

ОТЗЫВ
официального оппонента
профессора кафедры строительной механики
ФГБОУ ВО Воронежский государственный технический университет
на кандидатскую диссертацию
Чжо Зин Аунг

на тему «Технология информационного моделирования эксплуатируемых мостов в Республике Мьянма»

по специальности 05.23.11 – Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей на соискание учёной степени кандидата технических наук

Актуальность избранной темы

Важной составляющей современных городов является транспортная инфраструктура, которая в настоящее время выполняется из достаточно сложных для проектирования и строительства инженерных объектов. Для обеспечения безопасности в условиях мировой тенденции увеличения транспортных потоков по количеству перевозимых грузов и скоростей движения необходимо сокращать сроки проектирования объектов инфраструктуры при сохранении необходимой надёжности при строительстве и последующей эксплуатации. Повысить эффективность используемых сейчас методик для оценки надёжности транспортных сооружений реально можно на основе технологии информационного моделирования, которая позволяет использовать их в адекватных моделях мостовых сооружений. Из известных инструментов, помогающих добиться высоких результатов, наиболее эффективным является применение технологий информационного моделирования, получивших наибольшее развитие за рубежом Российской Федерации. Использование прогрессивной технологии информационного моделирования при проектировании, эксплуатации и реконструкции мостов в современных условиях позволяет сократить сроки проектирования, уменьшить количество ошибок и согласований на всех этапах изменяющегося жизненного цикла транспортного сооружения, повысить соответствие выполняемых расчётов и обеспечить надёжность эксплуатируемых мостов требованиям нормативов, а также может дать заметный экономический эффект.

На этом основании тема диссертационного исследования, направленная на развитие технологии информационного моделирования для целей проектирования мостовых конструкций, использование методов информационного моделирования в комплексе с современными вычислительными программами для расчетного анализа мостовых конструкций,

применении цифровых технологий на стадии эксплуатации мостовых сооружений и для интеграции результатов текущего мониторинга в информационные модели мостов является *актуальной* и практически значимой.

В соответствии с поставленной задачей диссертационного исследования обоснованным является выбор *объекта* исследования – технология информационного моделирования в строительстве. *Предметом* исследования является технология информационного моделирования в мостостроении на этапе проектирования и эксплуатации мостовых сооружений. *Методология* исследования основана на сочетании методов информационного моделирования конструкций, методов математического моделирования, теории надежности и теории автоматического управления.

Оценка содержания диссертации, её завершённость

Диссертация представляет собой цельную, законченную научно квалификационную работу, изложенную в логической последовательности. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы, включающего 63 наименования, двух приложений. Основной текст диссертации изложен на 112 страницах и включает 54 рисунка и 2 таблицы.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цель и задачи исследования, изложены основные положения, выносимые на защиту, приведены данные о структуре и объёме диссертационной работы.

В первой главе дано краткое описание современного состояния применения информационного моделирования в проектировании и эксплуатации мостов. Проведён обзор методов и программного обеспечения для технологии информационного моделирования мостов и обзор информационных моделей мостов, созданных в разных странах. Автор делает обоснованное заключение о возможных путях повышения точности расчётов, анализирует недостатки применяемых в инженерной практике методов автоматизированных приемов проектирования с использованием несвязанных между собой вычислительных блоков, которые приводят к многочисленным нестыковкам на этапе проектирования и строительства.

Во второй главе приведены результаты реализации технологии информационного моделирования при проектировании мостовых конструкций. Описывается разработанная диссертантом информационная модель реконструируемого автодорожного моста через реку Ситтаунг в Республике Мьянма. В процессе создания модели предложены семейства опор и

главных металлических ферм пролетных строений в дополнение к существующим библиотекам элементов. В процессе формирования информационной модели для адаптации процесса моделирования сквозных главных ферм металлических мостов была разработана специальная программа – плагин, настраивающий комплекс для моделирования нетиповых сечений и для конструирования узловых сопряжений элементов проектируемых мостов.

В третьей главе описаны и проиллюстрированы результаты использования технологии информационного моделирования для прочностного анализа мостовых конструкций: методы проведения расчётного анализа несущих систем транспортных сооружений с помощью встроенных приложений и выполнение прочностного анализа мостовых конструкций с помощью сторонних приложений.

Для информационной модели моста Ситтаунг в республике Мьянма было выполнено сравнение двух вариантов ферм с различными типами поперечных сечений в программе SCAD. При этом выполнен расчёт на временные нагрузки в прочностном комплексе КАТРАН, разработанном на кафедре «Системы автоматизированного проектирования» РУТ (МИИТ).

В четвертой главе приведены результаты применения технологии информационного моделирования на стадии эксплуатации мостового сооружения. Описана методика оценки надёжности элементов эксплуатируемых мостов на основе вероятностной модели и продемонстрирован пример интеграции результатов мониторинга в информационные модели мостов с помощью технологии разработки проблемно-ориентированных плагинов.

