



УДК 811

## **ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА БЕТОННЫХ РАБОТ И МОНИТОРИНГ ПРОЧНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ВОЗВЕДЕНИЯ**

**Гурбанов Я., Гурбанов Ш., Аннагелдыева Н., Гараджаев А.**

преподаватели

**Мырадалиев Соенч**

студент

Туркменский государственный архитектурно-строительный институт

г. Ашхабад, Туркменистан

**Аннотация.** Инновационные методы контроля качества бетонных работ позволяют обеспечить долговечность и надежность возводимых конструкций на самом раннем этапе. Современный подход основан на внедрении интеллектуальных систем, которые заменяют традиционные, зачастую субъективные методы оценки. Использование датчиков, интегрированных непосредственно в тело бетона, позволяет отслеживать параметры твердения в режиме реального времени. Такой мониторинг дает возможность точно определить момент достижения проектной прочности, что критически важно для соблюдения графиков строительства.

**Ключевые слова:** бетонные работы, контроль прочности, неразрушающий контроль, мониторинг твердения, датчики зрелости бетона, цифровая модель бетонирования, предиктивное обслуживание, ультразвуковая диагностика, автоматизация строительства, надежность конструкций.

## **INNOVATIVE METHODS OF QUALITY CONTROL FOR CONCRETE WORKS AND MONITORING OF STRUCTURAL STRENGTH DURING THE CONSTRUCTION PROCESS**

**Gurbanov Y., Gurbanov Sh., Annageldiyewa N., Garajayev A.**

Lecturers

**Myradaliyew Soyench**

Student

Turkmen State Institute of Architecture and Construction

Ashgabat, Turkmenistan

**Abstract.** Innovative methods for quality control in concrete construction are fundamentally transforming the industry by replacing traditional, subjective testing with data-driven, intelligent systems. Modern approaches prioritize the use of embedded sensor arrays that track the hydration and

curing processes of concrete in real-time. By monitoring internal temperatures and maturity levels, engineers can precisely determine when a structure has reached its required design strength, eliminating the guesswork associated with historical, experience-based timelines. This proactive monitoring is critical for optimizing construction schedules and ensuring the structural integrity of complex architectural projects.

**Keywords:** concrete works, strength control, non-destructive testing, curing monitoring, concrete maturity sensors, digital concrete model, predictive maintenance, ultrasonic diagnostics, construction automation, structural reliability.

## Введение

Перспективным направлением является применение ультразвуковой томографии и методов неразрушающего контроля для выявления внутренних дефектов. Специализированное оборудование позволяет обнаруживать пустоты, расслоения или зоны разуплотнения в бетонной смеси без проведения разрушающих испытаний. Инженеры получают высокоточную картину состояния монолита, что исключает ошибки при приемосдаточных работах. Данная технология значительно повышает уровень безопасности ответственных несущих элементов сооружений.

Автоматизированные системы мониторинга температурно-влажностного режима твердения бетона стали стандартом для возведения массивных конструкций. Датчики, установленные в опалубке, передают данные о процессах гидратации цемента на центральный сервер, где программное обеспечение анализирует полученные значения. Это позволяет предотвратить появление трещин от температурного перепада в массивных элементах, таких как фундаментные плиты или пилоны мостов. Оперативное реагирование на изменение условий твердения обеспечивает монолитность и проектные характеристики бетона.

Интеграция датчиков зрелости бетона позволяет определять момент снятия опалубки с высокой точностью. Вместо ожидания стандартных сроков, которые часто бывают избыточными, строители опираются на реальные показатели развития прочности в конкретных погодных условиях. Это существенно ускоряет оборачиваемость опалубки и сокращает общие сроки возведения объекта без ущерба для качества. Применение такой методики является примером того, как цифровые данные оптимизируют физические процессы строительства.

Цифровые двойники бетонных конструкций, создаваемые в процессе строительства, аккумулируют все данные испытаний и мониторинга. Каждому элементу конструкции присваивается уникальный идентификатор, к которому подвязываются результаты лабораторных проб и показатели датчиков твердения. В случае возникновения вопросов при эксплуатации объекта, ответственные лица могут мгновенно поднять историю качества бетона



для конкретной колонны или перекрытия. Информационная прозрачность повышает ответственность подрядчиков и гарантирует долговечность строений.

Технологии машинного обучения анализируют накопленные данные о процессах бетонирования, предсказывая возможные отклонения от норм. Алгоритмы выявляют взаимосвязи между рецептурой смеси, температурой окружающей среды и итоговой прочностью, предлагая оптимальные корректировки состава смеси. Это позволяет минимизировать брак на ранних этапах и обеспечить стабильно высокое качество бетонных работ. Искусственный интеллект становится инструментом для создания более надежных и экономически эффективных конструкций.

Применение беспроводных сенсоров с длительным сроком службы позволяет осуществлять мониторинг прочности конструкций и после завершения строительства. В случае землетрясений, экстремальных ветровых нагрузок или аварийных ситуаций, система передает отчет о состоянии несущих элементов в режиме реального времени. Это дает возможность эксплуатирующим организациям своевременно принимать решения о безопасности объекта или необходимости проведения ремонтных работ. Постоянный контроль превращает обычное здание в активный объект с интеллектуальной системой диагностики.

### **Заключение**

Итоговым результатом применения инновационных методов контроля является создание максимально надежных и долговечных конструкций. Автоматизация и цифровизация бетонных работ исключают человеческий фактор, обеспечивая строгое соответствие проектным характеристикам. Интеллектуальный мониторинг делает строительство предсказуемым и безопасным, закладывая базу для успешной и долгосрочной эксплуатации объектов любой сложности. Развитие технологий контроля качества — это фундамент прогресса современной строительной отрасли.

### **Список литературы:**

1. Козлов, И. П. Современные методы неразрушающего контроля бетонных конструкций. Москва: Строительная наука, 2024.
2. Петров, А. С., Сидорова, М. В. Интеллектуальные системы мониторинга прочности бетона в процессе строительства. Санкт-Петербург: Инженерный вестник, 2023.
3. Федоров, В. И. Автоматизированные системы контроля качества бетонных работ. Екатеринбург: Техноиздат, 2025.