

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям

Пермского национального

исследовательского

политехнического университета,

доктор физико-математических наук,

доц



—
« 2

И. Швейкин

___ 2025 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования

«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

Министерства науки и высшего образования Российской Федерации

Диссертация «Математические модели механического отклика и дизайна структурно-неоднородных сред с учетом многоточечных взаимодействий» выполнена на кафедре «Динамика и прочность машин» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет».

В период подготовки диссертации соискатель Ташкинов Михаил Анатольевич работал в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» на кафедре «Динамика и прочность машин» в должности доцента, в научно-исследовательской лаборатории интеллектуальных материалов и конструкций на должности заведующего лаборатории (по совместительству), в научно-исследовательской

лаборатории «Механика биосовместимых материалов и устройств» на должности ведущего научного сотрудника, заведующего лабораторией (по совместительству).

В 2007 году окончил с отличием федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пермский государственный технический университет» по направлению подготовки «Прикладная математика и информатика» (бакалавр), в 2009 году окончил с отличием федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пермский государственный технический университет» по направлению подготовки «Прикладная математика и информатика» (магистр). В 2011 году решением диссертационного совета при Институте механики сплошных сред Уральского отделения РАН присуждена ученая степень кандидата физико-математических наук.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

1. Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации, заключается в следующем:

Автором выполнены аналитический обзор литературы по тематике работы, постановка задач, обоснование и формулировка основных положений, определяющих научную новизну и практическую значимость исследования, разработка моделей и алгоритмов их реализации, создание комплексов программ, проведение вычислительных экспериментов, анализ и обобщение аналитических и численных результатов моделирования, формулировка выводов.

2. Научная новизна диссертационного исследования, заключается в следующем:

- Разработан комплекс новых математических моделей, определяющих взаимосвязь между морфологией и механическим откликом многокомпонентных неоднородных сред на основе решения стохастической краевой задачи в многоточечном приближении.

- Разработаны и верифицированы новые вычислительные методы для прогнозирования локального механического отклика неоднородных сред на основе формализованных данных о микроструктуре с учетом многоточечных микроструктурных взаимодействий.
- Создана новая модель для вычисления эффективных упругих свойств неоднородных сред в многоточечных приближениях.
- Созданы и апробированы математические модели для дизайна, адаптации и поиска эквивалентных неоднородных сред с учетом морфологических и физико-механических параметров.
- Разработаны новые алгоритмы и программные инструменты для решения задач механики и дизайна неоднородных сред.

3. Степень достоверности результатов проведенных исследований

подтверждается удовлетворительным соответствием результатов численного моделирования экспериментальным данным, обеспечивается сходимостью вычислительных алгоритмов программ, воспроизводимостью полученных результатов. Содержащиеся в работе положения и выводы также подтверждены сопоставлением результатов, полученных на основе различных методик и приближений.

4. Практическая и теоретическая значимость диссертационного исследования:

Теоретическая значимость работы состоит в создании научных основ для проектирования неоднородных материалов и конструкций. Разработанные модели и методы решения стохастических краевых задач механики композитов могут быть использованы создания материалов с заранее заданным комплексом свойств и оценки вероятностей их разрушения. Методы реконструкции, учитывающие многоточечные статистические характеристики, могут быть использованы для создания структур с оптимальными, либо рациональными, свойствами, адаптированными для решения конкретных задач.

Практическая значимость работы заключается в разработке математических моделей, методов и алгоритмов, оформленных в виде зарегистрированных программных продуктов, которые могут быть использованы научно-исследовательскими и проектно-конструкторскими организациями, занимающимися разработкой и проектированием конструкций из неоднородных материалов, а также неоднородных структур для различных областей применения.

5. Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем

По теме диссертации опубликовано 106 печатных работ, в том числе 42 статьи в изданиях Web of Science и/или Scopus, из них 21 статья в журналах первого и второго квартиля. Получено 22 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ.

Основные положения и результаты работы отражены в следующих научных публикациях в журналах:

1. **Tashkinov M.** Statistical methods for mechanical characterization of randomly reinforced media / **M. Tashkinov** // Mechanics of Advanced Materials and Modern Processes. – 2017. – Vol. 3. – № 1. – P. 18.

