

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.240.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ПРОБЛЕМ
МЕХАНИКИ ИМЕНИ А.Ю. ИШЛИНСКОГО РОССИЙСКОЙ
АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ ЯКОВЕНКО АНАСТАСИИ
АЛЕКСАНДРОВНЫ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело N _____
решение диссертационного совета
от 09 июня 2022 года, протокол № 4

О присуждении Яковенко Анастасии Александровне, гражданке Российской Федерации ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Моделирование дискретного контакта упругих и вязкоупругих тел» по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела принята к защите 05 апреля 2022 года, протокол № 2 диссертационным советом Д 002.240.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской академии наук (119526, Москва, проспект Вернадского, д. 101, к. 1, приказ о создании диссертационного совета № 105/нк от 11.04.2012)

Соискатель Яковенко Анастасия Александровна, 15 февраля 1994 года рождения, в 2018 г. окончила Факультет аэрофизики и космических исследований Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)» по специальности 03.04.01 - «Прикладные математика и физика». Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2022 году Федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)». Яковенко А.А. работает в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской академии наук в должности младшего научного сотрудника.

Диссертация выполнена в лаборатории трибологии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской академии наук.

Научный руководитель – академик РАН Горячева Ирина Георгиевна. Работает в Федеральном государственного бюджетного учреждения науки Институте проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской академии наук в должности главного научного сотрудника лаборатории трибологии.

Официальные оппоненты:

Пожарский Дмитрий Александрович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой «Прикладная математика» (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет»), отсутствует по уважительной причине;

Волков-Богородский Дмитрий Борисович, кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник отдела механики структурированной и гетерогенной среды (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт прикладной механики Российской академии наук),

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет». В своем положительном заключении, подписанном заведующим кафедрой теории упругости Института математики, механики и компьютерных наук им. И. И. Воровича Южного федерального университета, доктором физико-математических наук Ватульяном А.О. указала, что в диссертации сформулированные научные результаты несут в себе не только теоретическую, но и практическую значимость. Так, построенная в первой главе модель взаимодействия с упругим телом системы узких штампов может быть использована для описания взаимодействия с мягкими тканями зажимных инструментов, которые на своей рабочей поверхности зачастую имеют систему выступов такой формы. Полученные аналитические зависимости при этом являются необходимым звеном при создании нового медицинского оборудования, включая роботизированные системы.

Соискатель имеет 23 опубликованных работы, из них по теме диссертации опубликовано 23 научных работы, изданных в периодических научных изданиях, сборниках материалов и тезисах докладов

международных и всероссийских конференций, в том числе 6 статей в научных журналах и изданиях, которые включены в перечень рецензируемых научных журналов и изданий для опубликования основных научных результатов диссертаций.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Яковенко А.А. Моделирование контактного взаимодействия захватывающего инструмента с биологической тканью // Российский журнал биомеханики. 2017. Т. 21, № 4. С. 418-428.
2. Yakovenko A., Goryacheva I., Dosaev M. Contact characteristics of medical forceps indentation to soft tissue // EuCoMeS 2018. Mechanisms and Machine Science. 2019. V. 59. P. 3-10.
3. Яковенко А.А. Внедрение цилиндра с различной формой торцевой поверхности в вязкоупругое полупространство // Российский журнал биомеханики. 2020. Т. 24, № 3. С. 344–363.
4. Горячева И.Г., Яковенко А.А. Моделирование внедрения цилиндра в вязкоупругий слой // Изв. РАН. МТТ. 2020. Т. 55, № 5. С. 64-75.
5. Yakovenko A., Goryacheva I. The periodic contact problem for spherical indenters and viscoelastic half-space // Tribol. Int. 2021. V. 161. 107078.
6. Горячева И.Г., Яковенко А.А. Внедрение в тонкий вязкоупругий слой жесткого цилиндра с плоским шероховатым основанием // ПМТФ. 2021. Т. 62, № 5. С. 22-37.

