

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертационный совет: Д 212.125.05

Соискатель: Оконечников Анатолий Сергеевич

Тема диссертации: Нестационарное движение сосредоточенной нагрузки по границе упругой полуплоскости.

Специальность: 01.02.04. «Механика деформируемого твердого тела»

Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации:

На заседании 25 декабря 2015 года диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой научно – квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, и принял решение присудить Оконечникову Анатолию Сергеевичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

Присутствовали: *председатель диссертационного совета* Тарлаковский Д.В., *заместитель председателя диссертационного совета* Фирсанов В.В., *ученый секретарь диссертационного совета* Федотенков Г.В.

Члены диссертационного совета: Антуфьев Б.А., Бирюков В.И., Гришанина Т.В., Дмитриев В.Г., Дудченко А.А., Крахин О.И., Кузнецов Е.Б., Медведский А.Л., Мовчан А.А., Нерубайло Б.В., Сибиряков А.В., Сидоренко А.С., Солдатенков И.А., Туркин И.К., Тютюнников Н.П., Шклярчук Ф.Н.

Ученый секретарь диссертационного
совета Д 212.125.05 к.ф.-м.н., доцент

Федотенков Г.В.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.05
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)», МИНИСТЕРСТВО
ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ, ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК
аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от «25» декабря 2015 г. № 21
О присуждении Оконечникову Анатолию Сергеевичу, гражданину Рос-
сийской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Нестационарное движение сосредоточенной нагрузки по
границе упругой полуплоскости» по специальности 01.02.04 «Механика де-
формируемого твердого тела» принята к защите «21» октября 2015 г., прото-
кол № 20 диссертационным советом Д 212.125.05 на базе федерального госу-
дарственного бюджетного образовательного учреждения высшего образо-
вания «Московский авиационный институт (национальный исследовате-
льский университет)», Министерство образования и науки РФ, 125993, г.
Москва, Волоколамское шоссе, д. 4, А-80, ГСП-3, приказ о создании диссер-
тационного совета Д 212.125.05 – № 105/нк от «11» апреля 2012 г.

Соискатель Оконечников Анатолий Сергеевич 1989 года рождения, в
2012 году окончил федеральное государственное бюджетное образовате-
льное учреждение высшего профессионального образования «Московский
авиационный институт (национальный исследовательский университет)». В
период подготовки диссертации соискатель – Оконечников Анатолий Серге-
евич - обучался в очной аспирантуре федерального государственного бюд-
жетного образовательного учреждения высшего профессионального образо-
вания «Московский авиационный институт (национальный исследовате-
льский университет)», дата окончания обучения – 15.05.2016.

В настоящее время соискатель является аспирантом каф. 902 «Сопро-
тивление материалов, динамика и прочность машин» федерального государ-
ственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования

«Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Министерство образования и науки РФ.

Диссертация выполнена на кафедре «Сопротивление материалов, динамика и прочность машин» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Министерство образования и науки РФ.

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук, доцент Федотенков Григорий Валерьевич, доцент кафедры «Сопротивление материалов, динамика и прочность машин» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Министерство образования и науки РФ.

Официальные оппоненты:

Пшеничнов Сергей Геннадиевич, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник НИИ механики МГУ имени М.В. Ломоносова;

Горшков Александр Анатольевич, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры «Прикладная механика и основы конструирования» Московского государственного университета информационных технологий, радиотехники и электроники.

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация - Институт прикладной механики Российской Академии Наук (ИПРИМ РАН), в своем положительном заключении, подписанном старшим научным сотрудником отдела механики адаптивных и композиционных материалов и систем, кандидатом физико-математических наук, доцентом **Жаворонок С.И.**, утвержденным директором ИПРИМ РАН, доктором технических наук, профессором **Власовом А.Н.** указала, что представленная к защите диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук является законченной научно-квалификационной работой, в которой получено аналитическое решение

важной, актуальной как теоретически, так и в прикладном отношении задачи. В работе построено и полностью изучено решение для случая движения нагрузки с постоянной скоростью, учтено влияние параметров процесса, принимающих все возможные значения, а также изучено движение нагрузки со скоростью распространения упругих волн. Также представлен численно-аналитический метод решения для произвольного закона движения нормальной нагрузки вдоль границы упругой полуплоскости.

Диссертация удовлетворяет критериям, которым должны отвечать диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук в соответствии с п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ «О порядке присуждения ученых степеней» от 24 сентября 2013 года № 842 и рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 - «Механика деформируемого твердого тела».

Соискатель имеет 14 опубликованных работ, из которых 2 работы опубликованы в журналах из перечня, рекомендованного ВАК РФ. Остальные работы отражают доклады на российских и международных конференциях. В опубликованных работах в достаточной полноте раскрыты основные результаты диссертации.