Соискателем рассмотрены современные методы моделирования механического поведения материалов с неоднородной микроструктурой, обладающих уникальными свойствами для конкретных применений. Особое внимание уделено статистическим и вероятностным инструментам, применяемым для описания случайного распределения армирующих фаз в композиционных материалах. Приведены методы описания геометрии микроструктуры, её реконструкции, а также использование статистических показателей в методах гомогенизации и анализе локальных стохастических полей напряжений и деформаций. Авторский вклад 100%.

2. **Tashkinov M.** Micro-scale modeling of phase-level elastic fields of SiC reinforced metal matrix multiphase composites using statistical approach / **M. Tashkinov** // Computational Materials Science. – 2016. – Vol. 116. – P. 113-121. **Wos, Scopus, Q1**

Соискателем были созданы модели, описывающие микроструктуру многокомпонентных материалов с использованием моментных функций различных порядков. На основе решения

краевой задачи в статистической постановке получены аналитические выражения для статистики локальных полей напряжений и деформаций. Разработанная аналитическая модель учитывает как геометрические параметры микроструктуры, так и физико-механические свойства компонентов. Проведён анализ многокомпонентных композитов Ti+SiC и Al+SiC с получением численных результатов, демонстрирующих влияние микроструктурных параметров на поведение каждой фазы. Авторский вклад 100%.

3. Tashkinov M. A. Correlation functions of stress and strain fields in micro-heterogeneous media / **M. A. Tashkinov**, N. V. Mikhailova // PNRPU Mechanics Bulletin. – 2016. – № 4. – P. 35-51. **Wos, Scopus**

Соискателем рассмотрены представительные объёмы структурно-неоднородных материалов с однородными и изотропными компонентами, с помощью структурных моментных функций описана их геометрия. Выполнено статистическое осреднение интегро-дифференциальных уравнений на основе решения стохастических краевых задач в упругой и упругопластической постановке. Приведен алгоритм получения корреляционных функций напряжений и деформаций для разреженных структур с разными включениями, а также подобран аппроксимирующий вид для этих функций. Полученные результаты позволяют оценивать механическое поведение микроструктурных компонентов и предсказывать момент начала разрушения. Авторский вклад 75%.

4. Tashkinov M. Method of calculation of elastic effective properties of two-phase polydisperse media using multipoint statistical descriptors and the integral equations technique / **M. Tashkinov** // PNRPU Mechanics Bulletin. – 2019. – Vol. 2019. – № 2. – P. 203-214. **Wos, Scopus**

Соискателем выведены аналитические выражения, которые с использованием моментных функций высших порядков учитывают многочастичное взаимодействие микроструктурных элементов. Выполнено численное сравнение эффективных характеристик пористых полидисперсных сред с различной объемной долей сферических включений. Для численного решения интегро-дифференциальных уравнений применена глобальная адаптивная стратегия и методы обработки сингулярностей функции Грина. По итогам работы сделаны выводы об эффективности и ограничениях разработанного подхода. Авторский вклад 100%.

5. Tashkinov M. A. Multipoint stochastic approach to localization of microscale elastic behavior of random heterogeneous media / **M. A. Tashkinov** // Computers & Structures. – 2021. – Vol. 249. – P. 106474. **Wos, Scopus, Q1**

Соискатель разработал метод многоточечного стохастического анализа для определения

локального механического состояния элементов микроструктуры случайных неоднородных материалов. Разработаны модели, учитывающие случайность и вариации морфологических параметров на микромасштабном уровне, что позволило более точно предсказывать распределение напряжений и деформаций в представительных объемах материала с учетом их внутренней неоднородности. Это дало возможность исследовать взаимосвязь между микроструктурой и макроскопическим упругим поведением и улучшило понимание механики пористых и композитных материалов с учетом случайных вариаций микроархитектуры. Авторский вклад 100%.

