

ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертации
ДЕРЕЧЕННИКА Станислава Станиславовича

«Прогнозирование надёжности строительных сооружений из бетона при ограниченном объёме эмпирических данных», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.23.01 – строительные конструкции, здания и сооружения

1. Соответствие диссертации специальности и отрасли науки, по которым она представлена к защите

Объект и предмет исследования, выводы, защищаемые положения, сфера практического применения результатов соответствуют Паспорту специальности 05.23.01 – строительные конструкции, здания и сооружения, утверждённого приказом ВАК Республики Беларусь от 26.03.2024 № 83, а именно пунктам 3, 4, 5 и 7 области исследований, а также отрасли «Технические науки».

2. Актуальность темы диссертации

Актуальность темы диссертационной работы определена:

- современными требованиями высокого уровня надёжности и безопасности объектов строительства при их проектировании, возведении и эксплуатации, что необходимо для исключения материального, социального, экологического ущерба от потенциального нарушения их работоспособности;
- вероятностно-статистическим характером функции состояния конструкций и поведения объектов строительства в различных условиях эксплуатации;
- большой статистической изменчивостью ряда случайных базисных переменных функции состояния, в том числе прочности конструкционных материалов (главным образом, бетона) и климатических нагрузок на конструкцию (наиболее востребованных: снеговых и ветровых);
- малым, в ряде случаев, объемом эмпирических данных на стадии изначального производства бетона, в задачах обследования состояния существующих конструкций, а также при коротком периоде климатических наблюдений;
- ограниченными возможностями математического аппарата традиционной параметрической статистики применительно к малым выборкам данных (менее пятнадцати результатов) в части достоверности статистических выводов.

На текущем этапе развития системы технического нормирования и стандартизации в строительстве необходимы концептуально новые

подходы как к оцениванию случайных базисных переменных, так и к обеспечению статистической достоверности прогноза надежности строительной продукции, что и явилось основной целью диссертационной работы.

3. Степень новизны результатов диссертации и научных положений, выносимых на защиту

Главные составляющие новизны основных результатов диссертации, представленных в выводах и в выносимых на защиту положениях:

- впервые аппарат непараметрической (порядковой) статистики применен не для определения моментов вероятностных распределений случайных величин (математического ожидания, дисперсии и т.д.), а непосредственно для получения интервальной оценки их квантилей, в данном случае – нижних (уровня 0,05) и верхних (уровня 0,98); это достигнуто за счет линейной аппроксимации, интерполяции и экстраполяции эмпирических данных в выделенном поддиапазоне значений в нелинейно преобразованной шкале вероятностей; применимость метода к квантилям любого уровня и любым выборкам, включая малые (от трех результатов), позволяет утверждать о создании новой единой методологии непараметрического статистического анализа эмпирических распределений;

- на основе новой единой методологии созданы принципиально новые непараметрические методы оценивания, оценки и критерии для базисных переменных климатической нагрузки и прочности материалов (бетона), которые имеют простую в применении линейную форму, основаны на нескольких порядковых статистиках выборки (пяти старших или трех младших), и имеют контролируемую статистическую достоверность результата; новые методы оценки и критерии обладают свойством адаптивности, поскольку статистическая достоверность может быть не только фиксированной, но и переменной в зависимости от заданного условия;

- концептуально новым является подход к прогнозированию надежности строительных сооружений, при котором полученное эмпирическое распределение нормируемой квантили прочности бетона рассматривается во взаимосвязи с действующими на конструкцию нагрузками; вероятность отказа конструкции, таким образом, также становится случайной величиной, что позволило ее усреднить и предложить как новый показатель надежности – средний уровень конструкционной надежности; его использование для существующих конструкций дает возможность определить уровень достоверности для выполнения оценки прочности бетона, эквивалентный данной конкретной конструкции;

– методом моделирования выявлены новые структурно-топологические факторы изменчивости свойств цементного композита как многочастичной системы: изменение перколяционной зависимости, флуктуации координационного числа частиц; показано, что эти факторы влияют не только на вариацию свойства прочности бетона, но и вид вероятностного распределения прочности.

Результаты диссертации и научные положения, выносимые на защиту, оригинальны и имеют признанную мировую новизну.

4. Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Достоверность выводов и рекомендаций обеспечена:

– теоретическим обоснованием результатов, в том числе за счет широкого и корректного использования математического аппарата из области теории вероятностей, математической статистики, регрессионного анализа, интерполяции и экстраполяции функций, теории перколяции, интегральных уравнений;

– большим объемом эмпирических данных, использовавшихся для нормирования снеговых нагрузок, построения и сравнительной проверки оценок и критериев прочности бетона;

– адекватным критическим анализом существующих методик и критериев;

– корректным компьютерным имитационным моделированием сложных процессов и структур: переменных климатических воздействий, топологии многочастичных структур, работы критериев соответствия прочности бетона.

