



Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
"ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"

пл. Соляная, 2, г. Томск, 634003, телефон (3822) 65-32-61, факс (3822) 65-24-22, e-mail: canc@tsuab.ru  
ОКПО 02069295, ОГРН 1027000882886 ИНН/КПП 7020000080/701701001

№ \_\_\_\_\_  
На \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

«УТВЕРЖДАЮ»  
Проректор по научной работе  
д.т.н., профессор  
Клименов В.А.  
« 08 » декабря 2016 г.

### ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

**Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Томский государственный архитектурно-строительный университет» на диссертационную работу Кулешова Артема Александровича «Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния причальной конструкции для системы мониторинга», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – «Механика деформируемого твердого тела»**

**Актуальность темы.** В настоящее время широко используется применение измерительных систем для мониторинга напряженно-деформированного состояния (НДС) конструкций уникальных сооружений. В ряде случаев рациональное проектирование подобных систем мониторинга, несомненно, требует построения математических моделей, позволяющих оценивать фактическое техническое состояние, сопротивление внешним воздействиям с контролируемой точностью, особенно для тех случаев, где определяющую роль в работе сооружения играют его пространственные деформации.

Соискателем аргументировано показано, что использование математической модели причальной конструкции, построенной на основе метода конечных

элементов, совместно с работой измерительных систем, контролирующих локальные параметры НДС, позволяет определять и визуализировать текущее НДС всей конструкции, что является актуальным с точки зрения наглядной интерпретации поступающей информации от измерительных систем на текущем этапе мониторинга. В этой связи актуальность диссертационной работы, посвященной решению задач мониторинга деформаций и прогнозирования состояния инженерных сооружений, не вызывает сомнения.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа изложена на 110 страницах машинописного текста, состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы из 92 наименований. Работа содержит 53 рисунка, 13 таблиц.

В первой главе приведен краткий обзор – автор описывает основные методы мониторинга состояния конструкций и анализирует их недостатки. Это позволило сформулировать тему и задачи исследования.

Во второй главе описана разработка математической модели исследуемой причальной конструкции. Приведены результаты моделирования различных вариантов взаимодействия сваи причальной конструкции с грунтом, на основании которых выбрана оптимальная математическая модель для использования в системе мониторинга.

В третьей главе приводится описание верификации математической модели, которая заключалась в сопоставлении результатов серии конечно-элементных расчетов с граничными условиями в виде типовых внешних воздействий с данными, полученными от измерительной системы в ходе эксплуатации исследуемой конструкции. Далее сформулирована задача определения текущей картины НДС исследуемой конструкции в виде решения обратной задачи, в которой известными величинами являются измеренные параметры деформационного отклика, а неизвестными выступают коэффициенты при типовых воздействиях.

Далее сформулирована задача определения текущей картины НДС исследуемой конструкции по деформационному отклику, измеренному в местах установки датчиков.

**Научная новизна** диссертационного исследования заключается в следующем:

– разработана математическая модель исследуемой причальной конструкции; получены картины НДС, соответствующие типовым эксплуатационным нагрузкам, что может быть использовано в качестве основы для системы мониторинга.

– сформулирована постановка задачи определения и визуального представления картины НДС всей причальной конструкции в рамках решения обратной задачи, в которой известными величинами являются измеренные параметры деформационного отклика, а неизвестными выступают коэффициенты при типовых воздействиях.

**Научная и практическая значимость работы.** Показано, что математические модели, построенные в рамках метода конечных элементов, могут быть применены для создания систем мониторинга НДС. В рамках предложенного подхода могут решаться задачи проектирования систем мониторинга, включающие в себя определение оптимальных мест и необходимого количества внедряемых датчиков измерительных систем для оценки поведения конструкций при эксплуатационных воздействиях.

Внедрение результатов проведенной работы позволяет получать бóльшую информативность и корректно интерпретировать поступающую информацию от измерительных систем о поведении исследуемого объекта при различных комбинациях эксплуатационных воздействий. Это дает возможность принимать обоснованные решения о продолжении нормальной эксплуатации или принятии мер по устранению выявленных повреждений, что в целом качественно повышает безопасность и надежность сооружений.

**Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.**

Перспектива дальнейшей разработки темы может быть связана с усовершенствованием математической модели причальной конструкции, выраженным в более детальном описании особенностей конструкции и внешних



эксплуатационных воздействий. Разработанный подход может быть использован для создания систем мониторинга НДС аналогичных сложных конструкций.

#### **Замечания:**

Недостатков, ставящих под сомнение справедливость какого-либо результата, в диссертационной работе не обнаружено. К работе имеются следующие замечания:

1. Автор, к сожалению, не обосновал предположение линейного характера поведения конструкции, несмотря на то, что в ней используются такие нелинейные материалы как грунт и бетон.

2. Отсутствует обоснование положения внешних границ грунтового основания, используемого при моделировании грунта в трехмерной постановке.

3. В работе при выборе оптимальной математической модели и её верификации не отражено исследование сеточной сходимости.

4. Отсутствует обоснование выбора и количества рассматриваемых типовых внешних воздействий, используемых для решения обратной задачи определения коэффициентов уравнения комбинирования нагрузок.

5. Из описания физической модели причальной конструкции не понятно, каким образом в конструкции учитывалось наличие железобетонного перекрытия эстакады.

6. В качестве формального замечания стоит заметить, что в диссертационной работе автор указал неактуальные редакции СНиП. В настоящее время используется свод правил СП 38.13330.2012 Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов). Актуализированная редакция СНиП 2.06.04-82\* (утв. приказом Министерства регионального развития РФ от 29 декабря 2011 г. № 635/12), а также свод правил СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85 (утв. приказом Министерства регионального развития РФ от 27 декабря 2010 г. № 786).

Указанные замечания не являются критическими и не снижают общей положительной оценки диссертации, и их стоит рассматривать как рекомендации к дальнейшему развитию выбранного направления исследования.

**Заключение.** В целом диссертация Кулешова А. А. является завершённой научно-исследовательской работой, выполненной на актуальную тему, в которой автором самостоятельно и на достаточном научном уровне изложен подход к применению математической модели причальной конструкции в рамках решения задач мониторинга НДС, имеющий существенное значение для развития и совершенствования систем контроля состояния инженерных сооружений различных отраслей народного хозяйства. Выводы и рекомендации обоснованы. Диссертация удовлетворяет требованиям ВАК п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям. Автореферат достаточно полно отражает основное содержание работы, а автор диссертации заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – «Механика деформируемого твёрдого тела».

Диссертация, автореферат и отзыв обсуждены на расширенном заседании кафедры «Металлических и деревянных конструкций» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Томский государственный архитектурно-строительный университет» 7 декабря 2016 г., протокол № 1.

Профессор кафедры «Строительная механика» ТГАСУ,  
доктор физико-математических наук  
(01.02.04 - «Механика деформируемого твёрдого тела»), старший научный сотрудник  
Сот. тел.: 8 960 970 37 46  
E-mail: v.n.bar@mail.ru

Барашков  
Владимир  
Николаевич

Подпись Барашкова Владимира  
Николаевича заверяю.  
Ученый секретарь ТГАСУ

Какушкин  
Юрий  
Александрович