6. Tashkinov M. A. Stochastical model of microstructural failure based on restoration of distributions laws for random stress and strain fields in microheterogeneous media / **M. A. Tashkinov** // PNRPU Mechanics Bulletin. – 2017. – № 4. – P. 76-91. **Wos, Scopus**

В работе соискателем разработан стохастический подход к анализу распределений полей напряжений и деформаций в неоднородных материалах со случайной микроструктурой. Проведен вывод параметров законов распределения на основе центральных моментов, полученных для полей в различных фазах материала. Предложен алгоритм расчета вероятности разрушения с использованием вероятностного представления критериев разрушения, а также стохастическая модель прогрессирующего разрушения компонентов представительного объема. Выполнено численное сравнение результатов стохастической модели с конечно-элементным моделированием, а также анализ применимости различных параметрических законов распределения для описания реального поля напряжений. Реализована методика оценки вероятностей разрушения при статическом нагружении конкретного представительного объема неоднородной структуры. Авторский вклад 100%.

7. Tashkinov M. Optimization of Elastic Properties of Composite Laminates Using Fiber-Optic Strain Sensors / **M. Tashkinov, V. Matveenko** // Applied Composite Materials. – 2020. – Vol. 27. – № 5. – P. 491-509. **Wos, Scopus, Q2**

В статье представлен комбинированный вычислительный и экспериментальный подход к оценке упругих механических свойств конструкций из ламинатных полимерных композитов. Соискателем разработан метод, в котором численное моделирование квазистатической деформации конструкции сочетается с экспериментальными измерениями деформаций с помощью волоконно-оптических датчиков деформации с решётками Брэгга, встроенных или прикрепленных к композиционному материалу. Для уточнения упругих констант предложен алгоритм решения обратных задач, обеспечивающий согласование экспериментальных

данных и результатов конечно-элементного моделирования. Эффективность алгоритма продемонстрирована на примерах. Авторский вклад 50%.

8. Pirogova Y. Elastic properties and compressive mechanical behaviour of closed-cell porous materials: Effect of microstructural morphology / Y. Pirogova, **M. Tashkinov**, I. Vindokurov, V. V. Silberschmidt // International Journal of Solids and Structures. – 2024. – Vol. 295. – P. 112791. **Wos, Scopus, Q1**

В данной работе соискатель создал алгоритмы для генерации трёхмерных моделей пористых сред с различными полиэдрическими формами пустот, а также вариацией статистических реализаций морфологических характеристик, таких как форма, размер и распределение пор. Морфология каждого объема формализована с помощью корреляционных функций второго и четвертого порядка. Проведен анализ распределения внутренних напряжений для оценки механического состояния конструкций. Авторский вклад 30%.

9. Lobov E. Mechanical Properties and Performance of 3D-Printed Acrylonitrile Butadiene Styrene Reinforced with Carbon, Glass and Basalt Short Fibers / E. Lobov, I. Vindokurov, **M. Tashkinov** // Polymers. – 2024. – Vol. 16. – № 8. – P. 1106. **Wos, Scopus, Q1**

Соискателем установлено, что армирование акрилонитрилбутадиенстирола (ABS) короткими волокнами при ориентации заполнения вдоль направления нагрузки значительно улучшает механические свойства — упругий модуль и прочность при растяжении повышаются более чем в 1,7 и 1,5 раза соответственно. Авторский вклад 30%.

10. Lobov E. Effect of Short Carbon Fiber Reinforcement on Mechanical Properties of 3D-Printed Acrylonitrile Butadiene Styrene / E. Lobov, A. Dobryднева, I. Vindokurov, **M. Tashkinov** // Polymers. – 2023. – Vol. 15. – № 9. – P. 2011. **Wos, Scopus, Q1**

Соискателем созданы модели конечных элементов для численного расчёта эффективных свойств, проведено сопоставление с аналитической гомогенизацией по методу Мори-Танака. Авторский вклад 25%.

11. Pirogova Y. Design of lattice structures for trabecular-bone scaffolds: comparative analysis of morphology and compressive mechanical behaviour / Y. Pirogova, **M. Tashkinov**, I. Vindokurov [et al.] // Biomechanics and Modeling in Mechanobiology. – 2025. **Wos, Scopus, Q1**

Соискателем созданы алгоритмы для генерации пористых структур различного типа, а также

методы анализа напряженно-деформированного состояния на основе сравнения распределений полей напряжений. Авторский вклад 25%.