Все результаты являются научно и логически обоснованными, они опираются на базовые положения инженерных наук в целом и теории надежности в частности. В пользу достоверности результатов свидетельствует их реализация в действующих технических нормативных правовых актах строительной отрасли Республики Беларусь.

5. Научная, практическая, экономическая и социальная значимость результатов диссертации, рекомендации по их использованию

Научная значимость результатов диссертации состоит в концептуальном развитии актуального научного направления вероятностно-статистического анализа и прогнозирования надежности. Их совокупность является крупным достижением в области теории и методов расчета надежности строительных сооружений.

Практическая значимость результатов диссертации заключается в юридически подтвержденном РУП «Стройтехнорм» их использовании

при разработке технических нормативных правовых актов, регламентирующих вопросы, связанные с проектированием, изготовлением и эксплуатацией строительных конструкций, зданий и сооружений:

- трех национальных приложений к Техническим кодексам установившейся практики ТКП EN 1991 «Еврокод 1» (части 1-3; 1-4; 1-5), а также трех строительных норм Республики Беларусь (СН 2.01.04; СН 2.01.05; СН 2.01.06) в части нормирования снеговых, ветровых и температурных воздействий на строительные конструкции;

- строительных норм Республики Беларусь СН 2.01.01 «Основы проектирования строительных конструкций»;

- стандарта Республики Беларусь СТБ 2264 «Испытание бетона. Неразрушающий контроль прочности» и Национального приложения к стандарту СТБ EN 206 «Бетон. Требования, показатели, изготовление и соответствие», а также проекте стандарта Республики Беларусь «Бетоны конструкционные. Общие технические требования».

Экономическая значимость результатов диссертации не вызывает сомнений. Практическое применение разработанных технических нормативных правовых актов с обоснованными мерами надежности, нормативными уровнями воздействий на конструкции, методиками и критериями соответствия материалов обеспечивает: рациональное проектирование и обследование конструкций и сооружений с обеспечением их надежности (исключение материального ущерба при отказах), рациональное проектирование состава бетона и контроль соответствия при его производстве на начальной стадии (обеспечение необходимого качества при снижении расхода цемента).

Социальная значимость результатов диссертации заключается в повышении за счет научно обоснованного прогнозирования безопасности жизнедеятельности объектов путем снижения угрозы гибели людей при катастрофических отказах при обеспечении нормативного уровня надежности строительных сооружений.

6. Опубликованность результатов диссертации в научной печати

Опубликованность результатов диссертационного исследования достаточна и соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь, утвержденного Указом Президента Республики Беларусь от 17.11.2004 № 560, в редакции Указа Президента Республики Беларусь от 02.06.2022 № 190. Пункту 19 указанного Положения соответствуют 24 публикации: монография, 4 раздела в коллективных монографиях, 19 статей в журналах и сборниках. Из них 3 раздела монографий и 7 статей изданы за рубежом, в том числе 6 публикаций входят в базу цитирования *Scopus*. По результатам

работы также опубликованы 22 печатные работы в других изданиях: 10 статей в рецензируемых журналах и сборниках, 8 статей в материалах конференций, тезисы 4 докладов конференций. Результаты представлены на 11 международных конференциях в Республике Беларусь и за рубежом, в том числе на мероприятиях мирового уровня: *fib Symposium* и *Concrete Days*.

7. Соответствие оформления диссертации требованиям ВАК

Оформление диссертации и автореферата соответствует требованиям «Инструкции о порядке оформления диссертации, диссертации в виде научного доклада, автореферата диссертации и публикаций по теме диссертации», утвержденной Постановлением ВАК Республики Беларусь от 28.02.2014 № 3 в редакции Постановления ВАК Республики Беларусь от 22.08.2022 № 5. Диссертационная работа и автореферат содержат необходимые структурные элементы. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

8. Замечания по диссертации

1) Работа посвящена разработке принципиально новой методологии, позволяющей определять значимые для проектирования строительных конструкций, зданий и сооружений величины, использование которых регламентируется в Республике Беларусь техническими нормативными правовыми актами системы технического нормирования и стандартизации в строительстве. Спектр величин, и, соответственно регламентирующих их ТНПА, гораздо шире, рассмотренных в работе. Целесообразно было бы включить в диссертацию раздел, посвященный анализу потенциальной области применения разработанной методологии в контексте всей базы ТНПА и определить четкий план ее реализации. Указанная задача сама по себе имеет важное практическое значение для нормотворческой деятельности в строительстве и однозначно усилила бы работу.