Наиболее значимые работы.

1. Игумнов Л.А., Оконечников А.С., Тарлаковский Д.В., Белов А.А. Плоская нестационарная задача о движении поверхностной нагрузки по упругому полупространству // Математические методы и физико-механические поля - 2013.- Т.56, № 2. – С. 157 -163. Перевод: L.A. Igumnov, A.S. Okonechnikov, D.V. Tarlakovskii, and G.V. Fedotenkov Plane nonstationary problem of motion of the surface load over an elastic half-space // Journal of Mathematical Sciences. Vol. 174. No. 2. February. 2014. P 193-201. DOI 10.1007/s10958-014-2100-z.

2. Оконечников А.С., Тарлаковский Д.В., Федотенков Г.В. Нестационарное движение нормальной сосредоточенной нагрузки вдоль границы упругой полуплоскости // Электронный журнал Труды МАИ – 2015 – №82, https://www.mai.ru/upload/iblock/0f1/okonechnikov_tarlakovskiy_fedotenkov_rus.pdf

3. Оконечников А.С., Федотенков Г.В. Плоская нестационарная задача о движении поверхностной нагрузки по упругому полупространству // Не-

стационарные процессы деформирования элементов конструкций, обусловленные воздействием полей различной физической природы. – Львов: ИПИММ им. Я.С. Подстригача. – 2012. - С. 131 – 135.

4. Оконечников А.С., Тарлаковский Д.В., Федотенков Г.В. Плоская нестационарная задача о движении сосредоточенной нагрузки вдоль поверхности упругого полупространства по произвольному временному закону // Матер. X Междунар. научн. конф. «Импульсные процессы в механике сплошных сред» – Николаев: КП «Миколаївська областна друкарня», 2013. - С. 36-39. (264 с.)

5. Оконечников А.С., Федотенков Г.В. Нестационарная реакция упругой полуплоскости на воздействие нормальной подвижной сосредоточенной нагрузки // XI Всероссийский съезд по фундам. пробл. теоретич. и прикл. механ.-Казань, 2015, Аннотации докладов. – С. 210.

6. Оконечников А.С., Федотенков Г.В. Исследование воздействия подвижной сосредоточенной нагрузки на упругую полуплоскость // Матер. XXI междунар. симп. «Динам. и технолог. пробл. мех. констр. и сплош. сред» им. А.Г. Горшкова - М., 2015., том 2. – С. 55-56.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

от ведущей организации **Института прикладной механики Российской Академии Наук (ИПРИМ РАН)**, отзыв положительный;

от официального оппонента, **Пшеничнова Сергея Геннадиевича**, доктора физико-математических наук, старшего научного сотрудника, ведущего научного сотрудника НИИ механики МГУ, отзыв положительный;

от официального оппонента, **Горшкова Александра Анатольевича**, кандидата физико-математических наук, доцента, доцента кафедры «Прикладная механика и основы конструирования» Московского государственного университета информационных технологий, радиотехники и электроники, отзыв положительный;

от заведующего лабораторией Института проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, Москва, члена-корреспондента РАН, профессора, доктора физико-математических наук, **Гольдштейна Роберта Вениаминовича**, отзыв положительный.

от доцента ФГБОУ ВО Московского авиационного института (национального исследовательского университета), Москва, доцента, кандидата фи-

зико-математических наук, **Земскова Андрея Владимировича**, отзыв положительный.

от ведущего инженера лаборатории 202 Научно-исследовательского института механики МГУ им. М. В. Ломоносова, Москва, кандидата технических наук, **Коровайцевой Екатерины Анатольевны**, отзыв положительный.

от профессора кафедры математической теории упругости и биомеханики Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского, Саратов, доктора физико-математических наук, **Вильде Марии Владимировны**, отзыв положительный.

В поступивших отзывах отмечена актуальность темы диссертационного исследования, отмечены актуальность, новизна, достоверность полученных автором результатов и их практическая значимость.

В поступивших отзывах имеются замечания.

В отзыве ведущей организации **Института прикладной механики Российской Академии Наук** (ИПРИМ РАН) имеются следующие замечания:

1. В обзорной главе диссертации соискатель упоминает ряд работ, содержащих решения некоторых частных случаев рассматриваемых им задачи различными методами, например, работу Ю.Д. Каплунова, в библиографическом списке значащую под номером 55. В то же время сравнения полученных соискателем результатов с результатами, ранее полученных другими авторами, не приводится. Такой сравнительный анализ был бы вполне целесообразен как для обоснования достоверности полученных соискателем результатов, так и для обоснования эффективности предложенного метода решения нестационарной задачи динамики упругой полуплоскости.