12. Elenskaya N. TPMS-based scaffolds: Adaptation of morphological properties and mechanical response to reference tissue / N. Elenskaya, **M. Tashkinov**, V. V. Silberschmidt // International Journal of Solids and Structures. – 2025. – Vol. 315. – № January. – P. 113366. **Wos, Scopus, Q1**

Соискателем созданы программные алгоритмы для численного моделирования механического поведения пористых скаффолдов при сжатии и сдвиге, исследовано влияние типа и ориентации элементарных ячеек на распределение напряжений и механическую реакцию, что позволило выделить структуры с оптимальными характеристиками для замены повреждённых костных тканей. Авторский вклад 30%.

13. Elenskaya N. Understanding of trabecular-cortical transition zone: Numerical and experimental assessment of multi-morphology scaffolds / N. Elenskaya, **M. Tashkinov**, I. Vindokurov [et al.] // Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials. – 2023. – Vol. 147. – № November. – P. 106146. **Wos, Scopus, Q1**

Соискателем созданы алгоритмы и программные инструменты для изучения влияния параметров градиента и морфологии ячеек на распределение напряжений, на основе которых было показано, что плавный переход между клетками снижает риск структурных повреждений, что важно для проектирования персонализированных костных скаффолдов. Авторский вклад 30%.

14. Elenskaya N. Effect of degradation in polymer scaffolds on mechanical properties: Surface vs. bulk erosion / N. Elenskaya, P. Koryagina, **M. Tashkinov**, V. V. Silberschmidt // Computers in Biology and Medicine. – 2024. – Vol. 174. – № March. – P. 108402. **Wos, Scopus, Q1**

Соискателем были разработаны и реализованы программные алгоритмы для создания модели, позволяющей имитировать два основных типа процессов деградации скаффолдов под действием сжимающей нагрузки. Авторский вклад 30%.

15. Kononov E. Reconstruction of 3D Random Media from 2D Images: Generative Adversarial Learning Approach / E. Kononov, **M. Tashkinov**, V. V. Silberschmidt // Computer-Aided Design. – 2023. – Vol. 158. – P. 103498. **Wos, Scopus, Q1**

Соискателем разработаны программные алгоритмы для генерации пористых структур, а также подход для сопоставления морфологических характеристик неоднородных структур на основе

статистических дескрипторов. Авторский вклад 30%.

16. **Tashkinov M.** Composites with Re-Entrant Lattice: Effect of Filler on Auxetic Behaviour / **M. Tashkinov**, A. Tarasova, I. Vindokurov [et al.] // *Polymers*. – 2023. – Vol. 15. – № 20. – P. 4076. **Wos, Scopus, Q1**

Соискатель разработал численные для анализа влияния наполнителя с разными механическими свойствами на эффективное значение коэффициента Пуассона и механическое поведение композитов на основе ауксетичной решетки. Авторский вклад 25%.

17. **Tashkinov M.** Reconstruction of Random Structures Based on Generative Adversarial Networks: Statistical Variability of Mechanical and Morphological Properties / **M. Tashkinov**, Y. Pirogova, E. Kononov [et al.] // *Mathematics*. – 2024. – Vol. 13. – № 1. – P. 7. **Wos, Scopus, Q1**

Соискателем предложены и применены математические и статистические методы, позволяющие сравнивать реконструированные на основе нейронной сети модели с оригинальными, что позволило оценить качество восстановления и предсказание поведения материалов с учетом случайных вариаций. Авторский вклад 25%.

18. **Tashkinov M.** Method of successive approximations in stochastic elastic boundary value problem for structurally heterogenous materials / **M. Tashkinov**, V. Wildemann, N. Mikhailova // *Computational Materials Science*. – 2012. – Vol. 52. – № 1. – P. 101-106. **Wos, Scopus, Q1**

Соискатель разработал метод последовательных приближений для решения стохастической краевой задачи упругости в структурно-неоднородных средах, учитывая случайное расположение включений и микроструктурные параметры. Во втором приближении получены аналитические выражения для статистических характеристик полей напряжений и деформаций компонентов композитов, используя многоточечные моментные функции высокого порядка, что позволило более точно моделировать упругопластическое поведение сложных материалов с учетом их микроструктурной случайности. Авторский вклад 60%.

