

СВЕДЕНИЯ

о результатах публичной защиты диссертации Грязнова Сергея Юрьевича на тему «Разработка методики оценки остаточного ресурса армированных бетонных балок, подверженных воздействию жидких агрессивных сред», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности

2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения (технические науки)

Заседание диссертационного совета 24.2.356.01
состоялось 2 апреля 2026 года, протокол № 4

Председательствующий –

Председатель диссертационного совета Шеин Александр Иванович

Секретарь –

Ученый секретарь диссертационного совета Снежкина Ольга Викторовна

Состав диссертационного совета утвержден в количестве 17 человек приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 2 ноября 2012 г. №714/нк (с изменениями согласно приказам Минобрнауки России от 27 марта 2014 г. №144/нк, от 3 июня 2016 г. № 626/нк, от 06 апреля 2017 г. № 291/нк, от 12 июля 2017 г. № 748/нк, от 24 сентября 2019 г. № 873/нк, от 03 июня 2021 г. № 561/нк, от 15 декабря 2021 г. № 1366/нк, от 25 ноября 2025 г. № 1140/нк).

На заседании присутствовали 13 членов диссертационного совета, из них два члена диссертационного совета принимали участие в заседании диссертационного совета в удаленном интерактивном режиме. Из 13 присутствующих докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации – восемь:

1. Шеин Александр Иванович д-р техн. наук, 2.1.1.

(председатель совета)

2. Бакушев Сергей Васильевич (зам. д-р техн. наук, 2.1.1.
председателя совета)
3. Логанина Валентина Ивановна (зам. д-р техн. наук, 2.1.5.
председателя совета)
4. Снежкина Ольга Викторовна (ученый канд. техн. наук, 2.1.1.
секретарь)
5. Береговой Александр Маркович д-р техн. наук, 2.1.1.
6. Береговой Виталий Александрович д-р техн. наук, 2.1.5.
7. Болдырев Геннадий Григорьевич д-р техн. наук, 2.1.1.
8. Гарькина Ирина Александровна д-р техн. наук, 2.1.5.
9. Ласьков Николай Николаевич д-р техн. наук, 2.1.1.
10. Монастырев Павел Владиславович д-р техн. наук, 2.1.1. удаленно
11. Овчинников Игорь Георгиевич д-р техн. наук, 2.1.1. удаленно
12. Селяев Владимир Павлович д-р техн. наук, 2.1.1.
13. Тараканов Олег Вячеславович д-р техн. наук, 2.1.5.

Отсутствовали:

1. Ерофеев Владимир Трофимович д-р техн. наук, 2.1.5.
2. Данилов Александр Максимович д-р техн. наук, 2.1.5.
3. Макридин Николай Иванович д-р техн. наук, 2.1.5.
4. Черкасов Василий Дмитриевич д-р техн. наук, 2.1.5.

ПОВЕСТКА ДНЯ:

Повестка дня – публичная защита диссертации Грязнова Сергея Юрьевича на тему «Разработка методики оценки остаточного ресурса армированных бетонных балок, подверженных воздействию жидких агрессивных сред», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения (технические науки).

Диссертация выполнена на кафедре «Строительные конструкции» института архитектуры и строительства в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – академик РААСН, доктор технических наук, профессор Селяев Владимир Павлович, заведующий кафедрой «Строительные конструкции» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва».

Официальные оппоненты:

– Римшин Владимир Иванович, член-корреспондент РААСН, доктор технических наук (05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения), профессор, федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук», заведующий лабораторией «Мониторинг жилищно-коммунального хозяйства и радиационной безопасности в строительстве»;

– Мурашкин Василий Геннадьевич, доктор технических наук (2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения), доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный технический университет», доцент кафедры «Железобетонные конструкции».

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», г. Казань.

ПОСТАНОВИЛИ:

Присудить Грязнову Сергею Юрьевичу ученую степень кандидата технических наук по научной специальности 2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения (технические науки).

