

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Никулиной Юлии Александровны

на тему: «**Управление жизненным циклом гражданских зданий с железобетонным каркасом с учетом влажностных условий их эксплуатации**», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

2.1.14. Управление жизненным циклом объектов строительства

Актуальность. Диссертация Никулиной Юлии Александровны посвящена актуальной теме в контексте глобальных тенденций повышения надежности и долговечности гражданских зданий, а также устойчивого развития строительной отрасли. Учет влажностных условий эксплуатации объектов капитального строительства является ключевым фактором в обеспечении длительной несущей способности железобетонных конструкций и предотвращении их преждевременного истощения ресурса. Традиционные методы прогнозирования деформативно-прочностных характеристик бетона при длительных нагрузках не всегда отвечают современным требованиям точности и адаптивности, особенно при нестационарных влажностных режимах их эксплуатации, что создает необходимость в разработке новых организационно-технических решений.

Применение искусственных нейронных сетей в прогнозировании остаточного ресурса железобетонных конструкций каркасных гражданских зданий с учетом влажностных условий их эксплуатации обеспечивает точный и своевременный анализ их напряженно-деформированного состояния, что способствует оптимизации управленческих решений на всех этапах жизненного цикла здания.

Интеграция нейросетевых технологий в процесс управления жизненным циклом объектов капитального строительства позволяет значительно улучшить его качество и надежность, обоснованно увеличивать срок безопасной эксплуатации зданий (до 30 % на этапе проектирования и до 10 % на этапе эксплуатации), что подчеркивает актуальность и важность данного исследования для современной строительной отрасли.

Подтверждением актуальности данного направления также служит поддержка исследования Никулиной Ю.А. Программой развития БГТУ им. В.Г. Шухова «Приоритет 2030» на 2021-2030 гг. №Оф-14/23, а также публикации результатов исследования в рейтинговых журналах и представление на конференциях различного уровня.

Научная новизна диссертационной работы Никулиной Ю.А. заключается в следующем: автором обосновано и экспериментально подтверждено организационно-техническое решение, заключающееся в совершенствовании механизмов управления жизненным циклом объектов капитального строительства с разработкой модели искусственной нейронной сети для прогнозирования сроков исчерпания несущей способности несущих железобетонных конструкций каркасных гражданских зданий с учетом влажностных условий их эксплуатации.

Разработана методика прогнозирования деформативно-прочностных свойств бетона несущих железобетонных конструкций с учетом влажностных условий для оценки параметров их напряженно-деформированного состояния в различные периоды длительной эксплуатации с определением остаточного ресурса.

Разработана модель искусственной нейронной сети для оценки и прогнозирования остаточного ресурса объекта капитального строительства с учетом влажностных условий его эксплуатации и предложен механизм оптимизации модели посредством оценки влияния ее архитектуры на время обучения и точность прогноза.

Разработаны научно-теоретические основы технологии управления жизненным циклом гражданских зданий с железобетонным каркасом, базирующиеся на нейросетевом прогнозировании значений остаточного ресурса несущих конструкций с учетом влажностных условий их эксплуатации и предложении на его основе рациональных технических решений по увеличению срока безопасной эксплуатации объектов капитального строительства.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в дополнении теоретических представлений о возможности применения искусственной нейронной сети для прогнозирования остаточного ресурса несущих железобетонных конструкций каркасных гражданских зданий с учетом влажностных условий их эксплуатации.

Обоснованы параметры предельных сопротивлений и деформаций бетона при его неоднородном сжатии и растяжении для трех граничных случаев влажностных условий эксплуатации железобетонных конструкций в составе каркасных гражданских зданий.

Разработана методика определения напряженно-деформированного состояния изгибаемых и внецентренно сжатых несущих железобетонных конструкций каркасных гражданских зданий в различные периоды их эксплуатации с учетом влажностных условий.

Предложен механизм принятия управленческих решений для гражданских зданий с железобетонным каркасом, способствующий увеличению срока безопасной эксплуатации до 30 % на этапе проектирования и до 10 % на этапе эксплуатации на основе использования методики определения параметров напряженно-деформированного состояния несущих железобетонных конструкций при длительных нагрузках в зависимости от влажностных условий окружающего воздуха в помещениях.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверность.