19. **Tashkinov M.** Statistical characteristics of structural stochastic stress and strain fields in polydisperse heterogeneous solid media / **M. Tashkinov** // *Computational Materials Science*. – 2014. – Vol. 94. – № C. – P. 44-50. **Wos, Scopus, Q1**

Соискатель разработал методику вычисления статистических характеристик полей напряжений и деформаций в компонентах структурно-неоднородных полидисперсных сред с учетом микроструктурных параметров. В работе применен стохастический подход с

использованием многоточечных моментных функций высокого порядка для решения краевых задач в упругопластической постановке. Созданы трехмерные модели представительного объема с полидисперсными эллипсоидными включениями, для которых рассчитаны корреляционные функции до пятого порядка. Методика позволяет количественно описывать вариации и распределения напряжений и деформаций, учитывая случайное расположение и свойства включений в микроструктуре, что обеспечивает глубокое понимание процессов деформирования в гетерогенных композиционных материалах. Авторский вклад 100%.

20. Tashkinov M. Multipoint Approximation of Statistical Descriptors of Local Strain and Stress Fields in Heterogeneous Media Using Integral Equation Method / M. Tashkinov // Advances in Mathematical Physics. – 2018. – Vol. 2018. – P. 1-9. Wos, Scopus, Q2

Соискатель выполнил аналитическое исследование статистических характеристик полей локальных деформаций и напряжений в неоднородных средах с использованием метода интегральных уравнений. Он разработал многоточечные аппроксимации решений стохастических краевых задач теории упругости. При помощи метода функций Грина выражения представлены в виде интегральных уравнений. В итоге создана математическая база для описания распределения механических полей в сложных композитных материалах с заданной структурой. Авторский вклад 100%.

21. Tashkinov M. A. Modeling of the Effect of Microscale Morphological Parameters on the Deformation Behavior of Porous Materials with a Metal Matrix / M. A. Tashkinov, A. S. Shalimov // Physical Mesomechanics. – 2021. – Vol. 24. – № 5. – P. 618-624. Wos, Scopus, Q2

Соискатель разработал алгоритмы для моделирования пористых материалов с металлической матрицей открытого и закрытого типов методом конечных элементов в среде Abaqus Explicit с дискретизацией геометрии тетраэдральной сеткой. Авторский вклад 50%.

22. Tashkinov M. A. Method of successive approximations in a stochastic boundary-value problem in the elasticity theory of structurally heterogeneous media / M. A. Tashkinov, V. E. Vildeman, N. V. Mikhailova // Composites: Mechanics, Computations, Applications. – 2011. – Vol. 2. – № 1. – P. 21-37. Wos, Scopus

Соискатель разработал и применил метод последовательных приближений для решения стохастической краевой задачи теории упругости структурно-неоднородных сред, в частности, полидисперсных многокомпонентных композитов со случайным распределением включений. Предложен аналитический подход, учитывающий статистические характеристики

микроструктуры композита. Для вычисления этих характеристик использовались функции моментов первого и второго порядка, а решение задачи базировалось на методе функций Грина в упругой среде с учетом геометрических и механических свойств компонентов. Проведён анализ влияния микроструктурных параметров на поведение каждой фазы композита на примере двухкомпонентных материалов. Авторский вклад 60%.

23. **Tashkinov M. A.** Modeling of elastic behavior of multicomponent composite materials based on approximate solution of stochastic boundary value problems / **M. A. Tashkinov** // PNRPU Mechanics Bulletin. – 2015. – Vol. 2015. – № 3. – P. 165-181.

Wos, Scopus

Соискателем были выведены аналитические выражения для первых и вторых статистических моментов локальных полей напряжений в случае многокомпонентных материалов. Исследован пример двухкомпонентного композита, выполнен численный анализ влияния микроструктурных параметров на поведение фаз материала. Авторский вклад 100%.