В работах [1-6] автором построено решение контактных задач единичного и множественного контакта упругих и вязкоупругих тел, математические постановки которых были предложены научным руководителем Горячевой И.Г. Все необходимые расчёты были проведены автором самостоятельно, анализ полученных результатов проводился совместно с Горячевой И.Г.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от:

- Д.ф.-м.н., профессора, заведующего кафедрой теории упругости Института математики, механики и компьютерных наук им. И.И. Воровича Южного федерального университета Ватульяна А.О., который наряду с положительным отзывом сделал следующие замечания:
1) Отметим, что список работ, посвященных теме диссертационной работы, неполон. Из поля зрения автора ускользнула книга И.И. Аргатов, Н.Н. Дмитриев «Основы теории упругого дискретного контакта», 2003, в которой освещены многие из вопросов моделирования исследуемых объектов. 2) В работе представлена схема моделирования при множественном контакте, когда повороты штампов относительно

вертикальной оси отсутствуют, соответственно условий на моменты не требуется. Было бы интересно выяснить, какова погрешность отыскания решений контактных задач при пренебрежении поворотами. 3) Для используемой далее в рамках принципа соответствия (2.16) функции релаксации необходимо было бы отметить неравенство между временами ползучести и релаксации, при которых эта модель действительно описывает релаксацию.

- Д.ф.-м.н., профессора, заведующего кафедрой «Прикладная математика» ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет» Пожарского Д.А., который наряду с положительным отзывом сделала следующие замечания: 1) На с. 41 речь идет о малости размерной величины $a/\ln(\ln(a/b))$. Неясно, по сравнению с чем должна быть мала эта величина. 2) На с. 46, последняя строка формул (2.1), неясно, почему величина e_{ij} в одном случае зависит от трех аргументов, а в другом случае только от двух аргументов. 3) На с. 60 не указан смысл параметров A_0 , A_1 для тонкого слоя. 4) На с. 61 неясен смысл фразы после формулы (2.27): «Так как способ закрепления слоя к жесткому основанию влияет только на значения числовых параметров a_0 , a_1 , A_0 и A_1 в асимптотических выражениях для давления и нагрузки и не влияют на зависимость этих величин от координаты r и от времени, то рассмотрим только случай отсутствия трения.» При чем тут трение? При учете трения может меняться тип особенности контактного давления. 5) На с. 73 в формуле (3.5) под корнем вместо r , видимо, должно быть r^2 . 6) В диссертации имеются мелкие опечатки, например, на с. 74, абзац перед формулой (3.7) начинается «Интегрально уравнение». На с. 47 пропущен номер формулы (2.2).
- К.ф.-м.н., ведущего научного сотрудника ФГБУН Института прикладной механики Волкова-Богородского Д.Б., который наряду с положительным отзывом сделал следующие замечания: 1) В работе были рассмотрены различные модели вязкоупругого тела, для которых конкретизировались результаты решения задач дискретного контакта. Это были т.н. модель стандартного вязкоупругого тела, модель Максвелла, степенная модель релаксации и стержневая модель стандартного вязкоупругого тела ("стерженьковая модель", стр. 67). Во-первых, применяется странная терминология. Дифференциальные соотношения, определяющие закон деформирования, названный в диссертации "стержневой моделью", Ржаницын называет "основным упрощенным законом линейного деформирования вязкоупругого тела", а Работнов как раз моделью "стандартного вязкоупругого тела". А вот в отношении модели Максвелла

