

АННОТИРОВАННЫЙ ОТЧЕТ
по годовому этапу научно-исследовательской работы №7.11.2014/К в рамках
проектной части государственного задания в сфере научной деятельности
за 2015 год

- 1. Тема:** Теоретико-экспериментальный подход к решению задач динамики строительных конструкций
- 2. Номер государственной регистрации:** 114101440009
- 3. Руководитель:** Королев Евгений Валерьевич
- 4. Организация-исполнитель:** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»
- 5. Телефон руководителя:** 84991880400
- 6. Электронная почта руководителя:** korolev@nocnt.ru
- 7. Интернет-адрес (URL):** www.mgsu.ru
- 8. Сроки проведения:**
 - начало: 01.01.2015
 - окончание: 31.12.2015
- 9. Наименование годового этапа:** Эмпирическое и численное исследование задач динамики строительных конструкций
- 10. Плановое финансирование (рублей):**
 - проведения годового этапа: 4 500 000,00 руб.
- 11. Фактическое финансирование (рублей):**
 - проведения годового этапа: 4 500 000,00 руб.
- 12. Коды темы по ГРНТИ:** 67.03.05 67.11.59 30.19.23
- 13. Приоритетное направление:** Информационно-телекоммуникационные системы
- 14. Критическая технология:** Технологии и программное обеспечение распределенных и высокопроизводительных вычислительных систем
- 15. Полученные научные и (или) научно технические результаты:** 1. Показана перспективность использования сероасфальтобетонов при изготовлении многослойных дорожных одежд. Выделено подмножество факторов (соотношение между количествами серы в жидкой и твердой фазах, соотношение между количествами твердофазных аллотропов серы, химический состав битумов, структура серобитумного вяжущего, температура приготовления композиции, длительность взаимодействия битума с серой) управления структурой и свойствами сероасфальтобетонов для многослойных дорожных одежд. 2. С использованием приближенных аналитических методов получена математическая модель динамики многослойной дорожной одежды, позволяющая получить выражения для механических напряжений в форме степенных рядов. 3. И использованием программного обеспечения ANSYS Mechanical в соответствии с 9-точечным центральным композиционным ротатбельным планом численного эксперимента построены гексаэдральные сеточные модели многослойной дорожной одежды. Предложен алгоритм анализа регрессионных моделей скалярных показателей многослойных дорожных одежд,

допускающий реализацию средствами функций рабочего листа открытых табличных процессоров gnuplot и OOcalc. 4. Показано, что отдельные подзадачи моделирования характеристик конструкций с многослойной дорожной одеждой допускают решение средствами коммерческих программных пакетов, однако признать использование для большинства из них целесообразным можно только для ограниченного набора задач аэроупругости. Для бессеточных методов численного исследования взаимодействия деформируемой конструкции с потоком характерны как концептуальная простота, обусловленная переходом от системы уравнений в частных производных к системе уравнений классической динамики, так и повышенные требования в части производительности аппаратных средств, обуславливающие необходимость использования гетерогенных вычислительных сред. Установлено, что в настоящее время доступны только библиотеки процедур, реализующие отдельные стадии расчетных схем бессеточных методов на геометрических процессорах; актуальность реализации среды моделирования в целом сохраняется. 5. Изготовлены образцы разработанных материалов для многослойных дорожных одежд. Выявлено повышение прочности при сжатии материалов для многослойных дорожных одежд, изготовленных на основе серобитумного вяжущего, что объясняется увеличением прочности контакта на межфазной границе и увеличением площади границы раздела между дисперсной фазой и дисперсионной средой. Установлено, что замена битума серой в количестве 20-50% не оказывает статистически значимого влияния на поровую структуру материала. Разработана нелинейная реологическая модель процесса образования колеи в многослойных дорожных одеждах, содержащая два слагаемых, описывающих процессы доуплотнения и пластических деформаций. Выполнена верификация модели, показана ее адекватность эмпирическим зависимостям колееобразования. 6. Предложена архитектура распределенной функциональной аппаратно-программной платформы решения задач квантовой химии, на практике позволяющей перераспределить совокупные затраты ресурсов таким образом, который не только сокращает время решения повседневных задач, но и способствует интеллектуальному развитию пользователей, а также согласуется с подходом, который был обозначен в Распоряжении Правительства РФ от 17.12.2010 г. Для реализации платформы использованы только базовые средства POSIX-окружения, что не только повышает портируемость реализации, но и переводит требования к администрирующему персоналу из разряда моторных навыков в интеллектуальную сферу. Разработанная платформа эксплуатируется в тестовом режиме на высокопроизводительном вычислительном оборудовании НИУ МГСУ, оборудовании двух структурных подразделений НИУ МГСУ и одной удаленной серверной ферме.