В заключении диссертационной работы сформулированы общие выводы по полученным результатам.

В приложениях к работе приведены коды вспомогательных программ (плагинов) и результаты апробации результатов диссертационных исследований на научных конференциях.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, в достаточной степени аргументированы, логически последовательны и обоснованы.

Научная новизна диссертационного исследования состоит на наш взгляд в следующих основных результатах:

- обосновано применение технологии информационного моделирования для проектирования и эксплуатации мостовых сооружений;

- опробована технология информационного моделирования для проектирования некоторых типов мостовых конструкций, включающих железобетонные стоечные опоры со свайными ростверками, металлические решетчатые пролетные строения; предложена полная информационная модель мостового сооружения;
- предложены алгоритмы информационного моделирования при проектировании пространственных стержневых металлических пролетных строений из набора элементов различных поперечных сечений и болтовых соединений стержней;
- реализован метод экспорта несущей системы моста в расчётные вычислительные комплексы из информационной модели на основе создания плагинов;
- разработана методика использования результатов мониторинга загруженности несущих мостовых конструкций при эксплуатации с помощью информационной модели с помощью плагинов для расчёта вероятности отказа и долговечности мостовых элементов.

Достоверность полученных результатов подтверждается корректностью поставленных задач, достоверностью применённых математических методов исследования, использованием современной апробированной технологии проектирования, а также тем, что технология информационного моделирования эффективно применяется в строительстве при создании объектов повышенной сложности.

Теоретическая и практическая значимость результатов исследования

Работа имеет выраженный практический характер, однако её результаты также имеют и существенную теоретическую ценность.

Теоретический значимость работы заключается в том, что в ней на основе используемой для эксплуатируемых железнодорожных мостов вероятностной методики оценки выносливости с изменяющимся уровнем нагружения разработан алгоритм расчёта оптимального интервала ремонта элементов металлических ферм пролетных строений. При помощи построенной вычислительной модели количественно оценивается накопление повреждений путём мониторинга количества проезжающих по мосту автомобилей, что имеет как научное, так практическое значение.

Практическая ценность работы заключается в том, что полученные в ней результаты позволяют обеспечить более точную оценку накопленных повреждений для отдельных элементов, что позволяет определить изменение вероятности отказа и долговечность мостовой конструкции.

Личный вклад автора состоит в разработке проблемно-ориентированных плагинов для создания информационных моделей мостовых сооружений, разработке технологии интеграции результатов мониторинга в информационную модель мостового сооружения. Автор лично участвовал во всех этапах апробации и практической реализации результатов научных исследований, представленных в диссертации, осуществлял обработку и интерпретацию полученных результатов.

Основные результаты диссертации с достаточной полнотой изложены в десяти печатных работах, четыре из которых опубликованных в журналах, входящих в действующий перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёных степеней доктора и кандидата наук, утверждённый Высшей аттестационной комиссией Министерства образования и науки Российской Федерации, а также одна работа, в издании, входящем в международную базу цитирования SCOPUS.

Диссертационное исследование, на наш взгляд, выполнено на хорошем уровне, а его направленность свидетельствует о достаточной научной и профессиональной квалификации автора.

Содержание диссертации полностью отвечает поставленной цели и полно отражает решение сформулированных автором задач. В диссертации логично описан ход исследования (в соответствии с обозначенной целью, задачами и методологической схемой исследования). Изложение содержания последовательное, автор хорошо владеет соответствующей профессиональной терминологией.

Автореферат в должной мере отражает содержание диссертации.

Приведем **замечания** по тексту диссертации и автореферата:

1. Эффективность технологии информационного моделирования мостовых сооружений, по нашему мнению, существенно отличается от аналогичных технологий в промышленном и гражданском строительстве, что связано с преимущественно переменным характером изменения напряженно-деформированного состояния от действия временных нагрузок.

2. В целях апробации использования технологии информационного моделирования в диссертационной работе разрабатываются специальные плагины для обмена информацией при выполнении различных этапов проектирования, однако принципы разработки таких вспомогательных программ не описаны. Чем отличаются, например, плагины для расчетного анализа

мостового сооружения в программах SCAD, Midas и других современных конечно-элементных комплексах?

3. По названию диссертационной работы она должна продемонстрировать применение информационного моделирования для любых мостовых сооружений, однако по содержанию она захватывает только мосты с пролетными строениями из металлических ферм и железобетонных столбчатых опор.

4. Недостаточно обосновано применения линий влияния при определении усилий в элементах ферм пролетного строения. В автодорожных мостах они зависят как от положения временных нагрузок по длине, так и по ширине проезжей части. Здесь необходимы поверхности влияния.