Принять заключение диссертационного совета 24.2.356.01 по диссертации Грязнова Сергея Юрьевича.

**Заключение диссертационного совета 24.2.356.01, созданного на базе
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «Пензенский государственный
университет архитектуры и строительства»**

Министерства науки и высшего образования Российской Федерации,

по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 2 апреля 2026 года № 4

о присуждении Грязнову Сергею Юрьевичу, гражданину

Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук

Диссертация «Разработка методики оценки остаточного ресурса армированных бетонных балок, подверженных воздействию жидких агрессивных сред» по научной специальности 2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения (технические науки) принята к защите 21 января 2026 года (протокол заседания № 1) диссертационным советом 24.2.356.01, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 440028, Российская Федерация, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28, приказ № 714/нк от 02.11.2012 г. (с изменениями согласно приказов Минобрнауки России от 27 марта 2014 г. № 144/нк, от 25 декабря 2015 г. № 1658/нк, от 06 апреля 2017 г. № 291/нк, от 12 июля 2017 г. № 748/нк, от 24 сентября 2019 г. № 873/нк, от 03 июня 2021 г. № 561/нк, от 15 декабря

2021 г. № 1366/нк, от 25 ноября 2025 г. № 1140/нк).

Соискатель Грязнов Сергей Юрьевич, 1997 года рождения, в 2020 г. с отличием освоил программу специалитета по специальности 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений» в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва» и ему присвоена квалификация «Инженер-строитель».

В 2024 г. освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки 08.06.01 «Техника и технологии строительства», профиль «Строительные конструкции, здания и сооружения», и успешно прошел государственную итоговую аттестацию. Решением Государственной экзаменационной комиссии Грязнову С.Ю. присвоена квалификация «Исследователь. Преподаватель-исследователь». Диплом об окончании аспирантуры № 101318 1316120 от 30 сентября 2024 года выдан федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва».

Работает в должности директора Центра проектирования научно-образовательного пространства университета, по внутреннему совместительству преподавателем кафедры инженерной и компьютерной графики института архитектуры и строительства федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва».

Диссертация выполнена на кафедре «Строительные конструкции» института архитектуры и строительства в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им.

Н.П. Огарёва» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук Селяев Владимир Павлович, заведующий кафедрой «Строительные конструкции» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва».

Официальные оппоненты:

Римшин Владимир Иванович, доктор технических наук (05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения), профессор, федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук», заведующий лабораторией «Мониторинг жилищно-коммунального хозяйства и радиационной безопасности в строительстве»;

Мурашкин Василий Геннадьевич, доктор технических наук (2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения), доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный технический университет», доцент кафедры «Железобетонные конструкции» (Принято решение о присуждении ученой степени в диссертационном совете. Приказ Минобрнауки России о выдаче дипломов доктора наук 44/нк от 02.02.2026), – дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», г. Казань, в своем положительном отзыве, подписанном Мирсаяповым Илшатом Талгатовичем, доктором технических наук (05.23.01), доцентом, заведующим кафедрой «Железобетонные и каменные конструкции», указала, что диссертационная работа соответствует квалификационным требованиям пп. 9–14 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утвержденного Постановлением

Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (в редакции от 16.10.2024), представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой на основе выполненных теоретических и экспериментальных исследований решена актуальная научно-техническая задача разработки физически обоснованной методики оценки остаточного ресурса конструкций, подверженных агрессивному влиянию условий эксплуатации, имеющая значение для развития теории и практики оценки надёжности и долговечности железобетонных конструкций, а Грязнов Сергей Юрьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения (технические науки).