и модели стандартного вязкоупругого тела, как это понимается в диссертации, следует отметить, что эти модели описываются функциями релаксации или ползучести, которые представляют собой частный случай общего ряда экспонент (или ряда Прони), см. формулы (2.16), (3.37) и (3.41). Для модели Максвелла это одна экспонента, а для модели стандартного тела, это экспонента и константа. В этом смысле модель Максвелла и модель (2.16), являются частным случаем одного и того же математического объекта - ряда Прони. Имело бы смысл дать в задачах контакта результаты для общего случая ряда экспонент, тем более, что это обобщение не вызывает технических трудностей. Общий подход мог бы охватить широкий класс реальных материалов. Удовлетворительная аппроксимация начинается, как минимум, с трех членов ряда Прони - одна константа и две экспоненты с разными показателями. Это связано с тем обстоятельством, что реальные материалы имеют разную скорость релаксации в процессе деформирования, и одной экспоненты недостаточно, чтобы воспроизвести эту особенность. 2) В отношении системы узких в плане штампов (п.1.3), задача решена при определенных упрощающих предположениях, связанных с взаимодействием штампов в поперечном направлении, и с приближенным представлением для решения задачи Галина о давлении узкой балки на упругое полупространство, что накладывает "некоторые ограничения на расстояния между выступами" (стр. 41). В диссертации на это обращается внимание, однако, не дается никаких практических оценок и рекомендаций, которые бы могли дать фактические условия применимости для этих ограничений. 3) При решении задачи о внедрении цилиндра с плоским основанием в вязкоупругий тонкий слой (п. 2.3), используется асимптотическое представление для давления с константами аппроксимации A_0 и A_1 (см. стр. 60), для которых не сказано, как их определить через функцию $L(u)$, в отличие от асимптотического представления для толстого слоя, где аналогичные константы были определены однозначно. 4) В отношении численных методов, используемых при расчете конкретных результатов: для вычисления интегралов, входящих в формулы (2.20) и (3.39) для давления в задачах о внедрении цилиндра со степенной формой торцевой поверхности (п.2.2) и о периодической системе штампов (п.3.4) предлагается использовать квадратурную формулу Симпсона для интегрирования сложного аналитического выражения, содержащего негладкие функции. Представляется, что формула Симпсона в данном случае может дать слишком большую погрешность. Гораздо более эффективным

инструментом были бы квадратурные формулы Гаусса, которые имеют высокую степень аппроксимации при относительно небольшом числе узлов интегрирования, и хорошо работают при интегрировании сложных аналитических выражений. 5) По ходу диссертации встречается некоторое число мелких опечаток и редакционных погрешностей, которые в целом не приводят к недоразумениям (например, "синусоидальной рельефом" на стр. 10, "следующе формулой", стр. 39, "интегрально уравнение", стр. 74 и т.д.).

- Д.т.н., академика НАН Беларуси, заведующим отделом трибологии Государственного научного учреждения «Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого НАН Беларуси Мышкина Н.К., который наряду с положительным отзывом сделал следующие замечания: 1) При формулировке контактных задач не указано, как учитываются касательные контактные напряжения, а также способ опирания деформируемого слоя на подстилающее основание. Можно предположить, что эти напряжения нулевые (трение в контакте отсутствует), а слой адгезионно соединен с жестким подстилающим основанием. 2) Не приведено обоснование использования в главах 2 и 3 диссертации различных аналитических выражений для описания формы поверхности цилиндрических штампов. 3) В тексте автореферата встречается обозначение разных параметров с одним символом. Символ A используется в выражении для функции $f(r)$ на стр. 18, в формуле (7) на стр. 21 и в формулах (9)-(11) на стр. 27. Символ t используется в формуле (4) на стр. 19 и в формуле (6) на стр. 21. Символ s используется в выражении для функции $f(r)$ на стр. 23 и в формуле (15) на стр. 31. 4) В формуле (15) на стр. 31, очевидно, следует использовать знак равенства, а не пропорциональности. 5) В тексте автореферата встречаются орфографические неточности, например, «...определяются упругими решениями в приближении толстого и тонкого слоя, полученные в работе...» (стр. 21); «...действия близлежащих штампов другого уровня заменялось нагрузкой ... » (стр. 24).
- Д.ф.-м.н., чл.-корр. РАН, главного научного сотрудника, зав. отделом механики, математики и нанотехнологий ФГБУН «Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук Калинин В.В., который наряду с положительным отзывом сделал следующие замечания: 1) В работе используется большое количество геометрических параметров, часть из которых отнесена к радиусу кривизны, другая к полуширине штампа. Желательно объяснить такой формат представления геометрических величин, поскольку, традиционно,

в подобных случаях используется единый формат обезразмеривания. 2) При исследовании задачи о внедрении системы узких штампов (стр.15) автор заменяет действие соседних штампов действием погонных нагрузок. Было бы желательно представить оценку такой замены.

