

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.188.08
на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования

«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»
Министерства науки и высшего образования Российской Федерации
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 19 июня 2019 г. № 11
о присуждении Нагибовичу Александру Игоревичу, гражданину России,
учёной степени кандидата технических наук

Диссертация «Суперэлементное моделирование динамических характеристик
большеразмерных комбинированных систем «основание – железобетонные
конструкции – металлические конструкции» по специальности 05.13.18
«Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»
принята к защите 17 апреля 2019 года, протокол №3, диссертационным советом
Д 212.188.08 на базе Пермского национального исследовательского
политехнического университета Министерства науки и высшего образования
Российской Федерации (614990, г. Пермь, Комсомольский проспект, 29, приказ о
создании совета № 937-664 от 23.05.2008).

Соискатель Нагибович Александр Игоревич, 1986 года рождения, в 2008 году
окончил государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования «Московский государственный строительный
университет» по специальности «Прикладная математика», в 2018 году окончил
аспирантуру очной формы обучения федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего профессионального образования
«Национальный исследовательский Московский государственный строительный
университет», работает инженером-программистом ЗАО «Научно-
исследовательский центр СтаДиО».

Диссертация выполнена на кафедре прикладной математики федерального
государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский Московский государственный строительный
университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, член-

корреспондент РААСН Белостоцкий Александр Михайлович, генеральный директор ЗАО «Научно-исследовательский центр СтаДиО».

Официальные оппоненты:

1. Гайджуров Петр Павлович – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Техническая механика» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственный технический университет»,
 2. Дмитриева Татьяна Львовна – доктор технических наук, доцент, заведующая кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет»,
- дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация, АО «Научно-исследовательский центр «Строительство», г. Москва, в своём положительном отзыве, подписанным заведующим лабораторией механики железобетона №8 Научно-исследовательского института бетона и железобетона им. А.А. Гвоздева, доктором технических наук Крыловым Сергеем Борисовичем, заместителем заведующего лабораторией механики железобетона №8 научно-исследовательского института бетона и железобетона им. А.А. Гвоздева, кандидатом технических наук Арлениновым Петром Дмитриевичем и утверждённым заместителем генерального директора по научной работе, доктором технических наук, профессором Звездовым Андреем Ивановичем, заключила, что диссертационная работа Нагибовича А.И. является завершённым научно-квалификационным исследованием, выполненным на достаточном для кандидатских диссертаций научно-методическом уровне, в целом соответствует специальности 05.13.18 и имеет важное научное и прикладное значение в области математического моделирования динамических характеристик большеразмерных систем «основание – железобетонные конструкции – металлоконструкции покрытия».

Соискатель имеет 8 опубликованных работ, все по теме диссертации (общим объёмом 8,43 печатных листа, из них авторских 3,99 печатных листов), в том числе 2 работы опубликованы в рецензируемом научном издании, рекомендованном ВАК, а также 2 статьи – в издании, входящем в базу цитирования Scopus. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Белостоцкий А.М., Нагибович А.И. Обоснование механической безопасности стадионов к Чемпионату мира по футболу 2018 года в России. Постановка задач

расчётных исследований // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering (Международный журнал по расчету гражданских и строительных конструкций). – 2018. Vol. 14. – №1.– С. 14-25. (**перечень ВАК**). – 10 стр./5 стр.

В статье представлен обзор современного состояния проблемы моделирования несущих конструкций уникальных большеразмерных сооружений. Приведены особенности математического моделирования НДС комбинированных большеразмерных систем «основание – железобетонные конструкции – металлоконструкции покрытия». Представлена математическая постановка задач исследования указанных конструкций.

2. Нагибович А.И. Методика суперэлементного моделирования динамики систем «основание – конструкции фундаментов и трибун – конструкции покрытия» стадионов чемпионата мира по футболу 2018 года в России. Описание и верификация // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering (Международный журнал по расчету гражданских и строительных конструкций). – 2018. Vol. 14. – №2.– С. 117-132. (**перечень ВАК**). – 16 стр./16 стр.

