



Акционерное общество «КОМПОЗИТ»



Пионерская ул., д. 4, г. Королёв, Московская область,
Россия, 141070
Телеграф БЕРЕЗА

тел. (495) 513-20-28, 513-23-29
канцелярия 513-22-56, факс (495) 516-06-17
e-mail: info@kompozit-mv.ru

ОКПО 56897835, ОГРН 1025002043813, ИНН / КПП 5018078448 / 501801001

08.06.2026 исх. № 0608-К05 ФГАОУ ВО НИИ МАИ

на № _____ от _____ Проректору по научной работе, д.т.н., доценту
Иванову А.В.
Волоколамское шоссе, д. 4,
г. Москва, 125993

Об отправке отзыва ведущей организации

Уважаемый Андрей Владимирович!

В ответ на Ваш исх. от 05.05.2026 № 035-10-226д-4 направляю Вам отзыв ведущей организации на диссертацию Каримова Сунната Бахтияровича на тему «Моделирование нелинейно-упругих композиционных материалов с конечными деформациями методом асимптотического осреднения».

Приложение:

Отзыв ведущей организации – 5 л., 2 экз.

С уважением,
Первый заместитель генерального директора  А.Э. Дворецкий

Сергеева Елена Сергеевна
+7-495-513-23-51

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

«10» 06 2026г.



Акционерное общество «КОМПОЗИТ»



Пионерская ул., д. 4, г. Королёв, Московская область,
Россия, 141070
Телеграф БЕРЕЗА

тел. (495) 513-20-28, 513-23-29
канцелярия 513-22-56, факс (495) 516-06-17
e-mail: info@kompozit-mv.ru

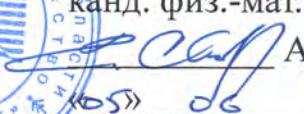
ОКПО 56897835, ОГРН 1025002043813, ИНН / КПП 5018078448 / 501801001

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель
генерального директора

АО «Композит»,

канд. физ.-мат. наук,

 А.Э. Дворецкий

«05» _____ 2026 г.



Отзыв

ведущей организации

на диссертационную работу

Каримова Сунната Бахтияровича

**«Моделирование нелинейно-упругих композиционных материалов с
конечными деформациями методом асимптотического осреднения»,**

представленную на соискание учёной степени

кандидата физико-математических наук по специальности

1.1.8. – «Механика деформируемого твёрдого тела»

Исследование процессов деформирования композиционных материалов при конечных деформациях представляет значительный интерес для современной механики деформируемого твёрдого тела и вычислительной механики. Композиционные материалы широко применяют в авиационной технике, транспортном машиностроении, энергетике и других областях промышленности, где элементы конструкций работают в условиях сложного напряжённо-деформированного состояния и значительных перемещений.

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

«10» 06 2026 г.

В связи с этим разработка эффективных математических моделей и вычислительных методов, позволяющих учитывать сложную периодическую структуру композиционного материала и нелинейный характер его деформирования, является **актуальной научной задачей**. Особую важность приобретают методы многомасштабного моделирования, основанные на процедурах осреднения и позволяющие получать эффективные характеристики композиционных сред.

В диссертационной работе Каримова С.Б. разработан вариант метода асимптотического осреднения для нелинейно-упругих композиционных материалов с конечными деформациями. Предложенные подходы ориентированы на моделирование материалов со сложной структурой армирования и имеют существенное значение для развития методов расчёта композиционных конструкций.

Диссертационная работа Каримова С.Б. посвящена разработке методики построения эффективных определяющих соотношений для изотропных и ортотропных КМ с конечными деформациями с использованием универсальных полулинейных моделей упругих сред и варианта метода асимптотического осреднения, а также методики многомасштабного моделирования конструкций, изготовленных с использованием композиционных материалов данного класса.

Диссертация состоит из введения, трёх глав, заключения, списка литературы и изложена на 155 страницах.

Во введении дан краткий литературный обзор, обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цель и задачи работы, представлены научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

В первой главе выполнена постановка задачи нелинейной теории упругости для периодических композиционных сред с конечными деформациями. Разработан математический аппарат метода асимптотического осреднения, построены асимптотические разложения и сформулированы локальные задачи на ячейке периодичности. Значительное внимание уделено конечно-элементной реализации метода.

Во второй главе разработана методика построения аналитических эффективных определяющих соотношений для нелинейно-упругих сред с периодической структурой. Рассмотрены вопросы идентификации параметров моделей по результатам численного моделирования.