Прочие работы по теме диссертационного исследования:

24. Dolgikh D. Introducing microarchitecture into 3D-printed prosthesis socket: Pressure distribution and mechanical performance / D. Dolgikh, M. Tashkinov, D. Sudoplatova, V. V Silberschmidt // Medical Engineering and Physics. – 2023. – Vol. 122. – № August. – P. 104075. **Wos, Scopus, Q2**

25. Dolgikh D. A. Pressure redistribution in additively manufactured composite prosthesis by architecture control / D. A. Dolgikh, M. A. Tashkinov, V. V. Silberschmidt // Multiscale and Multidisciplinary Modeling, Experiments and Design. – 2024. – Vol. 7. – № 3. – P. 1565-1580. **Wos, Scopus, Q2**

26. Enhancing the Strength of 3D-Printed Polymer Exoprosthetic Socket by Localized Non-Planar Continuous Carbon Fiber Reinforcement / D. Dolgikh, E. Lobov, I. Bezukladnikov [et al.] // Polymers. – 2025. – Vol. 17. – № 8. – P. 1097. **Wos, Scopus, Q1**

27. Kononov E. Efficient design of porous structures with superior mechanical properties using deep learning and multi-objective optimization / E. Kononov, M. Tashkinov // Structural and Multidisciplinary Optimization. – 2025. – Vol. 68. – № 7. **Wos, Scopus, Q1**

28. Tashkinov M. A. Stochastic modelling of deformation process in elastoplastic composites with randomly located inclusions using high order correlation functions / M. A. Tashkinov // PNRPU Mechanics Bulletin. – 2014. – Vol. 2014. – № 3. – P. 163-185. **Wos, Scopus**
29. Tashkinov M. A. Methods of Stochastic Mechanics for Characterization of Deformation in Randomly Reinforced Composite Materials / M. A. Tashkinov // Engineering Materials / eds. V. V Silberschmidt, V. P. Matveenko. – Cham : Springer, Cham, 2015. – Vol. 21. – P. 43-78. **Wos, Scopus**
30. Tashkinov M. Characterization of microstructure of fibrous composites using high-order correlation functions / M. Tashkinov // Solid State Phenomena. – 2016. – Vol. 243. – P. 121-129. **Wos, Scopus**
31. Tashkinov M. A. Optimization of mechanical characteristics of models of laminate composites using embedded optical fiber strain sensors / M. A. Tashkinov, V. P. Matveenko // PNRPU Mechanics Bulletin. – 2018. – Vol. 2018. – № 4. – P. 136-144. **Wos, Scopus**
32. Elenskaya N. V. Numerical Modeling of the Deformation Behavior of Polymer Lattice Structures with a Density Gradient Based on Additive Technologies / N. V. Elenskaya, M. A. Tashkinov, V. V. Silberschmidt // Vestnik St. Petersburg University: Mathematics. – 2022. – Vol. 55. – № 4. – P. 443-452. **Wos, Scopus**
33. Ташкинов М. А. Многоточечные моментные функции структурных свойств полидисперсных композитов / М. А. Ташкинов // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия «Физико-математические науки». – 2011. – Vol. 2(23). – № 23. – P. 74-82. **RSCI**
34. Tashkinov M. High order multipoint approximations of stochastic elastic boundary value problem for polydisperse composites / M. Tashkinov, N. Mikhailova, V. Wildemann // ECCM 2012 - Composites at Venice, Proceedings of the 15th European Conference on Composite Materials. – 2012. **Scopus**
35. Tashkinov M. Probabilistic description of stochastic processes of structural failure in advanced polydisperse composites / M. Tashkinov // 11th World Congress on Computational Mechanics, WCCM 2014, 5th European Conference on

Computational Mechanics, ECCM 2014 and 6th European Conference on Computational Fluid Dynamics, ECFD 2014. – International Center for Numerical Methods in Engineering, 2014. – P. 237-244. **Wos, Scopus**