Изложена разработанная соискателем методика суперэлементного моделирования динамических характеристик пространственных большеразмерных систем «основание – железобетонные конструкции – металлоконструкции покрытия». Представлены лежащие в её основе математические формулировки, а также описание её программной реализации. Приведены результаты верификации авторской методики

3. Nagibovich A.I. Approbation of the developed technique of superelement simulation of dynamics for system “Basis–Foundations structures and stands – Structures of the roof” for stadiums for the 2018 FIFA World Cup in Russia // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.– 2018.– Vol. 456.– 012121. (**Scopus**). – 6 стр./6 стр.
Представлены результаты апробации разработанной суперэлементной методики на большеразмерных задачах – спроектированных и построенных к чемпионату мира по футболу 2018 года стадионах в Нижнем Новгороде и Ростове-на-Дону. На основе полученных результатов расчётных исследований продемонстрирована «организационная» (за счет распределения заданий проектирования для нескольких организаций одновременно) и вычислительная эффективность разработанной методики.

Соискателю выдано 1 свидетельство на программу для ЭВМ: Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018665246, Российская Федерация. Расчет параметров НДС и динамических характеристик комбинированной большепролетной системы несущих конструкций футбольного стадиона с применением суперэлементного подхода Stadium_CMS.msc. Правообладатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет». Автор: Нагибович Александр Игоревич; зарегистр. 03.12.2018.

На диссертацию и автореферат поступило 9 отзывов, все отзывы положительные: С.Б. Косицына, д-ра техн. наук, профессора, заведующего кафедрой «Теоретическая механика» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет транспорта»; Ю.Л. Рутмана, д-ра техн. наук, профессора, профессора кафедры механики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»; В.И. Травуша, д-ра техн. наук, профессора, академика РААСН, заместителя генерального директора, главного конструктора ЗАО «Горпроект»; О.В. Мкртычева, д-ра техн. наук, профессора, заведующего лабораторией «Научно-исследовательская лаборатория «Надёжность и сейсмостойкость сооружений» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»; С.И. Жаворонка, канд. физ.-мат. наук, старшего научного сотрудника Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт прикладной механики Российской академии наук»; А.Г. Тяпина, д-ра техн. наук, главного научного сотрудника БКП-2 ОАО «Атомэнергопроект»; А.Н. Потапова, д-ра техн. наук, доцента, профессора кафедры «Строительное производство и теория сооружений» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет»; П.Г. Еремеева, д-ра техн. наук, профессора, главного научного сотрудника ОАО «НИЦ «Строительство» ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко; В.В. Лалина, д-ра техн. наук, зав. кафедрой «Строительная механика и строительные конструкции» Санкт-петербургского политехнического университета Петра Великого.

В отзывах отмечено, что диссертационная работа посвящена актуальным проблемам, связанным с развитием методов математического моделирования динамических характеристик большеразмерных объектов на примере комбинированных систем «основание – железобетонные конструкции – металлические конструкции». Подчёркивается актуальность исследования, обусловленная необходимостью разработки специализированных методов, обеспечивающих возможность «параллельной» работы групп разработчиков основных подсистем большеразмерных систем. Указывается на строгость использования в работе математического аппарата, корректность постановок задач в рамках теоретических предпосылок строительной механики, механики деформируемого твёрдого тела. Указывается на физическую обоснованность расчётных моделей и использование (в качестве базового) мощного универсального верифицированного конечно-элементного программного комплекса ANSYS Mechanical. Детально обоснованы выводы.

В отзывах содержатся следующие пожелания, вопросы и замечания: не ясно, почему для определения динамических характеристик выбран именно блочный метод Ланцоша; требует пояснения учёт масс только от собственного веса несущих конструкций; недостаточно подробно описаны параметры использованных КЭ-моделей и типов конечных элементов; требует обоснования сформулированная рекомендация о необходимости учёта внутренних форм колебаний подконструкции в частотном диапазоне, в 1,5 - 2 раза превышающем исследуемый частотный диапазон всей системы; в выводах о сопоставлении моделей не приведено описание форм колебаний, для которых получены наибольшие отклонения; матрицы преобразования (4) и (5) требуют краткой интерпретации и комментария для случая полубесконечного грунтового основания; не проведена верификация системы с грунтовым основанием; требует пояснения возможность применения разработанного аппарата для нелинейных динамических расчётов; недостаточно обобщены на научном уровне результаты верификации.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается следующим:

официальные оппоненты являются ведущими специалистами в области разработки и применения методов математического моделирования, эффективных численных методов, в том числе для решения задач, связанных с моделированием динамических характеристик комбинированных систем уникальных сооружений. Оппоненты имеют публикации, соответствующие тематике диссертации, в