2) Использование в Республике Беларусь строительных конструкций из бетона возможно при обосновании выполнения формата безопасности, принятого в СН 2.01.01 и EN 1992-1-1, согласно которому расчетные значения механических характеристик материалов определяются делением характеристического значения прочности бетона на частный коэффициент свойств материалов. В работе не обоснована с учетом принятых в нормировании подходов корректность использования в расчетах получаемой с использованием предложенной методологии характеристической прочности бетона в рамках заданного формата безопасности.

3) Экономическая значимость результатов диссертации не вызывает сомнений. Вместе с тем, ее количественный анализ не представлен даже в относительных величинах применительно к единичной оценке определяемой характеристической прочности бетона. В первом

приближении монетарную оценку экономического эффекта можно было провести за счет усредненной оценки снижения затрат, обусловленных снижением количества испытаний прочности бетона, в разрезе республики за обоснованный временной интервал с последующим определением потенциального эффекта, предполагаемого от использования новой оценки соответствия по предложенной экономической схеме.

4) В диссертационной работе использовано значительное количество важных для понимания сути рассматриваемых процессов оригинальных компьютерных моделей, однако графическое представление их алгоритмов не приводится ни по тексту работы, ни в приложениях.

5) Тестовые коэффициенты линейных непараметрических оценок калиброваны с точностью до одной сотой единицы, при этом отсутствует обоснование принятой точности в контексте, используемой в Республике Беларусь установившейся практики нормотворческой деятельности.

6) В главе 3 получены новые результаты в части структурно-топологических факторов изменчивости свойств цементного композита. Они отражены в общих выводах, но не вошли в положения, выносимые на защиту.

7) В общем библиографическом списке присутствует ряд печатных работ соискателя в материалах международных конференций и в рецензируемых научных журналах (например, [28], [40], [44]), а его публикация [71] очевидно соответствует пункту 19 Положения о присуждении ученых степеней, вместе с тем эти публикации не вошли в «Список публикаций автора».

9. Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени доктора наук

Анализ содержания диссертации и авторских публикаций, ссылок на работы других авторов и на собственные публикации, а также сформулированного в общей характеристике работы личного вклада соискателя позволяют заключить о самостоятельности получения основных результатов и написания диссертации. Диссертационное исследование оригинально, значимо и имеет высокий научный и практический уровень.

Квалификация соискателя **ДЕРЕЧЕННИКА** Станислава Станиславовича соответствует ученой степени доктора технических наук.

10. Заключение

Диссертация «Прогнозирование надёжности строительных сооружений из бетона при ограниченном объёме эмпирических данных» соответствует требованиям к докторским диссертациям согласно пунктам

20–22, 24 и 26 главы 3 «Положения о присуждении ученых степеней и присуждении ученых званий».

ДЕРЕЧЕННИКУ Станиславу Станиславовичу может быть присуждена ученая степень доктора технических наук по специальности 05.23.01 – строительные конструкции, здания и сооружения»:

- за разработку новой методологии непараметрического статистического анализа эмпирических распределений по малым выборкам данных в части получения интервальных оценок нижних и верхних квантилей за счет линейной аппроксимации, интерполяции и экстраполяции с нелинейным преобразованием шкалы вероятностей в выделенном поддиапазоне значений эмпирических данных;

- за создание принципиально новых непараметрических методов оценивания, оценок и критериев для базисных переменных нагрузки и сопротивления в функции состояния конструкции, основанных на линейной форме с малым количеством порядковых статистиках выборки, имеющих контролируемую статистическую достоверность результата, обладающих свойством адаптивности достоверности к различным задаваемым условиям;

- за концептуально новый подход к прогнозированию надежности строительных сооружений, при котором получаемое эмпирическое распределение нормируемой квантили прочности бетона рассматривается во взаимосвязи с действующими на конкретную конструкцию нагрузками, и новый показатель надежности – средний уровень конструкционной надежности – как усредненную вероятность отказа конструкции, что позволяет определить эквивалентный уровень достоверности для выполнения оценивания существующей конструкции.

Согласен на размещение отзыва на сайте учреждения образования «Брестский государственный технический университет».

Официальный оппонент –
начальник Государственного учреждения образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь»,
доцент, доктор технических наук



И.И. Полевода