Соискатель имеет 32 опубликованные работы, из них по теме диссертации опубликовано 13 научных работ, в том числе 9 научных работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук. Получено три свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ. Техническая новизна решений подтверждена патентом РФ на изобретение. Общий объем опубликованных по теме диссертации работ – 7,49 печ. л., авторский вклад – 4,8 печ. л. Общий объем работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, – 4,64 печ. л., авторский вклад – 2,97 печ. л. Основные положения и результаты диссертационной работы опубликованы в следующих научных изданиях:

1. Моделирование работы железобетонных конструкций с учетом совместного действия механических нагрузок и агрессивных сред / В. П. Селяев, П. В. Селяев, Е. Л. Кечуткина, Д. Р. Бабушкина, С. Ю. Грязнов // Эксперт: теория и практика. 2021. № 1 (10). С. 19–24. https://doi.org/10.51608/26867818_2021_1_19 (К2; ИФ РИНЦ – 0,736; 0,31/0,11 п. л., УБС – 4).

2. Определение прогибов балки из нелинейно-упругого материала методом Ритца-Тимошенко при аппроксимации диаграмм деформирования

комбинированными степенными зависимостями / В. П. Селяев, В. Н. Уткина, С. Ю. Грязнов, Д. Р. Бабушкина // Эксперт: теория и практика. 2021. № 2 (11). С. 42–50. https://doi.org/10.51608/26867818_2021_2_42 (К2; ИФ РИНЦ – 0,736; 0,43/0,32 п. л., УБС – 4).

3. Верификация зависимостей, аппроксимирующих диаграммы деформирования бетонов цементного и полимерного методом нормируемых показателей / В. П. Селяев, П. В. Селяев, С. Ю. Грязнов, Д. Р. Бабушкина // Строительство и реконструкция. 2021. № 1 (93). С. 125–133. <https://doi.org/10.33979/2073-7416-2021-93-1-125-133> (К1; ИФ РИНЦ – 0,827; 0,45/0,35 п. л., УБС – 1).

4. Селяев, В. П. Анализ полиномиальной зависимости пятой степени при аппроксимации экспериментальных диаграмм деформирования цементного бетона и полимербетона методом нормируемых показателей / В. П. Селяев, С. Ю. Грязнов, Д. Р. Бабушкина // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Материалы. Конструкции. Технологии. 2021. № 1. С. 19–27. <https://doi.org/10.25686/2542-114X.2021.1.19> (К3; ИФ РИНЦ – 0,402; 0,49/0,39 п. л., УБС – 4).

5. Селяев, В. П. Нелинейные модели деградации полимерных композитов, работающих в агрессивных средах / В. П. Селяев, С. Ю. Грязнов, Д. Р. Бабушкина // Региональная архитектура и строительство. 2021. № 2 (47). С. 5–15. (К1; ИФ РИНЦ – 0,615; 0,70/0,55 п. л., УБС – 2).

6. Влияние вида функциональной зависимости « $\sigma - \epsilon$ » на расчетные прогибы балки из нелинейно деформируемого материала / В. П. Селяев, С. Ю. Грязнов, Е. С. Безрукова, Д. Р. Бабушкина // Эксперт: теория и практика. 2022. № 1 (16). С. 46–54. https://doi.org/10.51608/26867818_2022_1_46 (К2; ИФ РИНЦ – 0,736; 0,45/0,35 п. л., УБС – 4).

7. Фрактальная квантово-механическая модель деформирования и разрушения бетона / В. П. Селяев, П. В. Селяев, А. Л. Лазарев, С. Ю. Грязнов, М. Ю. Аверкина // Региональная архитектура и строительство. 2022. № 4(53).

С. 31–40. https://doi.org/10.54734/20722958_2022_4_31 (К1; ИФ РИНЦ – 0,615; 0,44/0,12 п. л., УБС – 2).

8. Прочность и Механика разрушения фрактальной структуры бетона / В. П. Селяев, П. В. Селяев, С. Ю. Грязнов, М. Ю. Аверкина // Эксперт: теория и практика. 2023. № 1 (20). С. 35–43. https://doi.org/10.51608/26867818_2023_1_35 (К2; ИФ РИНЦ – 0,736; 0,56/0,13 п. л., УБС – 4).