Общая характеристика работы

Введение посвящено обоснованию актуальности темы исследования; степени ее разработанности; формулированию цели и задач, научной новизны, теоретической и практической значимости работы. Отражены основные положения, выносимые на защиту, сведения о степени достоверности полученных результатов, их апробация и внедрение.

Первая глава содержит аналитический обзор состояния вопроса, включающий существующие подходы к управлению и оценке жизненного цикла объектов капитального строительства (системный, проектный, проблемно-ориентированный, критериальный и др.), нормативно-правовую базу, методы учёта условий эксплуатации и анализ существующих методик определения продолжительности жизненного цикла и длительной прочности бетона. Приводится обзор современных исследований влияния влажностных условий на деформативно-прочностные характеристики бетона, что позволяет выявить отсутствие единой методики расчёта с учётом переменной влажности и определить пробелы для их восполнения с помощью нейросетевых технологий.

Во второй главе изложены методы исследования, включая постановку цели и задач работы, а также разработку структуры модели искусственной нейронной сети. Описаны теоретические основы создания модели нейронной сети (персептрон, квазиньютоновский алгоритм оптимизации, функция активации – гиперболический тангенс), формирование обучающего датасета, содержащего климатические показатели, параметры конструкций, влажностные условия, срок эксплуатации и процедуры стратифицированного разделения данных, кросс-валидации и ранней остановки, что служит фундаментом для последующих исследований и внедрения предложенных решений.

Третья глава посвящена исследованию эксплуатационных показателей несущих железобетонных конструкций каркасных гражданских зданий с учётом влажностных условий. В данной главе рассматриваются результаты разработки методики трансформирования диаграмм деформирования бетона из режима центрального кратковременного сжатия и растяжения в режим длительного неоднородного нагружения на основе энергетического подхода. Проводится комплексное уточнение деформативно-прочностных характеристик бетона (предельных сопротивлений и относительных деформаций) для трёх граничных случаев влажностных условий эксплуатации (благоприятные, нормальные, неблагоприятные) и для различных классов бетона (В10–В60), сопровождаемое разработкой аналитических зависимостей для определения параметров напряжённо-деформированного состояния изгибаемых и внецентренно сжатых элементов в любой момент времени эксплуатации с их **компьютерным моделированием**.

В четвертой главе представлены результаты обучения разработанной модели искусственной нейронной сети. В данной главе описывается процесс формирования репрезентативного датасета на примере здания школы в г. Белгород за 50 лет эксплуатации, оптимизация архитектуры искусственной нейронной сети, анализ полученных моделей и оптимизация точности прогнозирования. Представлены выводы о качестве и надежности разработанных моделей, подтвержденные внешней валидацией на независимом датасете.

В пятой главе разработан метод управления жизненным циклом объектов капитального строительства на основе модели искусственной нейронной сети. Рассматриваются этапы управления жизненным циклом на этапе проектирования, включая прогнозирование остаточного ресурса здания с учётом влажностных условий эксплуатации и конструктивных параметров несущих элементов, а также оценка экономической эффективности этих прогнозов. Проведена апробация результатов исследований в производственных и представлено обоснование применения предложенного метода.

Основные выводы, представленные в **заключении** диссертации и автореферате диссертации, отражают содержание и результат проведенных экспериментально-теоретических исследований, раскрывают полноту решения поставленных в работе задач.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, обеспечена применением научных принципов и обоснована выполненным комплексом исследований, в котором

использовались различные методы. Обеспечена сопоставимость полученных результатов с общепринятыми данными, фактами и работами российских и зарубежных исследователей. Выводы и рекомендации, изложенные в диссертации, получили положительную апробацию и внедрение в строительной отрасли в производственных условиях в проектной организации ООО «Центрогипроруда» (Белгород) при разработке проекта реконструкции административно-бытового корпуса Михайловского ГОКа им. А. В. Варичева в г. Железнодорожск (Курская обл.), а также на предприятии ООО «ЭКОМИР ЖБК-1» (Белгород) при проведении мониторинга технического состояния железобетонных конструкций в эксплуатируемых зданиях на ул. Виктора Лосева в г. Белгород с разработкой рекомендаций, обеспечивающих повышение срока их безопасной эксплуатации. Теоретические и экспериментальные положения диссертационной работы используются в учебном процессе.