16. Полученная научная и (или) научно-техническая продукция: При выполнении отчетного этапа работ получены результаты интеллектуальной деятельности – программы для ЭВМ «Программный стек инициализации для облачных графических сред» (свидетельство № 2015619493, приоритет 10.07.2015), «Модуль поддержки расширений для анализа и обработки изображений» (свидетельство № 2015619495, приоритет 10.07.2015). РИД имеют перспективы использования при решении задач разработки композиционных материалов для многослойных покрытий строительного назначения. Разработанная и реализованная при выполнении отчетного этапа настоящей НИР и второго этапа НИР «Структурообразование серных композитных материалов: феноменологические и квантовомеханические модели» (№ гос. рег. 114101440009) функциональная аппаратно-программная платформа – распределенная гетерогенная вычислительная среда моделирования – не имеет аналогов и может быть использована как в задачах eScience, так и в образовательной деятельности. Результаты информационного поиска и теоретико-экспериментальных исследований использованы при подготовке учебного пособия «Основы научных исследований» для студентов магистратуры очной формы обучения направления подготовки 08.04.01 Строительство.

17. Ключевые слова и словосочетания, характеризующие результаты (продукцию): динамика многослойных покрытий, связанные задачи, строительный композит, дорожное строительство

18. Наличие аналога для сопоставления результатов (продукции): Аналогами

разработанного программного обеспечения являются Citrix XenServer в сочетании с Citrix XenDesktop/XenApp и VMware vSphere в сочетании с Horizon 6.1. В части прикладного окружения аналогами разработанной функциональной аппаратно-программной платформы являются nanoHub (<http://nanohub.org/>), unihub – Технологическая платформа программы «Университетский кластер» (<https://unihub.ru>), nanoModel.ru – Виртуальный лабораторный практикум «Многостратное моделирование в нанотехнологиях» (<https://nanomodel.ru/>); в части отдельных задач – МИТП CLAVIRE; в целом комплекс характеристик разработанной функциональной аппаратно-программной реализован впервые. Подготовленное учебное пособие «Основы научных исследований» не имеет аналогов по содержанию.

19. Преимущества полученных результатов (продукции) по сравнению с результатами аналогичных отечественных или зарубежных НИР:

- а) по новизне: отдельные результаты не новы
- б) по широте применения: в рамках организации или предприятия
- в) в области получения новых знаний: в области получения новых знаний (для фундаментального научного исследования)

20. Степень готовности полученных результатов к практическому использованию (для прикладного научного исследования и экспериментальной разработки): выполнен прототип (установки, методики, системы, программы и т.д.)

21. Предполагаемое использование результатов и продукции: Полученные на отчетном этапе результаты в части модели динамики многослойной дорожной одежды, анализа современных решений в области численного решения задач взаимодействия конструкции с потоком будут использованы при выполнении третьего этапа НИР. Полученные на отчетном этапе результаты в части рецептур, технологии и показателей материалов для многослойных дорожных одежд имеют перспективы использования в дорожном строительстве. Разработанная функциональная аппаратно-программная платформа реализована и эксплуатируется при решении строительных задач численного анализа на высокопроизводительном вычислительном оборудовании НИУ МГСУ, оборудовании двух структурных подразделений НИУ МГСУ и одной удаленной серверной ферме.

22. Форма представления результатов: 1. Научно-технический отчет по 2 этапу НИР «Теоретико-экспериментальный подход к решению задач динамики строительных конструкций». 2. Учебное пособие «Основы научных исследований» для студентов магистратуры очной формы обучения направления подготовки 08.04.01 Строительство. 3. Три статьи в изданиях, индексируемых системами WoS и Scopus. 4. Свидетельства о регистрации программ ЭВМ RU 2015619493, 2015619495.

23. Использование результатов в учебном процессе: использование в преподавании существующих дисциплин

24. Предполагаемое развитие исследований: В соответствии с календарным планом теоретико-эмпирический материал, полученный на 1 и 2 этапах, будет использован при исследовании аэродинамических характеристик и формулировке практических рекомендаций по выбору многослойных покрытий для строительных конструкций. По завершению периода тестовой эксплуатации функциональной аппаратно-программной платформы решения задач eScience в открытом доступе на ресурсах ГР ЦКП НИУ МГСУ и НОЦ ИТ НИУ МГСУ будет размещена как общая информация о платформе, так и подробные руководства по ее развертыванию и эксплуатации. Результаты исследований будут использованы при подготовке научно-квалификационных работ «Бессеточные методы численного анализа задач строительной аэроупругости в гетерогенной вычислительной среде» и «Иерархическое моделирование строительных композитов в гетерогенной вычислительной среде».

25. Количество сотрудников, принимавших участие в выполнении работы и указанных в

научно-технических отчетах в качестве исполнителей приведено в приложении №1

26. Библиографический список публикаций, отражающих результаты научно-исследовательской работы приведен в приложении №2

И.о. ректора федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Национальный
исследовательский Московский
государственный строительный университет»



Руководитель проекта


(подпись)

Е.В. Королев


(подпись)

Е. В. Королев