9. Selyaev, V. P. Definition of the Beams From a Nonlinearly Deformed Material by the Ritz-Timoshenko Methods and Finite Differences Taking Into Account the Degradation Rigidity Functions / V. P. Selyaev, S. Yu. Gryaznov, D. R. Babushkina // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. 2022. Vol. 18, No. 2. P. 85–97. <https://doi.org/10.22337/2587-9618-2022-18-2-85-97> (К1; ИФ РИНЦ – 0,688; 0,81/0,65 п. л., УБС – 1).

На диссертацию и автореферат отзывы представили:

1. Кандидат технических наук (2.1.1.), доцент кафедры «Металлические и деревянные конструкции» Корольков Дмитрий Игоревич (Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, г. Санкт-Петербург). Отзыв положительный. Замечания:

– в тексте диссертации нет упоминания и ссылок на методику оценки остаточного ресурса по длительной прочности бетона, широко применяемую в практике продления сроков службы объектов использования атомной энергии согласно РБ 167-20 и РД ЭО 1.1.2.99.0867-2012 и методику РД ЭО 0447-03, учитывающую состав бетона, дефекты и повреждения, которые появляются вследствие тепловых и коррозионных процессов, а также механических напряжений. В связи с этим возникает вопрос. По какой причине соискатель отказался рассматривать данные методики и, соответственно, оценивать полученные результаты в диссертационном исследовании, с теми значениями, которые можно было бы получить по указанным методикам? Особенно по методике РД ЭО 0447-03, которая успешно применяется уже несколько десятков лет и учитывает совокупно те же воздействия, что и модель, которую выбрал соискатель в рамках своей работы;

– в разработанной методике оценки остаточного ресурса не указано, как определяется сам остаточный ресурс, что свидетельствует о незавершенности задачи № 4, поставленной в рамках темы исследования;

– в четвертой главе не указано конкретное значение момента времени наступления предельного состояния и соответственно остаточного ресурса, которое было получено по результатам расчета и приведено на рисунке 12 автореферата. Считаем расчет незавершенным, что некорректно по отношению к цели работы.

2. Кандидат технических наук (2.1.1.), доцент кафедры «Железобетонные, каменные и деревянные конструкции» Лобов Дмитрий Михайлович (Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, г. Нижний Новгород). Отзыв положительный. Замечание:

– в представленной работе определение фрактальной размерности основывается на применении метода покрытия двумерных объектов сеткой (VCM, box counting method). Методического обоснования выбора данного метода исследования в автореферате диссертации нет. Обычно VCM метод используется для предварительной оценки фрактальной размерности, поскольку количество ячеек, подсчитанных в разных масштабах, положительно коррелируется. Это нарушает предположение о независимости данных, используемых в линейном регрессионном анализе.

3. Доктор технических наук (05.23.05), профессор, член-корреспондент РААСН, профессор-консультант кафедры «Технологии строительных материалов и метрологии» Пухаренко Юрий Владимирович (Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, г. Санкт-Петербург). Отзыв положительный. Вопрос:

– каким образом разработанная методика учитывает наличие и вид применяемой арматуры? Что изменится, если вместо стеклопластиковой использовать стальную арматуру?

4. Кандидат технических наук (2.1.1.), доцент кафедры «Железобетонные и каменные конструкции» Попов Дмитрий Сергеевич (Национальный

исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва). Отзыв положительный. Замечания:

– недостаточно подробно раскрыты вопросы сопоставления предложенной методики с существующими нормативными подходами оценки остаточного ресурса железобетонных конструкций;

– представленные зависимости деградации носят преимущественно экспериментальный характер – было бы полезно более подробно обсудить область их применимости для различных типов бетонов и армирования.