ведущих рецензируемых научных изданиях, обладают достаточной квалификацией, позволяющей оценить новизну представленных на защиту постановок задач и результатов, их научную и практическую значимость, обоснованность и достоверность полученных выводов;

ведущая организация, АО «Научно-исследовательский центр «Строительство», хорошо известна своими исследованиями в области математического моделирования объектов, представленных в диссертационной работе. В ведущей организации активно ведутся на высоком уровне научные исследования по направлению, разрабатываемому в диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- предложена модификация методики декомпозиции, позволяющая обоснованно разделить исходную большеразмерную комбинированную систему на связанные подсистемы («основание», «железобетонные конструкции», «металлические конструкции») уникальных объектов строительства, а также снизить вычислительную размерность задач;

- разработаны расчётные конечно-элементные и суперэлементные модели, с использованием которых проведена верификация и апробация методики;

- исследована специфика использования разработанной методики и реализована на практике возможность на её основе параллельной работы групп разработчиков-расчётчиков основных подсистем большеразмерных строительных объектов;

- зарегистрирован разработанный автором комплекс программ, реализующий разработанную численную методику, с использованием которого проведены вычислительные эксперименты по моделированию динамических характеристик реальных комбинированных систем стадионов в Нижнем Новгороде и Ростове-на-Дону к Чемпионату мира по футболу 2018 года.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

Разработана, верифицирована и апробирована методика суперэлементного моделирования динамических характеристик комбинированных большеразмерных систем «основание – железобетонные конструкции – металлоконструкции покрытия» уникальных объектов строительства. Проведена оценка «организационной» (за счет распределения заданий проектирования для нескольких организаций одновременно) и вычислительной эффективности методики.

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

– представлены рекомендации по применению методики для обеспечения возможности эффективно вести разработку и расчётную оптимизацию связанных большеразмерных основных подсистем «основание», «железобетонные конструкции», «металлические конструкции покрытия» независимыми различными проектно-конструкторскими организациями;

– разработанная суперэлементная методика применялась автором при исследовании статического и динамического напряженно-деформированного состояния несущих конструкций стадионов в Санкт-Петербурге, Самаре, Волгограде, Нижнем Новгороде, Ростове-на-Дону, Екатеринбурге при различных воздействиях;

Результаты диссертационного исследования **могут быть использованы** исследовательскими институтами и организациями, академическими и учебными заведениями при математическом моделировании комбинированных большеразмерных систем, в частности – уникальных спортивных сооружений.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

– использованы корректная постановка задачи и современные математически обоснованные методы решения;

– установлено качественное и количественное соответствие результатов, полученных с применением разработанной методики и результатов альтернативных расчётов, выполненных с привлечением верифицированного в системе Российской академии архитектуры и строительных наук комплекса программ промышленного назначения.

Личный вклад соискателя состоит в следующем: проведен аналитический обзор современных математических моделей, численных методов и программных комплексов, применяемых для расчётов комбинированных большеразмерных систем уникальных сооружений; разработана, верифицирована и апробирована суперэлементная методика моделирования, предназначенная для определения динамических характеристик исследуемых объектов; соискателем самостоятельно разработаны расчётные модели, получены, интерпретированы и апробированы основные результаты исследования; подготовлены публикации по выполненной работе.

Диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует

критериям, установленным Положением о присуждении учёных степеней, утверждённым Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842: в ней содержится решение актуальной задачи разработки суперэлементной методики моделирования динамических характеристик большеразмерных объектов (на примере систем «основание – железобетонные конструкции – металлоконструкции покрытия»), имеющей важное значение для развития методов математического моделирования в строительной отрасли.

На заседании 19 июня 2019 года диссертационный совет принял решение присудить Нагибовичу Александру Игоревичу учёную степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 6 докторов наук по специальности защищаемой диссертации, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящего в состав совета, проголосовал: за присуждение учёной степени – 13, против присуждения учёной степени – 1, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель диссертационного совета
Д212.188.08, д-р физ.-мат. наук, профессор

Трусов П.В.

Ученый секретарь диссертационного совета
Д212.188.08, канд. физ.-мат. наук, доцент

Швейкин А.И.

«21» июня 2019 г.