

### **Отзыв научного руководителя**

о диссертанте Каримове Суннате Бахтияровиче и его диссертации на тему  
«Моделирование нелинейно-упругих композиционных материалов с  
конечными деформациями методом асимптотического осреднения»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата  
физико-математических наук по специальности  
1.1.8. – «Механика деформируемого твердого тела»

Каримов Суннат Бахтиярович является выпускником кафедры вычислительной математики и математической физики ФГАОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (МГТУ им. Н. Э. Баумана), которую он окончил в 2019 году по направлению 02.04.01 «Математика и компьютерные науки». Затем Каримов С. Б. продолжил свое обучение в очной аспирантуре на кафедре вычислительной математики и математической физики МГТУ им. Н. Э. Баумана, и окончил аспирантуру в 2023 г. В ходе работы над диссертацией Каримов С. Б. продемонстрировал глубокие знания в области механики деформируемого твердого тела, механики композитов, а также отличное владение математическим аппаратом и вычислительной техникой.

**Актуальность темы** диссертации Каримова С. Б. обоснована широким применением конструкций из композиционных материалов, подверженных большим деформациям: резинокордов и дисперсно-армированных эластомеров, в различных областях, в первую очередь в машиностроении, судостроении, атомной технике; в том числе из таких композиционных материалов изготавливают амортизаторы и покрышки. Важное значение имеет задача точного расчета напряженно-деформированного состояния этих конструкций, с учетом микронапряжений в матрице и армирующих наполнителях, при учете эффектов геометрической нелинейности, в рамках теории конечных деформаций.

Разработанные математические модели и вычислительные алгоритмы, а также математические задачи механики деформируемого твердого тела, решенные в диссертации, являются оригинальными, имеют научную новизну и важное значение для современной науки и техники.

**Новые результаты**, полученные в диссертационной работе:

- разработан вариант метода асимптотического осреднения КМ со сложными трехмерными структурами армирования при конечных деформациях с использованием универсальных полулинейных моделей упругих сред;
- разработана численная конечно-элементная методика решения нелинейной задачи упругости с конечными деформациями на полных ячейках периодичности (ЯП), без использования дополнительных предположений относительно геометрической симметрии ЯП относительно координатных плоскостей;
- разработана методика построения аналитических эффективных определяющих соотношений для изотропных и ортотропных нелинейно-упругих КМ на основе аппроксимации диаграмм деформирования, полученных в результате численного решения серии локальных задач на ячейке периодичности;

– решены две задачи многомасштабного расчета напряженно-деформированного состояния конструкций с применением нелинейно-упругих КМ с конечными деформациями на макроуровне и на микроуровне.

**Практическая ценность** состоит в том, методика построения аналитических эффективных определяющих соотношений для изотропных и ортотропных нелинейно-упругих КМ с конечными деформациями на основе аппроксимации диаграмм деформирования, полученных в результате численного решения серии локальных задач на ячейке периодичности, а также конечно-элементная методика решения нелинейных задач упругости с конечными деформациями на полных ячейках периодичности, могут быть использованы при расчетах или оптимизации композитных элементов конструкций амортизаторов, резиноподобных деталей и соединительных узлов, эксплуатирующихся при больших деформациях.

**Достоверность полученных результатов** гарантируется применением теоретически обоснованного математического аппарата.

**Основные результаты**, полученные в диссертационной работе, опубликованы в 12 публикациях, в том числе 4 в изданиях из списка ВАК РФ (белый список).

Диссертация Каримова С. Б. является законченной научно-квалификационной работой, в которой разработан вариант метода асимптотического осреднения КМ со сложными трехмерными структурами армирования при конечных деформациях с использованием универсальных полунелинейных моделей упругих сред; разработан итерационный алгоритм решения задачи нелинейной упругости с конечными деформациями на полной ячейке периодичности на основе вариационной формулировки в скоростях; разработана методика построения аналитических эффективных определяющих соотно-

шений для нелинейно-упругих сред с периодической структурой, с использованием решений задач на полной ячейке периодичности; разработана методика решения многомасштабных задач нелинейной упругости с конечными деформациями для периодических сред.

Таким образом, диссертационная работа Каримова С. Б. соответствует критериям, установленным Положением ВАК о порядке присуждения ученых степеней и званий.

Каримов С. Б. является квалифицированным специалистом в области механики деформируемого твердого тела и заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.8. – «Механика деформируемого твердого тела».

Научный руководитель:

доктор физико-математических наук

заведующий кафедрой

«Вычислительная математика и математическая физика

(ФН-11)»

МГТУ им. Н.Э. Баумана,

профессор



Ю.И. Димитриенко

11.02.2026

Подпись Ю. И. Димитриенко заверяю

«ВЕРНО»

СПЕЦИАЛИСТ ПО ПЕРСОНАЛУ  
ПОВАДЯЕВА И.О.

ОТДЕЛ ПО ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ  
ЕДИНОЙ ПРИЕМНОЙ

УКСА  
МГТУ им. Н.Э. БАУМАНА