5. Доктор технических наук (05.23.01.), профессор, профессор кафедры «Железобетонные и каменные конструкции» Корсун Владимир Иванович (Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, г. Санкт-Петербург). Отзыв положительный. Замечания:

– утверждение, приведенное в последнем абзаце на стр. 9 автореферата, о том, что «несущая способность экспонированных балок снизилась на 50 % по сравнению с контрольными образцами», не подтверждается опытными данными, приведенными на рисунке 1;

– не приведено объяснения физической сущности явления, обусловившего наклоны кривых деформирования на рисунках 2 к оси деформаций на начальных этапах нагружения;

– судя по принятой на стр. 9 автореферата нумерации опытных образцов балки под номерами № 01-07 были контрольными и выдерживались в нормальных условиях. Из этого следует, что диаграммы деформирования, приведенные для образцов № 03 и 06 на рисунках 2-7, также относятся к бетонам, не подвергавшимся воздействиям агрессивных сред. Из текста автореферата не ясно, были ли получены экспериментальные диаграммы деформирования бетона, подвергавшегося воздействиям агрессивных сред, и как они соотносятся с теоретическими диаграммами?;

– на представленную на странице 16 таблицу 1 нет ссылок по тексту автореферата. В этой связи не ясна привязка каждой из 6 строк таблицы к рассматриваемым расчетным ситуациям.

6. Доктор технических наук (2.5.1.), доцент, профессор кафедры «Теория сооружений и техническая механика» Хазов Павел Алексеевич (Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, г. Нижний Новгород). Отзыв положительный. Без замечаний. Пожелание:

– предложенная методика апробирована преимущественно на балках со стеклокомпозитной арматурой. Расширение экспериментальной базы на конструкции с традиционной стальной арматурой позволило бы подтвердить универсальность разработанного подхода и расширить область его практического применения.

7. Доктор технических наук (05.23.01), профессор, заведующий кафедрой «Промышленное и гражданское строительство» Меркулов Сергей Иванович (Курский государственный университет, г. Курск). Отзыв положительный. Замечания:

– следовало бы обосновать конструкцию экспериментальных образцов, привести характер разрушения образцов: разрушался ли бетон сжатой зоны, было ли нарушено сцепление стержней стеклокомпозитной арматуры с бетоном и др.;

– из текста автореферата не ясно, как определяются расчетные коэффициенты a , b , c в выражении (6).

8. Доктор технических наук (2.1.1.), профессор, член-корреспондент РААСН, директор ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко Ведяков Иван Иванович (АО «НИЦ «Строительство», г. Москва). Отзыв положительный. Замечания:

– на странице 9 автореферата утверждается, что «несущая способность экспонированных балок снизилась на 50 % по сравнению с контрольными образцами», но этого не видно из приведенных в автореферате результатов испытаний;

– остаточный ресурс железобетонных конструкций, эксплуатируемых в условиях агрессивных сред, существенно зависит не только от характеристик бетона, но и от состояния арматуры. Однако в диссертации данный вопрос не рассмотрен. Как следствие, не рассмотрен вопрос ограничения ширины

раскрытия трещин в бетоне, имеющий важное значение для обеспечения долговечности арматуры;

– практическая ценность работы могла бы быть выше, если бы автор не только ограничился полиномом пятой степени для аппроксимации диаграммы деформирования бетона, но и рассмотрел возможность применения функций, приведенных в нормативных документах (в СП, Еврокоде и других).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью и широкой известностью своими достижениями в соответствующей сфере исследований и отрасли науки; они обладают научными достижениями и глубокими профессиональными знаниями по научной специальности 2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения (технические науки), которой соответствует диссертация; владеют методами исследований, используемыми автором; способны дать объективное заключение, проявить высокую научную принципиальность и требовательность, что подтверждается значительным количеством их публикаций, а также сформулированными замечаниями и выводами в отзывах на диссертационную работу, и согласием на оппонирование; и соответствует п.п. 22, 23 и 24 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 № 842 (в редакции от 16.10.2024 г.).