- К.ф.-м.н., доцента кафедры механики композитов механико-математического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова Бобылева А.А., который наряду с положительным отзывом сделал следующие замечания: 1) При рассмотрении взаимодействия с упругим полупространством ограниченной системы узких в плане штампов (первая глава) используется упрощенное соотношение (1) на стр. 13 которое справедливо при определенном соотношении длины и ширины штампов. Стоило бы указать границы применимости этой формулы. 2) Не обоснован выбор геометрии периодических решеток в третьей главе: почему в случае одноуровневой системы рассматривается гексагональная решетка а в случае двухуровневой системы - квадратичная?
- Д.ф.-м.н., профессора кафедры «Высшая математика» ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения» Суворовой Т.В., которая наряду с положительным отзывом сделала следующие замечания: 1) Осталось неясным, позволяет ли решение задачи о внедрении цилиндра в вязкоупругий слой, построенное на стадии удержания, восстановить значения всех механических характеристик вязкоупругого слоя. 2) В автореферате остались без должного внимания интересные результаты о распределении давления в вязкоупругой среде под поверхностью штампов с различной формой основания в разные моменты времени.
- Д.ф.-м.н., академика РАН Института гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН Аннина Б.Д. Отзыв положительный, без замечаний. Отмечено, что соискателем была построена аналитическая модель внедрения в упругое полупространство узких штампов с учетом их взаимного влияния.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием у официальных оппонентов и представителя ведущей организации публикаций по теме работы соискателя:

1. Ватульян А.О., Парина Л.И. О волновых процессах в вязкоупругих топографических волноводах // Изв. РАН. МТТ. 2022. № 2. С. 50-60.
2. Vatulyan O.A., Morozova J.A., Plotkov D.K. Deformation of inhomogeneous elastic strip // STRUCTMAT. 2021. V. 141. P. 461-474.
3. Chebakov M.I., Kolosova E.M. Contact Interaction of an Axisymmetric Stamp and an Elastic Layer Fixed on a Poroelastic Base // Mech. Compos. Mater. 2021. V.

56, № 6. P.769-778.

4. Ватульян А.О., Плотников Д.К. К исследованию контактной задачи для неоднородной упругой полосы // ПММ. 2021. Т. 85, № 3. с. 285-295.

5. Ватульян А.О., Дударев В.В. К исследованию колебаний цилиндра с вязкоупругим покрытием // Вычислительная механика сплошных сред. 2021. Т. 14, № 3. С. 312-321.

6. Колосова Е.М., Чебаков М.И. Аналитическое решение осесимметричной контактной задачи для пороупругого слоя // Изв. РАН. МТТ. 2020. № 6. С. 116-124.

7. Ватульян А.О. Поддубный А.А. Об одной модели деформирования неоднородной полосы и идентификации ее свойств // Изв. вузов. Северо-кавказский регион. Сер. Естественные науки. 2019. № 4. С. 19-26.

8. Чебаков М.И., Колосова Е.М. Контактная задача для цилиндрического волновода периодической структуры // ПММ. 2019. Т. 83, № 2. С.331-340.

9. Ватульян А.О., Ляпин А.А., Коссович Е.А. Исследование упругопластических свойств угольных пород на основе метода индентирования // Изв.Изв. Сарат. ун-та. Нов.сер. Сер. Математика. Механика. Информатика. 2018. Т. 18, № 4. С. 412-420.

10. Ватульян А.О., Потетюнко О.А. Реконструкция реологических параметров закрепления неоднородной пластинки // Механика композиционных материалов и конструкций. 2018. Т. 24, № 1. С. 111-121.

11. Пожарский Д.А. Периодические контактные и смешанные задачи теории упругости (обзор) // Изв. ВУЗов. Северо-Кавказский регион. Серия: естественные науки. 2021. № 2. С. 22-33.

12. Пожарский Д.А., Пожарская Е.Д. Контактные задачи для неоднородного упругого клина с переменным коэффициентом Пуассона // Вестник ИШИПУ. Механика. 2021"№ 1. С. 63- 71.