36. Tashkinov M. Characterisation of micro-scale mechanical behaviour of multiphase composites using stochastic boundary value problem solutions / M. Tashkinov, N. Mikhailova, V. Wildemann // ICCM International Conferences on Composite Materials. – 2015. – Vols. 2015-July. – № July. – P. 19-24. **Scopus**

37. Tashkinov M. Model of damage evolution in elements of sandwich panels with transversely isotropic properties using multi-criteria approach / M. Tashkinov, V. Wildemann, A. Anoshkin, A. Tashkinov // ECCM 2016 - Proceeding of the 17th European Conference on Composite Materials. – European Conference on Composite Materials, ECCM, 2016. – P. 26-30. **Scopus**

38. Mikhailova N. Correlation functions for strain fields in elastic-plastic composites with random microstructure / N. Mikhailova, M. Tashkinov // AIP Conference Proceedings. – American Institute of Physics Inc., 2016. – Vol. 1785. – P. 040039. **Wos, Scopus**

39. Tashkinov M. Method of assessment of mechanical characteristics of quasi-isotropic composite laminates using experimental data from fiber- optic strain sensors / M. Tashkinov, V. Matveenko // Procedia Structural Integrity. – 2017. – Vol. 5. – P. 577-583. **Wos, Scopus**

40. Tashkinov M. Estimation of microstructural failure probability based on restoration of the field distributions laws in components of heterogenous media / M. Tashkinov, E. Spaskova // Procedia Structural Integrity. – Elsevier B.V., 2017. – Vol. 5. – P. 608-613. **Wos, Scopus**

41. Tashkinov M. Multiscale Statistical Model of Progressive Failure in Random Heterogeneous Media / M. Tashkinov // Lecture Notes in Mechanical Engineering. – Pleiades Publishing, 2019. – Vol. Part F6. – P. 114-123. **Scopus**

42. Pirogova Y. Effect of voids shape on deformation of 3D-printed closed-cell porous structures / Y. Pirogova, M. Tashkinov // Procedia Structural Integrity. – 2021. – Vol. 37. – № C. – P. 1049-1056. **Wos, Scopus**

Свидетельства о регистрации программ для ЭВМ:

43. Ташкинов М.А. Программный продукт для создания конечно-элементных моделей представительных объемов композитов с короткими волокнами. – Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2025661295 от 05 мая 2025 г.
44. Ташкинов М.А. Вычислительный модуль для создания геометрических и конечно-элементных моделей неоднородных сред с упорядоченными включениями полиэдральной формы – Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2022682491 от 23 ноября 2022 г.
45. Ташкинов М.А. Вычислительный модуль для создания геометрических и конечно-элементных моделей неоднородных структур с геометрией на основе диаграмм Вороного – Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2022683855 от 08 декабря 2022 г.
46. Ташкинов М.А. Вычислительный модуль для создания двухфазных воксельных конечно-элементных моделей на основе произвольной трехмерной геометрии – Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2022682374 от 22 ноября 2022 г.
47. Еленская Н.В., Кононов Е.А., Пирогова Ю.В., Ташкинов М.А. Программа для оценки статистического распределения полей на основе данных конечно-элементных моделей – Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2022684067 от 12 декабря 2022 г.
48. Еленская Н.В., Ташкинов М.А. Программа для генерации конечно-элементных функционально-градиентных структур на основе трижды периодических минимальных поверхностей – Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2022684068 от 12 декабря 2022 г.
49. Ташкинов М.А. Вычислительный модуль для создания представительных объемов неоднородных сред с включениями полиэдральной формы – Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2021682062 от 29 декабря 2021 г.