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана методика оценки остаточного ресурса армированных бетонных конструкций, работающих в условиях совместного воздействия механических нагрузок и жидких агрессивных сред, основанная на использовании фрактальных моделей деградации структуры бетона и ориентированная на учет изменения состояния материала во времени при прогнозировании долговечности и безопасной эксплуатации конструкций; методика объединяет

экспериментальные данные о деформировании бетона, параметры его структурной неоднородности и расчетные зависимости, необходимые для инженерной оценки остаточного ресурса;

предложены алгоритм оценки структурной неоднородности бетона армированных конструкций по фрактальной размерности экспериментальных диаграмм деформирования контрольных образцов материала, учитывающий влияние дискретности экспериментальных данных на малых масштабных уровнях; корреляционные зависимости между упруго-прочностными свойствами бетона и фрактальными характеристиками неоднородности его структуры, учитывающие кинетику деградационных процессов; а также нелинейная деформационная модель сжатого бетона в виде модифицированной полиномиальной функции, обеспечивающая более достоверную аппроксимацию экспериментальных диаграмм деформирования и повышение точности численных расчетов конструкций;

доказана перспективность использования фрактальных характеристик диаграмм деформирования бетона в качестве информативных параметров количественной оценки структурной неоднородности материала и прогнозирования остаточного ресурса армированных бетонных конструкций; впервые выполнен мультифрактальный анализ экспериментальных диаграмм деформирования бетона при одноосном сжатии, позволивший выявить локальные зоны с различной фрактальной размерностью и получить дополнительную информацию о механизмах повреждения материала на различных стадиях деформирования;

установлено, что применение фрактальных и мультифрактальных деградационных функций позволяет описывать изменение состояния бетона во времени и связывать развитие структурных повреждений со снижением его упруго-прочностных характеристик при воздействии жидких агрессивных сред;

выведены формулы фрактальной и мультифрактальной деградационных функций, а также параметры оценки состояния бетона, позволяющие использовать экспериментальные диаграммы деформирования не только для

описания механического поведения материала, но и для анализа деградации его структуры при решении задач оценки остаточного ресурса;

расширены представления о возможностях применения методов фрактального анализа при диагностике и прогнозировании долговечности армированных бетонных конструкций.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения о возможности использования фрактальных характеристик экспериментальных диаграмм деформирования бетона в качестве информативных параметров количественной оценки структурной неоднородности материала и описания процессов деградации его структуры при воздействии жидких агрессивных сред; обоснована связь между изменением фрактальной размерности и изменением упруго-прочностных свойств бетона во времени;

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс взаимодополняющих методов исследования, включающий лабораторные испытания бетонных образцов и армированных бетонных балок, аналитическое описание экспериментальных диаграмм деформирования, методы фрактального и мультифрактального анализа, корреляционный анализ, а также методы машинного обучения при обработке и интерпретации результатов исследований;

изложены теоретические положения о фрактальной природе процессов деформирования и разрушения бетона, о закономерностях изменения структурной неоднородности материала в условиях воздействия жидких агрессивных сред, а также о возможности представления деградационных процессов с использованием фрактальных и мультифрактальных деградационных функций;

раскрыты особенности изменения фрактальной размерности экспериментальных диаграмм деформирования бетона на различных масштабных уровнях, влияние дискретности экспериментальных данных на точность определения фрактальной размерности, а также необходимость

алгоритмической корректировки процедуры ее вычисления для повышения достоверности результатов фрактального анализа;

изучены закономерности изменения структурной неоднородности бетона при воздействии различных жидких агрессивных сред и установлены корреляционные зависимости между фрактальными характеристиками неоднородности структуры и упруго-прочностными свойствами материала, что расширяет представления о механизмах деградации бетона и потери несущей способности армированных бетонных конструкций;