Третья глава посвящена решению прикладных многомасштабных задач нелинейной упругости для периодических сред. Представлены результаты моделирования элементов конструкций из нелинейно-упругих композиционных материалов при конечных деформациях.

Научная новизна работы Каримова С.Б. заключается в том, что в ней разработан вариант метода асимптотического осреднения композиционных материалов со сложными трехмерными структурами армирования при конечных деформациях с использованием универсальных полулинейных моделей упругих сред. Разработан итерационный метод решения задачи нелинейной упругости с конечными деформациями на полной ячейке периодичности без использования дополнительных предположений относительно симметрии ячейки периодичности на основе вариационной формулировки в скоростях. Разработана методика построения аналитических эффективных определяющих соотношений 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.

Достоверность результатов диссертационной работы обеспечивается использованием фундаментальных положений нелинейной механики сплошных сред, корректным применением метода асимптотических разложений и метода конечных элементов, а также последовательностью математических выводов.

Полученные результаты согласуются с современными представлениями о поведении композиционных материалов при больших деформациях и обладают физической обоснованностью.

Практическая значимость диссертации заключается в возможности применения разработанного метода получения эффективных определяющих соотношений для изотропных и ортотропных нелинейно-упругих

композиционных материалов для проектирования такого класса материалов с заданными свойствами и многомасштабного анализа напряженно-деформированного состояния конструкций из таких материалов с решением задач как на микро-, так и на макроуровне.

Основные результаты работы в достаточной степени опубликованы: в 12 научных работах, в том числе 4 в изданиях из списка ВАК РФ (белый список). Автореферат отражает содержание диссертации.

Из замечаний отмечено следующее:

1. Возможность использования быстроосциллирующей функции для описания зависимости полей от локальных координат при моделировании конечных деформаций, особенно при значениях деформаций, сопоставимых с характерными размерами ячейки периодичности композиционного материала, недостаточно обоснована.

2. Из текста диссертации неясно как использованные модели A_n описывают поведение композиционных материалов при нагружении сжатием.

3. В диссертации описано использование моделей A_n , в общем случае нелинейных, однако сравнение диаграмм деформирования при растяжении проведено для материала КМ2, экспериментально полученная диаграмма деформирования которого является линейной.

4. Из текста диссертации неясно, была ли проведена верификация расчетно-полученных диаграмм деформирования материалов КМ1 и КМ2.

5. В тексте диссертации отсутствует пример моделирования объекта из тканевого композиционного материала КМ1. В главе 3 представленной работы приведены решения многомасштабных задач нелинейной упругости для периодических сред на примерах амортизатора из дисперсно-армированного сферами материала КМ2 и колеса, в состав которого входит шина также из материала КМ2.

6. Тексты диссертации и автореферата содержат неточности редакционного характера и погрешности оформления.

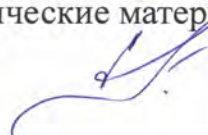
Данные замечания носят рекомендательный характер и не снижают общей высокой оценки проведенных исследований.

Диссертационная работа Каримова Сунната Бахтияровича «Моделирование нелинейно-упругих композиционных материалов с конечными деформациями методом асимптотического осреднения» является завершённой научно-квалификационной работой, содержащей новые научные результаты в области механики деформируемого твёрдого тела.

Диссертация соответствует требованиям, предъявляемым ВАК Российской Федерации к кандидатским диссертациям, установленным Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (ред. от 16.10.2024), а её автор, Каримов Суннат Бахтиярович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.8 — «Механика деформируемого твёрдого тела».

Отзыв обсуждён и утверждён на заседании Подсекции комплекса «Неметаллические материалы» Акционерного Общества «Композит» протокол № П-26-12 от 29 мая 2026 г.

Секретарь Подсекции комплекса «Неметаллические материалы» АО «Композит»,
начальник сектора, канд. физ. – мат. наук



Е.С. Сергеева

Заместитель начальника отделения – начальник отдела АО «Композит»,
доцент, канд. техн. наук



И.В. Магнитский

АО «Композит»

Адрес: 141070, Россия, г. Королёв, ул. Пионерская, д. 4.

Сайт: <https://kompozit-mv.ru/>

Телефон: +7 (495) 513-22-56

Факс: (495) 516-06-17

Электронная почта: info@kompozit-mv.ru

С отзывом ознакомлен 10.06.2026  Каримов С.Б.