50. Ташкинов М.А. Вычислительный модуль для тетраэдральной дискретизации закрытоячеистых неоднородных структур – Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2021682061 от 29 декабря 2021 г.
51. Ташкинов М.А. Вычислительный модуль для создания тетраэдральных конечно-элементных моделей для представительных объемов трехмерных взаимопроникающих структур – Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2020664276 от 11 ноября 2020 г.
52. Ташкинов М.А. Вычислительный модуль для расчета значений многоточечных статистических инструментов математической морфологии с использованием методов численного интегрирования – Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2020664275 от 11 ноября 2020 г.
53. Ташкинов М.А. Вычислительный модуль для создания воксельных конечно-элементных моделей на основе морфологии представительных объемов – Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2020664121 от 09 ноября 2020 г.
54. Ташкинов М.А. Вычислительный модуль для генерации статистически эквивалентных двумерных микроструктур на основе методов машинного обучения – Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2020664274 от 11 ноября 2020 г.
55. Ташкинов М.А. Вычислительный модуль для расчета вероятности разрушения компонент неоднородной среды на основе анализа распределения микроструктурных полей напряжений – Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2018661308 от 05 сентября 2018 г.
56. Ташкинов М.А. Вычислительный модуль для анализа прогрессирующего разрушения представительных объемов неоднородной среды на основе данных о распределении значений критериев разрушения в компонентах – Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2018661309 от 05 сентября 2018 г.

57. Ташкинов М.А. Модуль для вычисления эффективных свойств многокомпонентных материалов на основе анализа распределения полей напряжений и деформаций в представительных объемах – Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2018610436 от 11 января 2018 г.
58. Ташкинов М.А. Вычислительный модуль для расчета центрального момента третьего порядка полей напряжений и деформаций в компонентах неоднородной среды – Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2017619872 от 08 сентября 2017 г.
59. Ташкинов М.А. Вычислительный модуль для расчета параметров законов распределения полей напряжений и деформаций в компонентах неоднородных сред – Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2017619531 от 25 августа 2017 г.
60. Ташкинов М.А. Вычислительный модуль для расчета первого приближения условных и безусловных моментов полей напряжений и деформаций в многокомпонентных неоднородных средах в упругом случае – Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2016661133 от 30 сентября 2016 г.
61. Ташкинов М.А. Вычислительный модуль для численного решения интегро-дифференциальных уравнений, содержащих функцию Грина – Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2016661176 от 03 октября 2016 г.
62. Ташкинов М.А. Вычислительный модуль для генерации и анализа трехмерных многофазных представительных объемов композитов со сферическими включениями – Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2015661084 от 16 октября 2015 г.
63. Ташкинов М.А. Вычислительный модуль для построения и аппроксимации моментных функций представительных объемов двухфазных композитов – Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2015660369 от 29 сентября 2015 г.

64. Ташкинов М.А. Вычислительный модуль для синтеза трехмерных двухфазных представительных объемов композитов со сферическими и эллипсоидальными включениями – Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2015660370 от 29 сентября 2015 г.

6. Соответствие содержания диссертации специальности, по которой она рекомендуется к защите.

Представленная диссертационная работа «Математические модели механического отклика и дизайна структурно-неоднородных сред с учетом многоточечных взаимодействий» соответствует паспорту специальности 1.2.2. «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» (физико-математические науки). Работа соответствует п.1 «Разработка новых математических методов моделирования объектов и явлений», п.3 «Реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента» и п.8 «Комплексные исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента» паспорта научной специальности.

7. Соответствие диссертационной работы требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», «Порядка присуждения ученых степеней в ПНИПУ».

Диссертация Ташкинова Михаила Анатольевича отвечает требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842 (в редакциях от 21.04.2016 № 335 и 12.10.18 № 1168), требованиям «Порядка присуждения ученых степеней в ПНИПУ», предъявляемым к докторским диссертациям.

Диссертация «Математические модели механического отклика и дизайна структурно-неоднородных сред с учетом многоточечных взаимодействий» Ташкинова Михаила Анатольевича рекомендуется к защите на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

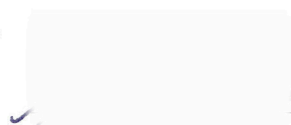
Заключение принято на заседании кафедры «Динамика и прочность машин».

Присутствовало на заседании 15 чел.. Результаты голосования: «за» – 15 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел., протокол № 3 от «29» сентября 2025 г.

Заведующий кафедрой

«Динамика и прочность машин»

д.т.н., профессор



Матвеенко В.П./

подпись

ФИО

Ученый секретарь кафедры

«Динамика и прочность машин»



/Келлер И.Э./

подпись

ФИО