проведена модернизация существующих подходов к аналитическому описанию работы сжатого бетона за счет разработки модифицированной полиномиальной деформационной модели, обеспечивающей более достоверную аппроксимацию экспериментальных диаграмм деформирования и получение осесимметричных эпюр секущих и касательных модулей деформации, что расширяет возможности корректного решения физически нелинейных задач строительной механики численными методами.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены методика оценки остаточного ресурса армированных бетонных конструкций, работающих в условиях совместного воздействия механических нагрузок и жидких агрессивных сред, а также основанный на результатах диссертационного исследования инструментарий для анализа деградации структуры бетона и обработки экспериментальных данных;

определены перспективы практического использования полученных результатов при инженерной диагностике армированных бетонных конструкций, при оценке их остаточного ресурса в условиях воздействия жидких агрессивных сред, а также при численном моделировании напряженно-деформированного состояния конструкций с учетом деградации свойств бетона во времени;

создана совокупность прикладных решений, включающая методику оценки остаточного ресурса, в том числе алгоритм определения фрактальной размерности экспериментальных диаграмм деформирования с учетом влияния

дискретности данных, а также нелинейную деформационную модель сжатого бетона, обеспечивающую повышение точности численного расчета конструкций;

представлены предложения по использованию методов фрактального анализа для оценки остаточного ресурса исследуемых бетонных конструкций, а также рекомендации по применению полученных зависимостей и расчетных моделей в инженерной практике.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены на основе серии лабораторных испытаний бетонных образцов и армированных стеклокомпозитной арматурой балок, экспонировавшихся в жидких агрессивных средах; достоверность экспериментальных данных обеспечена использованием поверенных измерительных приборов, сертифицированного испытательного оборудования и прикладных программных комплексов; цель экспериментальной части состояла в получении достоверных данных об изменении упруго-прочностных характеристик бетона в конструкциях, подвергнутых воздействию жидких агрессивных сред;

теория построена на известных и проверяемых положениях строительной механики, механики разрушения, теории долговечности и остаточного ресурса строительных конструкций, теории химического сопротивления материалов, а также на положениях фрактального анализа и современных подходах к применению методов машинного обучения в задачах прогнозирования свойств строительных материалов и конструкций; теоретические положения согласованы с отечественными и зарубежными публикациями по проблемам деградации бетона и оценки срока службы конструкций;

идея базируется на анализе современного состояния исследований в области надежности, долговечности и остаточного ресурса армированных бетонных конструкций, а также на обобщении существующих подходов к описанию деградации бетона в агрессивных средах; в основу авторской концепции положено представление о том, что развитие поврежденности бетона должно оцениваться не только по макроскопическим прочностным показателям, но и по

параметрам структурной неоднородности, выявляемым по экспериментальным диаграммам деформирования;

использованы сопоставление результатов собственных экспериментальных исследований с данными научных публикаций, представленных в аналитическом обзоре, а также сравнение экспериментальных данных с прогнозируемыми значениями, полученными разработанными моделями;

установлено качественное и количественное согласование результатов экспериментальных исследований и расчетно-прогнозных оценок, полученных автором: достоверность выводов подтверждена сходимостью в допустимых пределах экспериментальных и прогнозируемых значений;

использованы современные методы сбора, обработки и интерпретации исходной информации, включающие лабораторные испытания, аналитическое описание экспериментальных диаграмм деформирования, фрактальный и мультифрактальный анализ, корреляционный анализ, а также методы машинного обучения; репрезентативность обработки обеспечена использованием выборки из 200 экспериментальных диаграмм деформирования бетона и сформированной базы данных для обучения и верификации моделей, включающей 4727 наборов данных.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии на всех этапах диссертационного исследования, включая анализ современного состояния проблемы, обоснование актуальности темы, формулирование цели и задач работы, разработку общей концепции исследования и программы эксперимента; личном участии в проведении серии лабораторных испытаний бетонных образцов и армированных бетонных балок, экспонируемых в жидких агрессивных средах, а также в получении, систематизации, обработке и интерпретации экспериментальных данных; разработке алгоритмов приведения экспериментальных диаграмм деформирования к нормативному виду, методов определения фрактальной размерности диаграмм деформирования и оценки влияния дискретности экспериментальных данных на результаты фрактального анализа; выполнении мультифрактального анализа экспериментальных