13. Артамонова Е.А., Пожарский Д.А. Плоские трещины в трансверсально изотропном слое // ПММ. 2020. Т. 84, № 4. С. 500-510.

14. Pozhaiskii D.A., Sobol B.V., Vasiliev P.V. Periodic crack problems for an elastic layer // Mecl1. Adv. Mater. Struct. 2020. V. 29, № 3. P. 440-448.

15. Пожарский Д.А. Периодические системы трещин в трансверсально изотропном теле // Изв. РАН. МТТ. 2019. № 3. С. 54-63.

16. б. Пожарский Д.А., Золотов Н.Б. Контактные задачи для полых цилиндров из неоднородного материала // ПМТФ. 2019. Т. 60, № 6. С. 130-138.

17. Пожарский Д.А. Контактная задача для неоднородного цилиндра с переменным коэффициентом Пуассона // ПММ. 2019. Т. 83, № 2. С. 323-330.

18. Пожарский Д.А. К одной задаче Я.С. Уфлянда // ПММ. 2019. Т. 83, № 4.

С. 643-652.

19. Пожарский Д.А., Бедоидзе М.В., Пожарская Е.Д. Периодические контактные задачи для слоя// Изв. ВУЗов. Северо-Кавказский регион. Серия: естественные науки. 2019. № 1. С. 30-32.

20. Пожарский Д.А., Пожарская Е.Д. Контактные задачи для упругого неоднородного тела с цилиндрической шахтой// Вестник ПНИПУ. Механика. 2018. № 4. С. 200-208.

21. Пожарский Д.А. Периодическая система трещин в упругом клине// ПММ. 2018. Т. 82, № 3. С. 381-389.

22. Лурье С.А., Волков-Богородский Д.Б. Тензор Грина и решение задачи Буссинеска в обобщенной теории упругости// Известия Российской академии наук. Механика твердого тела. 2018. № 4. С.100:114.

23. Власов АН., Волков-Богородский Д.Б., Асимптотическое усреднение уравнений термовязкоупругости с быстроосциллирующими коэффициентами, Механика композиционных материалов и конструкций. 2018. Т. 24. № 2. С. 281-301.

24. D.B. Volkov-Bogorodskiy, S.A. Lurie, G.I.Kriven. Modeling the effective dynamic properties of fibercomposites modified across length scales // Nanosci. Technol. Int. J. 2018. V. 9. P. 117-138.

25. Волков-Богородский.Д.Б. Структура решений обобщенной задачи Эшелби и представление Гаусса для однородных полиномов //Механика композиционных материалов и конструкций. 2019. Т. 25, № 3. С. 416-422.

26.Власов А.Н., Волков-Богородский Д.Б., Карнет Ю.Н. Аналитико-численный подход к оценке свойств эластомерных композитов на базе параметрического метода асимптотического усреднения// Каучук и резина. 2019. Т. 78, № 2.С. 116-123.

27. Lurie S., Volkov-Bogorodskiy D., Moiseev E., Kholomeeva A. Radial multipliers in solutions of the Helmholtz equations// Integral Transforms and Special Functions. 2019. V. 30, № 4. P. 254-263.

28. Васильев В.В., Волков-Богородский Д.Б., Лурье С.А., Белов П.А. Несингулярные решения в механике трещин для градиентной теории упругости ортотропного тела//Композиты и наноструктуры. 2020. Т. 12, № 4. С. 158-166.

29. Власов А.Н., Волков-Богородский Д.Б., Корнев Ю.В. Влияние углеродных добавок на механические характеристики эпоксидного связующего// Известия Российской академии наук. Механика твердого тела. 2020. № 3. С.92-103.

30.Volkov-Bogorodskiy D.B., Moiseev E.I.Generalized Eshelby Problem in the Gradient Theory of Elasticity // Lobachevskii Journal of Mathematics. 2020. V. 41,

№ 10. P. 2082-2088.

31. Vlasov A.N., Volkov-Bogorodsky D.B., Savatorova V.L. Calculation of the effective properties of thermo-viscoelastic composites using asymptotic homogenization in parametric space // *Mechanics of Time-Dependent Materials*. 2021, doi:10.1007/s11043-021-09501-4.