5. При оценке количественных показателей надежности наряду с вероятностью отказа, которая для мостовых сооружений должна быть не ниже $Q=10^{-4}$, более удобным в практическом применении является предложенный проф. В.В. Болотиным логарифмический показатель надежности или рекомендуемая А.Р Ржаницыным характеристика безопасности.

Высказанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы и важности полученных в ней научных результатов, и могут служить рекомендациями к дальнейшим исследованиям.

Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011. Диссертация и автореферат соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления». М.: Стандартинформ. –2012.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней» по пунктам 10, 11 и 14. Диссертация Чжо Зин Аунг «Технология информационного моделирования эксплуатируемых мостов в Республике Мьянма», представленная на соискание ученой стипенди кандидата технических наук по специальности 05.23.11 – Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей, соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», в том числе:

- По пункту 10 – диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит, новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, которые свидетельствуют о личном вкладе автора в науку. Диссертация содержит

рекомендации по использованию научных выводов, а предложенные автором решения аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями;

- По пункту 11 – основные научные результаты диссертации опубликованы автором в 5 работах в научных изданиях, входящих в действующий перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук, утвержденный Высшей аттестационной комиссией Министерства образования и науки Российской Федерации.
- По пункту 14 – в диссертации соискатель надлежащим образом ссылается на авторов и источники заимствования материалов и отдельных результатов.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней» по пункту 9

Диссертация Чжо Зин Аунг «Технология информационного моделирования эксплуатируемых мостов в Республике Мьянма», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны положения, вносящие вклад в развитие строительной отрасли, способствуя повышению безопасности строительных объектов за счет качественного анализа напряженно-деформированного состояния легких стальных тонкостенных конструкций.

Диссертация соответствует требованиям п. 9 Положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013г., предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а её автор Чжо Зин Аунг заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.23.11 – Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей.

Официальный оппонент

Сафронов Владимир Сергеевич,

доктор технических наук, профессор

шифр и наименование научной специальности: 05.23.15 – Мосты, тоннели и другие строительные сооружения на железных и автомобильных дорогах

Профессор кафедры строительной механики

ФГБОУ ВО Воронежский государственный технический университет

Адрес: 394006, г Воронеж, ул 20-летия Октября, дом №84

Телефон: +7 (910) 341-14-22

Электронная почта: vss22@mail.ru

Д-р техн наук  Сафронов В.С.

« 7 » февраля 2019 года

Подпись профессора Владимира Сергеевича Сафронова заверяю:

Проректор ВГТУ по научной работе

д.т.н., проф.  Дроздов



ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Чжо Зин Аунг

на тему «Технология информационного моделирования эксплуатируемых мостов в Республике Мьянма»
на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности
05.23.11 – Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей

Актуальность темы

Актуальность темы диссертационного исследования обусловлена необходимостью в настоящее время применять прогрессивные технологии информационного моделирования (BIM-технологии) на всех этапах жизненного цикла (проектирования, строительства, эксплуатации и утилизации) зданий и сооружений.

Широко и успешно используемые технологии информационного моделирования в строительстве объединяют архитектурные, конструктивные и инженерные решения с выявлением ошибок на этапе проектирования. Наглядные расчёты строительных конструкций с использованием библиотек типовых узлов, автоматизированная выгрузка в электронном виде проектной документации, результатов расчётов, выполнение трёхмерной визуализации для инвесторов и управляющих компаний на этапе эксплуатации, основанные на создании информационной модели, активно внедрены в реализации инвестиционно-строительных проектов промышленных и гражданских зданий, однако недостаточно используются в мостостроении.

Представленное в диссертации исследование позволяет интегрировать информационные модели мостовых сооружений в практические методы повышения надёжности и долговечности, что является одной из приоритетных задач в обеспечении надёжной эксплуатации транспортных мостов. Поэтому тема диссертационной работы, несомненно, является актуальной.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 63 наименований и двух приложений, содержит 54 рисунка и 2 таблицы. Основная часть работы изложена на 112 страницах машинописного текста. Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы основные цели работы и изложены основные положения, выносимые на защиту. В последующих главах приводится обзор состояния исследований в данной научной области, описываются подходы, используемые в работе, приводятся результаты

численных исследований. В заключении изложены наиболее важные результаты и выводы диссертационной работы.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность научных положений, сформулированных в диссертации Чжоу Зин Лунг, ее выводов и рекомендаций обеспечивается непротиворечивостью исходных теоретических положений, корректным использованием известных научных методов обоснования полученных результатов, выводов и рекомендаций.

Научная ценность и новизна

Работа соискателя посвящена исследованию применения технологии информационного моделирования при проектировании мостовых конструкций, проведении прочностного анализа и применении данной технологии на стадии эксплуатации мостового сооружения. Исследованы возможности технологии информационного моделирования для расчёта надёжности эксплуатируемых мостов и интеграции результатов мониторинга в информационные модели мостов. Разработаны проблемно-ориентированные плагины для расширения библиотеки сечений главных несущих конструкций и автоматизации проектирования узловых соединений, а также оценки надёжности элементов на основе мониторинга.