Оценка публикаций автора

По материалам диссертации опубликовано 15 публикаций, в том числе 6 статей в российских журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК РФ. Получены свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025683583 и № 2020616406, а также свидетельство о регистрации ноу-хау № 20260004. Публикации в полном объеме отражают основные положения диссертационной работы Никулиной Ю.А.

Замечания по содержанию и оформлению диссертационной работы

1. В пункте 4.2 главы 4 текста диссертации описывается оптимизация архитектуры нейросети по количеству нейронов в одном скрытом слое. Рассматривались ли другие гиперпараметры оптимизации, например, большее количество скрытых слоев, методы регуляризации?

2. На странице 120 текста диссертации соискателем предложен коэффициент вычислительной эффективности, определяемый как отношение величины уменьшения погрешности модели к приросту вычислительных затрат времени. Однако время обучения зависит не только от числа нейронов, но и от числа эпох до остановки, которое может варьироваться. Учитывался ли данный фактор при определении времени обучения?

3. На рисунке 4.9 страницы 125 текста диссертации приведены результаты обучения ИНС для данных обучающего датасета, однако на графике не указано, какие именно точки принадлежат тренировке, тесту,

валидации, что не позволяет оценить, насколько хорошо модель предсказывает на тестовых или тренировочных данных.

4. В таблице 5.1 на странице 135 текста диссертации приведено управление сроком службы несущего ригеля, где при увеличении класса бетона с В30 до В40 срок службы ригеля Р1 возрастает на 25,3 % (с 91 года до 114 лет), однако неясно, учитывалось ли изменение характера разрушения бетона с повышением класса бетона при том же сечении и армировании.

5. На рисунке 5.5 страницы 149 текста диссертации в дизайн-схеме приведен блок «Оценка эффективности управленческих решений с помощью критериального подхода», однако сами критерии оценки эффективности управленческих решений в тексте диссертации не указаны.

Сделанные замечания не носят принципиального характера и не снижают общую положительную оценку работы.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней

Диссертация Никулиной Юлии Александровны представляет собой самостоятельно выполненную, завершенную научно-квалификационную работу, в которой изложено новое научно обоснованное организационно-техническое решение по совершенствованию механизмов управления жизненным циклом объектов капитального строительства с разработкой модели искусственной нейронной сети.

Диссертация написана грамотным техническим языком, графический материал выполнен на высоком уровне. Положения, выводы и рекомендации соответствуют цели и задачам исследования, подтверждены экспериментальными данными. Работа содержит ряд новых научных результатов, имеющих существенное теоретическое и практическое значение для развития строительной отрасли страны. Автореферат диссертации полностью отражает основное содержание диссертации.

Учитывая актуальность затронутых вопросов, научную новизну, теоретическую и практическую значимость полученных результатов, считаю, что диссертационная работа тему «Управление жизненным циклом гражданских зданий с железобетонным каркасом с учетом влажностных условий их эксплуатации» соответствует критериям п. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 в действующей редакции), предъявляемым к работам, представленным на соискание ученой степени кандидата наук, а ее

автор, Никулина Юлия Александровна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.14. Управление жизненным циклом объектов строительства.

Я, Горбанева Елена Петровна, даю согласие на включение своих персональных данных, содержащихся в настоящем отзыве, в документы, связанные с защитой диссертации Никулиной Юлии Александровны, и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент:

кандидат технических наук
(специальность 05.23.08 –
«Технология и организация
строительства»), доцент, доцент
кафедры технологии, организации
строительства, экспертизы и
управления недвижимостью ФГБОУ
ВО «Воронежский государственный
технический университет»


Горбанева
Елена Петровна

«27» мая 2026 г.

Подпись официального оппонента
Горбаневой Е.П. заверяю



394006, Воронежская обл.,
г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84
Телефон: +7 (473) 276-40-08
E-mail: egorbaneva@cchgeu.ru