32. Vlasov A.N., Volkov-Bogorodsky D.B. Application of the asymptotic homogenization in a parametric space to the modeling of structurally heterogeneous materials // *Journal of Computational and Applied Mathematics*. 2021, 390, doi:10.1016/j.cam.2020.113191.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

предложены аналитические методы исследования задач дискретного контакта как в случае ограниченного, так и произвольного числа жестких тел, внедряемых в упругое или вязкоупругое основание;

решены задачи о внедрении в упругое полупространство ограниченной системы узких в плане штампов и периодической разноуровневой системы осесимметричных штампов; о внедрении в вязкоупругое полупространство единичного штампа и периодической системы осесимметричных штампов; о внедрении в вязкоупругий слой цилиндрического штампа с гладким и шероховатым основанием;

изучен эффект взаимного влияния пятен контакта на контактные характеристики (распределение контактных давлений, фактическая площадь контакта, относительное сближение взаимодействующих поверхностей) на макро- и микроуровне.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

построена аналитическая модель контактного взаимодействия с упругим полупространством ограниченной системы узких в плане штампов с учетом их взаимного влияния;

проведено обобщение существующего метода локализации, разработанного для решения упругих периодических задач, на периодические контактные задачи для вязкоупругого полупространства;

разработан метод решения контактной задачи на макроуровне о внедрении в вязкоупругий слой единичного штампа с учетом шероховатости его контактирующей поверхности.

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

разработаны модели контактного взаимодействия, которые являются

необходимым звеном разработки нового медицинского оборудования, а также используются для планирования экспериментов и обработки экспериментальных данных с целью определения механических свойств (жесткость, вязкоупругие характеристики) различных материалов;

даны оценки влияния параметров микрорельефа контактирующих тел на практически важные характеристики контактного взаимодействия, в частности, на фактическую область контакта и величину сближения тел под действием заданной нагрузки.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что решения контактных задач построены с использованием известных положений теории упругости и вязкоупругости и корректным применением математических методов; решения контактных задач в предельных случаях согласуются с уже известными и опубликованными ранее решениями; численные результаты по разработанным моделям получены с использованием апробированных численных методов интегрирования и решения нелинейных систем уравнений.

Личный вклад соискателя состоит в построении решения контактных задач единичного и множественного контакта упругих и вязкоупругих тел, математические постановки которых были предложены научным руководителем, а также в самостоятельном проведении всех необходимых расчётов и анализе полученных результатов совместно с научным руководителем; вклад автора в основные публикации по результатам исследования составляет приблизительно 60-70%.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: дать оценку применимости упрощенных выражений, используемых в задаче о внедрении в упругое полупространство ограниченной системы узких в плане штампов; обосновать выбор геометрии штампов и их пространственного расположения; дать объяснение параметрам, входящим в решение задачи о внедрении в тонкий слой единичного цилиндра, и их связи со способом крепления слоя к недеформируемой подложке.

Соискатель ответил по существу на задаваемые ему в ходе заседания вопросы, дал пояснения по используемым контактными условиям в областях взаимодействия тел при постановке контактных задачах, а также привел аргументацию по использованным методам решения задач и получения численных результатов.

На заседании 09.06.2022 **Диссертационный совет принял решение** за существенный вклад в развитие аналитических подходов к решению задач контакта упругих и вязкоупругих тел с учетом их макроформы и

поверхностного микрорельефа и получение новых достоверных результатов, имеющих существенное значение для развития механики деформируемого твёрдого тела, присудить **Яковенко Анастасии Александровне** учёную степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – «Механика деформируемого твердого тела».

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 4 доктора наук по специальности 01.02.04 – “Механика деформируемого твердого тела”, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 16, против – нет, недействительных бюллетеней – 1.

Председатель диссертационного совета
Д 002.240.01 при ИПМех РАН,
академик РАН



Климов Д.М.

Ученый секретарь диссертационного совета
Д 002.240.01 при ИПМех РАН,
к.ф.-м.н.

Сысоева Е.Я.

10 июня 2022 г.