2. Существует значительное количество решений стационарных задач о движении нормальной и касательных сил вдоль границы упругой полуплоскости. Представляется целесообразным также сравнение результатов, полученных на основе предложенного соискателем метода, с полученными ранее

результатами на базе перехода к постановке автомодельной задачи для упругой полуплоскости при действии стационарной подвижной нагрузки.

3. Замечено значительное количество опечаток, как тексте работы, так и в некоторых формулах. Так, например, в формуле (3.10), судя по структуре выражения для коэффициентов разложения, аналогичной (2.8), в знаменателе пропущен множитель $\pi\eta^4$.

4. В диссертационной работе получены решения только для случая действия нормальной нагрузки и для нормального компонента перемещения точки контура. Дополнение данных результатов решениями для подвижной касательной силы и касательного к контуру компонента вектора перемещения могло бы существенно усилить диссертационную работу.

Замечания в отзыве официального оппонента **Горшкова Александра Анатольевича:**

1. В работе не проведено всеобъемлющее сравнение с ранее полученными результатами других авторов.

2. Рассмотрена только теоретическая сторона исследуемого процесса, хорошим дополнением к работе было бы изучение воздействия распределенной подвижной нагрузки на упругую полуплоскость.

3. В работе получены только нормальные перемещения на границе полуплоскости, что не позволяет определить компоненты НДС внутри полуплоскости.

Замечания в отзыве официального оппонента **Пшеничнова Сергея Геннадиевича:**

1. При общей формулировке плоской динамической задачи для упругой среды в безразмерном виде используется характерный линейный размер. Следовало бы пояснить, что именно берется в качестве такого размера в задаче о движении сосредоточенной нагрузки по границе полуплоскости.

2. Для случая, когда координата точки приложения нагрузки изменяется во времени по произвольному закону, предлагается соответствующую функцию времени интерполировать многозвенной ломаной. Приведен пример, где выполнены исследования на основе трехзвенной ломаной. Однако

нигде не обсуждается вопрос о схожести результатов при увеличении количества звеньев таких ломаных.

3. В диссертации подробно исследовано динамическое поведение перемещения только по нормали к границе полуплоскости. Но было бы интересно и вполне естественно сравнить его с перемещением вдоль этой границы. Также было бы весьма интересно рассмотреть случай распределенной нагрузки, когда в поведении перемещений исчезают сингулярности. Данное замечание следует расценивать, скорее, как пожелание автору диссертации в его дальнейшей работе.

4. В тексте диссертации имеются некоторые стилистические погрешности, кроме того, на стр. 27 комментарий к обозначениям линий на рис. 3 не вполне соответствует чертежу.

В отзыве **Гольдштейна Роберта Вениаминовича**, содержатся следующие замечания:

1. Первый из трех основных результатов работы состоит в том, что «построено аналитическое решение задачи о воздействии подвижной сосредоточенной нагрузки на упругую полуплоскость в случае равномерного режима движения» (стр. 19 автореферата, гл.2 диссертации). Отмечая научную новизну диссертации, автор пишет, что указанное решение «впервые получено и исследовано» (стр. 3 автореферата). В связи с этим, обратим внимание автора на давнюю работу R.G. Payton «Transient motion of an elastic half-space due to a moving surface line load». Int. J. Engng. Sci. 1967, v.5, p. 49-79, в которой получено аналитическое решение нестационарной задачи о движении с постоянной скоростью, начиная с момента $t = 0$, сосредоточенной нагрузки, ориентированной под произвольным углом к границе (в диссертации рассмотрен лишь случай действия нагрузки по нормали к границе). Представляется, что новизна результатов главы 2 диссертации заключается в применении для решения указанной задачи иного метода.

2. Диссертанту следовало бы сравнить свое решение с решением Payton'a. Один из результатов Payton'a – обнаружение в трансзвуковой области скоростей движения нагрузки критической скорости $c_* = \sqrt{2}c_2$ (c_2 - ско-

рость поперечных волн), при которой исчезает сингулярность решения, а при переходе через эту скорость меняется знак смещений. Существование этой критической скорости подтвердили в дальнейшем и другие исследователи (например, В. Broberg, А.В. Звягин). К сожалению, судя по автореферату, диссертант в своем решении задачи главы 2 (также как и задачи главы 3) критическую скорость c_* не обнаружил.