Научная новизна работы заключается в использовании прогрессивной технологии информационного моделирования мостовых конструкций на этапе проектирования, эксплуатации и реконструкции мостов, а также интеграции существующих методик оценки надёжности в информационные модели мостов, созданных с помощью указанной технологии.

Среди полученных результатов наиболее важными являются:

1. обоснование применения технологии информационного моделирования для мостовых конструкций;
2. реализация технологии информационного моделирования при проектировании мостовых конструкций: создание семейства опор, главных ферм и полной информационной модели моста;
3. применение технологии информационного моделирования для создания различных видов сечений и болтового соединения узлов металлических ферм;
4. метод экспорта элементов моста в прочностные расчётные комплексы из информационной модели на основе создания плагинов;
5. расчёт надёжности мостовых элементов на основе интеграции

результатов мониторинга в информационную модель с помощью плагинов.

Практическая ценность работы состоит в том, что предлагается использование новой технологии информационного моделирования, применение которой повысит качество проектных решений и точность расчётов на этапе проектирования мостовых сооружений. На этапе эксплуатации мостов использование информационных моделей, созданных с помощью данной технологии, будет способствовать повышению надёжности и долговечности сооружений, благодаря интеграции результатов мониторинга в информационную модель позволит повысить экономическую эффективность и экологичность технологии и организации реконструкции.

Достоверность выводов и результатов диссертации не вызывают сомнений. В работе используются общепринятые теоритические подходы, основные выводы находятся в соответствии с известными теориями, экспериментальными данными и публикациями других авторов.

В процессе рассмотрения текста диссертации и автореферата отмечены **следующие недостатки по работе:**

1. В главе 1 не отображена статистика эксплуатационного мониторинга мостов применительно для Республики Мьянма.

2. В главе 3 не отображены основные деформационно- прочностные характеристики строительных конструкций и материалов, необходимых для проведения прочностного анализа мостовых конструкций с помощью встроенных приложений.

3. В главе 4 не даны пояснения об измерительных приборах, используемых соискателем в самостоятельно проведенных экспериментах.

4. В Главе «Основные результаты и выводы» следовало бы сформулировать соответствующие рекомендации для эксплуатируемых организаций и управляющих компаний в части использования наиболее соответствующих приборов неразрушающего контроля в оценке эксплуатационных характеристик с последующим их введением в предлагаемую технологию информационного моделирования.

Сделанные замечания не носят принципиального характера и не снижают ценности диссертационной работы.

Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011.

Диссертация Чжо Зин Аунг на тему «Технология информационного моделирования эксплуатируемых мостов в Республике Мьянма» и автореферат

соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления. М.: Стандартинформ. - 2012.

Итоговое заключение

В целом диссертационная работа Чжо Зин Аунг представляет собой законченное исследование. В ней получен ряд новых важных результатов, способствующих применению при проектировании, строительстве, эксплуатации и реконструкции прогрессивной технологии, повышающей полноту и достоверность информации, точность расчётов, качество конструкций и долговечность сооружений. Диссертантом разработана методика применения технологии информационного моделирования для мостовых конструкций, метод экспорта элементов моста в прочностные расчётные комплексы из информационной модели на основе создания плагинов; получены эмпирические зависимости и аналитические выражения для оценки надёжности элементов металлических ферм мостов.

Научные положения и выводы диссертации обоснованы и подтверждены соответствующими исследованиями. Анализ публикаций автора показывает, что основные результаты диссертации достаточно полно опубликованы в научных журналах, в том числе рекомендованных ВАК, докладывались на многих российских и международных конференциях. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Рассмотренная диссертация обладает научной ценностью в области проектирования и строительства мостов, отвечает специальности 05.23.11 – «Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей» (технические науки) и имеет практическое значение для сферы проектирования и эксплуатации.

Считаю, что диссертационная работа полностью соответствует требованиям п.9 Положения о присуждении учёных степеней, а её автор, Чжо Зин Аунг, заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.11 – «Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей».

Официальный оппонент

Купчикова Наталья Викторовна, кандидат технических наук, доцент

Научная специальность: 05.23.02 - «Основания и фундаменты, подземные сооружения».

Заведующая кафедрой «Экспертиза, эксплуатация и управление недвижимостью» Государственного автономного образовательного учреждения Астраханской области высшего образования «Астраханский государственный архитектурно-строительный университет».

Адрес: 414052, г. Астрахань, ул. Татищева 18

Телефон: +7(927) 285-59-44

Электронная почта: kupchikova79@mail.ru


« 18 » февраля 2019г.

Подпись: *Купчиковой Н. В.* заверяю