диаграмм деформирования, разработке фрактальных и мультифрактальных моделей деградации структуры бетона и создании на их основе методики оценки остаточного ресурса армированных бетонных конструкций, работающих в условиях совместного воздействия механических нагрузок и жидких агрессивных сред; личном участии в апробации основных результатов исследования на научных конференциях, в подготовке публикаций по теме диссертации, а также в оформлении и регистрации объектов интеллектуальной собственности, включая три программы для ЭВМ и патент Российской Федерации на изобретение.

Рекомендации об использовании результатов диссертационного исследования.

Результаты диссертационного исследования рекомендуется использовать в проектных, экспертных и научно-исследовательских организациях при оценке технического состояния, выполнении поверочных расчетов и прогнозировании остаточного ресурса армированных бетонных конструкций, эксплуатируемых в условиях воздействия жидких агрессивных сред. Разработанную методику оценки остаточного ресурса на основе фрактальных моделей деградации структуры бетона целесообразно применять при обследовании существующих конструкций, а также при обосновании сроков их дальнейшей безопасной эксплуатации. Уточненная нелинейная деформационная модель сжатого бетона, алгоритмы фрактального анализа и полученные корреляционные зависимости могут быть использованы при численном моделировании напряженно-деформированного состояния конструкций и при обработке результатов лабораторных испытаний. Разработанные программные средства и методические положения также могут быть использованы в учебном процессе по строительным специальностям и в системе повышения квалификации инженерно-технических работников.

Диссертация написана автором самостоятельно, охватывает основные вопросы поставленной научной задачи, обладает внутренним единством,

содержит новые научные результаты и положения и свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку.

Диссертация имеет прикладной характер и в ней приведены сведения о практическом использовании полученных автором диссертации научных результатов.

Предложенные автором диссертации решения аргументированы и оценены в сравнении с другими известными решениями.

В диссертации не используются материалы без ссылок на авторов, отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

В ходе защиты диссертации были высказаны замечания, относящиеся к обоснованию выбора граничных условий при введении локальной системы координат для приведения диаграмм деформирования к нормативному виду, к необходимости более полного раскрытия механизмов влияния хлоридной и сульфатной сред на изменение фрактальной размерности структуры бетона, к уточнению параметров дискретизации при фрактальном анализе, к расширению сопоставления разработанных фрактальных деградационных моделей с существующими эмпирическими зависимостями, а также к конкретизации границ применимости предложенной методики для различных видов бетона и условий комбинированного воздействия агрессивных факторов.

Соискатель Грязнов С.Ю. ответил на задаваемые в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию значимости проведенных исследований и полученных результатов.

На заседании 2 апреля 2026 года диссертационный совет принял решение: за разработку методики оценки остаточного ресурса армированных бетонных конструкций, работающих в условиях совместного воздействия механических нагрузок и жидких агрессивных сред, на основе фрактальных моделей деградации структуры бетона, имеющую существенное значение для развития страны, присудить Грязнову Сергею Юрьевичу ученую степень кандидата

технических наук.

При проведении тайного голосования в удаленном интерактивном режиме диссертационный совет в количестве 13 человек (из которых 2 человека присутствовали на заседании в удаленном интерактивном режиме), из них 8 докторов наук по научной специальности 2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения (технические науки), 4 доктора наук по научной специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия (технические науки), участвовавших в заседании, дополнительно с правом решающего голоса введены – 0 человек, из 17 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 13, против – нет.

Председатель
диссертационного совета

Шеин Александр Иванович

Ученый секретарь
диссертационного совета

Снежкина Ольга Викторовна

2 апреля 2026 года