В отзыве **Земскова Андрея Владимировича**, содержатся следующие замечания:

1. В уравнениях (1) не расшифрован параметр η ;
2. На рисунке 1 не понятен смысл обозначения $V(\tau) = f(\tau)$, так как из текста перед рисунком 1 следует, что $f(\tau)$ - это закон движения нагрузки, а из формулы (10) следует, что V – это скорость равномерного движения нагрузки. Вероятно, имелось ввиду $V(\tau) = f'(\tau)$;
3. Кроме того, конец фразы перед рисунком (1) «..по заданному закону $x = f(\tau)$ (рис.1)» видимо следует читать «... по заданному закону $f(\tau)$ (рис.1)» так как в противном случае формула стоящая ниже рисунка 1 примет вид: $q(x, \tau) = H(\tau)\delta[x - f(\tau)] = H(\tau)\delta(0)$
4. В некоторых формулах, например (18), аргументы функции разделены знаком «;» вместо «,». В некоторых же формулах, например (16) и (19), используются одновременно два разделителя.

В отзыве от **Коровайцевой Екатерины Анатольевны**, содержатся замечания:

1. Из автореферата неясно, как осуществляется переход от двумерной, к одномерной постановке задачи.
2. Представляется, что для более полного исследования влияния нестационарной нагрузки на упругую полуплоскость необходим также анализ напряжений.

В отзыве **Вильде Марии Владимировны**, содержатся замечания:

1. В тексте встречаются опечатки грамматического характера, которые затрудняют чтение автореферата.

2. На стр. 13 после фразы “В точке текущего приложения нагрузки имеется конечный скачок ” записано условие непрерывности, причем не в этой точке.

3. Определение нормального перемещения на границе недостаточно для полного описания нестационарной реакции упругой полуплоскости на приложенную нагрузку. Следовало бы привести результаты для других характеристик НДС или хотя бы указать метод их нахождения.

4. Данная работа не является первой работой, в которой нестационарная задача о действии подвижной нагрузки на упругую полуплоскость решается с использованием метода суперпозиции и задачи Лэмба. В автореферате следовало бы подробнее остановиться на том, в чем состоит новизна выносимого на защиту аналитического решения.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что официальные оппоненты являются высокопрофессиональными специалистами в данной области, имеют публикации в соответствующей сфере исследования, а ведущая организация проводит исследования в области механики деформируемого твердого тела.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Разработан метод решения плоских нестационарных задач о подвижных нагрузках на поверхности упругого полупространства, получено новое аналитическое решение задачи о воздействии движущейся с постоянной скоростью нагрузки на упругую полуплоскость, которое исследовано во всем диапазоне изменения параметров процесса, что позволило уточнить известные ранее эффекты, характерные для рассматриваемого процесса.

предложен оригинальный численно-аналитический метод анализа процесса для случая произвольного закона движения нагрузки;

на основе теории обобщенных функций **доказаны** утверждения, позволяющие вычислять конечные значения и полностью исследовать некоторые сингулярные интегралы с параметрами, что обеспечивает перспективность дальнейшего использования разработанного подхода применительно к ана-

лизу процессов воздействия на упругую полуплоскость распределенной подвижной нагрузки, а также к решению нестационарных контактных задач для подвижных штампов.

введены новые понятия: новые понятия и термины не вводились;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана обоснованность используемых методов, вносящих вклад в расширение представлений о роли точных решений, а также открывающие возможности и перспективы их применения к решению нестационарных задач в области контактных взаимодействий;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов)

использован комплекс математических методов, в том числе аппарат обобщенных функций, принцип суперпозиции, численно-аналитические методы;

изложены доказательства наличия интегрируемых и неинтегрируемых особенностей полученного фундаментального решения задачи о движении сосредоточенной нагрузки с постоянной скоростью, а также основные идеи о характере исследуемого в работе процесса в случае произвольного закона движения нагрузки;

раскрыты существенные преимущества предлагаемого подхода к решению задачи о воздействии подвижных нагрузок на границу упругой полуплоскости, выявлены локализации и характер разрывов полученных решений, показано, что неинтегрируемая особенность возникает только в случае движения нагрузки со скоростью волны Рэлея;

изучено влияние параметров процесса (времени и скорости) на поведение решений;

проведена модернизация существующих подходов к решению ряда задач, построенных на основе принципов суперпозиции, позволяющих получить точное аналитическое решение;

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

разработаны и внедрены в учебный процесс методики решения нестационарных задач о подвижных нагрузках;

определены перспективы практического использования результатов в области решений нестационарных контактных задач для подвижных штампов;

создана математическая модель, позволяющая эффективно решать новые задачи в области нестационарных контактных взаимодействий;

представлены рекомендации и предложения по дальнейшему усовершенствованию методик анализа нестационарных задач с учетом перемещения нагрузок во времени.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

теория разработана с использованием математически строгих и физически корректных закономерностей;

идея базируется на апробированных методах линейной теории упругости и строгом математическом аппарате;

использованы сведения, содержащиеся в литературе по рассматриваемой тематике;

установлено качественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках;

использованы современные методики сбора и анализа исходной информации.

Личный вклад соискателя состоит в следующем.

- