39	44	45	-	-	47	-	52	54	69	-	-	-	-	-	-	-	37	37	-	-	21								
			Ц	-	49	55	50	-	-	59	-	55	62	71	-	-	-	-	-	-	-	43	43	-	-									
			Н	-	42	48	41	-	-	51	-	45	52	59	-	-	-	-	-	-	-	37	37	-	-									
7	15.08.2024	17:30	В	-	39	44	44	-	-	48	-	52	54	68	-	-	67	-	50	-	-	44	36	36	-	-	20							
			Ц	-	48	54	48	-	-	58	-	54	61	70	-	-	69	-	59	-	-	52	41	41	-	-								
			Н	-	41	48	40	-	-	50	-	44	52	59	-	-	57	-	51	-	-	46	37	37	-	-								
8	16.08.2024	8:00	В	-	38	42	42	-	-	46	-	50	54	67	-	-	66	-	49	-	-	43	35	35	-	-	21							
			Ц	-	46	52	46	-	-	56	-	52	60	69	-	-	67	-	57	-	-	50	41	41	-	-								
			Н	-	40	47	39	-	-	49	-	44	51	59	-	-	57	-	50	-	-	45	36	36	-	-								
9	16.08.2024	20:00	В	-	38	42	41	-	-	47	-	49	54	66	-	-	65	-	48	-	-	42	35	35	-	-	23							
			Ц	-	44	51	44	-	-	55	-	51	58	68	-	-	66	-	56	-	-	48	53	39	-	-								
			Н	-	40	46	38	-	-	49	-	43	51	58	-	-	57	-	49	-	-	44	35	35	-	-								
10	17.08.2024	15:30	В	-	37	41	38	-	-	45	-	48	54	65	-	-	63	-	47	-	-	41	34	34	-	-	25							
			Ц	-	43	49	42	-	-	53	-	49	57	67	-	-	65	-	54	-	-	46	37	37	-	-								
			Н	-	39	46	37	-	-	48	-	42	50	58	-	-	56	-	48	-	-	42	35	35	-	-								
11	18.08.2024	14:00	В	-	38	42	37	-	-	45	-	46	54	63	42	40	62	-	46	-	-	40	33	33	-	-	28							
			Ц	-	41	48	40	-	-	51	-	47	56	65	46	42	63	-	52	-	-	44	35	35	-	-								
			Н	-	38	45	36	-	-	46	-	41	50	57	43	41	55	-	47	-	-	41	35	35	-	-								

Таблица № 3– Сравнение температур бетона, измеренных вручную и с помощью датчиков, °С

**Результаты температурного мониторинга разница между двух методов измерения**

**Секция 1.2.1**

№ п/п	Дата	Время	Температурная разница бетона, - между ручного и измерения датчиков (схема размещения и нумерация скважин прилагается)																								°C T, OC		
			Гл.	6						5			4			3			2			1							
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		24	
1	12.08.2024	10:30	В	-	-2	-	5	-	-	6	-	11	-	12	0	-	-	-	-	-	-	-	15	-5	0	-	-	16	
			Ц	-	16	-	9	-	-	13	-	-	-	11	5	-	11	-	-	-	-	-	-	12	2	3	-		-
			Н	-	-1	-	-6	-	-	4	-	-3	-	2	-	-	-11	-	-	-	-	-	-	8	-2	6	-		-
2	12.08.2024	18:00	В	-	-0	-	6	-	-	-1	-	9	-2	5	6	-9	-	-	-	-	-	-	8	-10	-3	-	-	18	
			Ц	-	12	-	5	-	-	12	-	-	7	8	1	-1	-	-	-	-	-	-	-	11	2	5	-		-
			Н	-	0	-	-	-	-	9	-	-3	4	-5	-	1	-	-	-	-	-	-	-	8	-2	6	-		-
3	13.08.2024	8:00	В	-	6	-	8	-	-	-0	-	9	10	6	-5	-	-	-	-	-	-	-	7	-18	-5	-	-	14	
			Ц	-	14	-	12	-	-	4	-	-	6	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-11	2	-		-
			Н	-	12	-	4	-	-	5	-	-2	-	0	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-		-
4	13.08.2024	23:30	В	-	-17	-	1	-	-	-2	-	-1	-2	1	-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-23	-13	-	-	16	
			Ц	-	-13	-	4	-	-	9	-	-	1	3	-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-23	-4	-		-
			Н	-	-	-	-2	-	-	11	-	-5	-	-9	-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-12	-		-
5	14.08.2024	17:30	В	-	-	-	-	-	-4	-	3	-	-	-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-15	-	-	-	21	
			Ц	-	11	-	7	-	-	2	-	4	6	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-13	0	-		-
			Н	-	9	-	4	-	-	-	-	2	-	-9	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-		-
6	15.08.2024	8:00	В	-	5	-0	6	-	-	-5	-	2	11	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-17	-2	-	-	21	
			Ц	-	10	7	9	-	-	2	-	4	8	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-12	1	-		-
			Н	-	10	5	5	-	-	-	-	2	-	-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-		-
7	15.08.2024	17:30	В	-	5	-0	6	-	-	-5	-	4	12	9	-	-	-	-	9	-	-	-	6	-16	-3	-	-	20	
			Ц	-	9	10	7	-	-	1	-	4	9	4	-	-	7	-	-	-	-	-	-	8	-13	0	-		-
			Н	-	8	5	4	-	-	-	-	2	-	-7	-	-	-4	-	3	-	-	-	-	-	0	-	-		-
8	16.08.2024	8:00	В	-	5	-0	5	-	-	-6	-	4	12	9	-	-	-	-	8	-	-	-	6	-16	-1	-	-	21	
			Ц	-	10	8	5	-	-	1	-	3	9	5	-	-	6	-	-	-	-	-	-	8	-12	2	-		-
			Н	-	8	5	5	-	-	-	-	2	-	-5	-	-	-4	-	2	-	-	-	-	-	-	-1	-		-
9	16.08.2024	20:00	В	-	7	0	5	-	-	-4	-	3	13	9	-	-	-	-	8	-	-	-	5	-14	-0	-	-	23	
			Ц	-	9	8	4	-	-	-0	-	3	7	6	-	-	5	-	-	-	-	-	-	8	3	0	-		-
			Н	-	8	4	4	-	-	-	-	1	-	-6	-	-	-3	-	2	-	-	-	-	-	0	-	-		-
10	17.08.2024	15:30	В	-	7	-0	3	-	-	-6	-	3	13	8	-	-	-	-	7	-	-	-	4	-13	-1	-	-	25	
			Ц	-	8	7	2	-	-	-2	-	2	7	6	-	-	6	-	-	-	-	-	-	6	-13	-1	-		-
			Н	-	7	5	4	-	-	-	-	0	-	-4	-	-	-2	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-		-
11	18.08.2024	14:00	В	-	8	1	2	-	-	-5	-	1	13	6	-1	-2	-	-	6	-	-	-	4	-13	-1	-	-	28	
			Ц	-	6	6	0	-	-	-4	-	0	6	4	2	-3	5	-	-	-	-	-	-	5	-14	-1	-		-
			Н	-	6	4	3	-	-	-	-	0	-	-4	3	-	-2	-	2	-	-	-	-	-	1	-	-		-

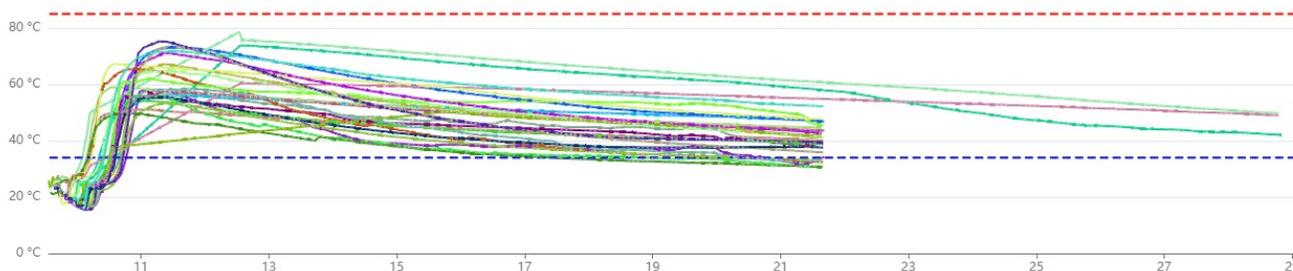


Рис.7. – Визуализация распределения температуры в фундаменте на основе показаний датчиков

Автоматическое измерение с помощью датчиков часто оказывается более эффективным для мониторинга процессов в скважинах, благодаря высокой точности, надежности и возможности непрерывного сбора данных. Ручное измерение может быть полезным для контрольных и случайных измерений, но оно менее точно и требует значительных временных затрат.

### **Перспективы развития решения**

Интеграция с современными системами управления проектами даст возможность автоматизировать сбор данных, мониторинг в реальном времени, а также улучшить координацию между различными участниками проекта. Таким образом, цифровизация процессов строительства способствует улучшению качества, сокращению сроков и снижению затрат, а также повышению прозрачности и управляемости всех этапов строительства [7].

Использование инструментов Big Data и искусственного интеллекта для прогнозирования, автоматизации процессов и повышения эффективности управленческих решений обоснованно требует разработки методики оценки рисков возникновения дефектов и повреждений монолитных конструкций, вызванных технологическими нарушениями. Эти технологии позволяют анализировать большие объемы данных, выявлять закономерности и предсказывать потенциальные проблемы на ранних стадиях, что способствует минимизации рисков. Внедрение таких методик позволяет оперативно выявлять отклонения в процессе строительства, оптимизировать процессы контроля качества и обеспечить

своевременное вмешательство для предотвращения дефектов. Все это способствует повышению надежности и долговечности конструкций, снижению затрат на исправление ошибок и улучшению общей эффективности управления строительными проектами.

## **ВЫВОДЫ**

Цифровой контроль температурного режима при бетонировании железобетонных конструкций в зимний период является мощным инструментом для повышения качества и безопасности работ, повышающий эффективность, точность и качество строительства, особенно в сложных и масштабных проектах.

Температурные датчики бетона более точны и надежны, чем ручные измерения. Они обеспечивают автоматический и непрерывный мониторинг, исключая ошибки человека. Датчики позволяют получать данные в реальном времени, обеспечивая оперативное реагирование, и их установка не требует постоянного присутствия. В отличие от ручных термометров, датчики обеспечивают большую точность и удобство.

Дистанционный мониторинг температурного режима позволяет значительно улучшить эффективность управления технологическими процессами и снизить риски, связанные с нарушением температурного режима.

Внедрение данной систем требует значительных инвестиций, технического обслуживания и квалификации персонала, что может быть вызовом для некоторых компаний. В целом, использование цифровых технологий оправдывает себя на крупных и сложных проектах, где соблюдение высоких стандартов качества и минимизация рисков играют ключевую роль.

Нарушение температурных норм может привести к снижению прочности, долговечности и эстетических характеристик бетона. Цифровой контроль температурного режима помогает обеспечить строгий мониторинг и управление процессом, минимизируя риски и повышая эффективность бетонных работ.

## Литература

1. Крылов, Б.А. Монолитное строительство, его состояние и перспективы совершенствования // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2012. № 4 (159). С. 35-38.
2. Головнев, С. Г. Зимнее бетонирование: этапы становления и развития / Головнев, С. Г. // Вестник Волгогр. гос. архит.- строит. ун-та. Сер.: Стр-во и архит. - 2013. - Вып. 31(50). Ч. 2. Строительные науки. - С. 529-534.
3. Адамцевич, А.О. Применение IT-технологий при контроле качества бетонных работ // А.О. Адамцевич, С.А. Пашкевич, А.П. Пустовгар / Вестник МГСУ – 2011. - №3 – С. 213-217.
4. Ключев К.А., Кузнецов А.А. Влияние дефектов конструкций и ошибок проектирования на этапах возведения монолитного каркасного здания. Электронный научный журнал «СтройМного», №1 (6), 2017
5. Утепов Е.Б., Анискин А., Ибрашов А., Тулебекова А. Размещение датчиков зрелости в зависимости от границ температурного перехода. Инженерно–строительный журнал, № 6(90), 2019
6. Миронов, С.А. Теория и методы зимнего бетонирования [Текст]. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: Стройиздат, 1975. - 700 с.
7. Соргутов, И.В. Инновационные технологии в строительстве с применением методов цифровизации при производстве бетонных работ /И.В. Соргутов // Столыпинский вестник – 2022. -№ 7. – С. 3770-3778.

## References

1. Krylov, B.A. Monolithic construction, its status and prospects for improvement // Construction materials, equipment, technologies of the XXI century. 2012. No. 4 (159). P. 35-38.
2. Golovnev, S. G. Winter concreting: stages of formation and development / Golovnev, S. G. // Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Construction and Architecture. - 2013. - Issue 31 (50). Part 2. Construction sciences. - P. 529-534.
3. Adamtsevich, A.O. Application of IT technologies in quality control of concrete works // A.O. Adamtsevich, S.A. Pashkevich, A.P. Pustovgar / Bulletin of MGSU – 2011. - No. 3 – P. 213-217.
4. Klyuev K.A., Kuznetsov A.A. Influence of structural defects and design errors at the stages of construction of a monolithic frame building. Electronic scientific journal "StroyMnogo", No. 1 (6), 2017

5. Uteпов E.B., Aniskina A., Ibrashov A., Tulebekova A. Placement of maturity sensors depending on the boundaries of the temperature transition. Engineering and construction journal, No. 6 (90), 2019

6. Mironov, S.A. Theory and methods of winter concreting [Text]. - 3rd ed., revised. and add. - Moscow: Stroyizdat, 1975. - 700 p.

7. Sorgutov, I.V. Innovative technologies in construction using digitalization methods in the production of concrete works / I.V. Sorgutov // Stolypin Bulletin - 2022. - No. 7. - P. 3770-3778.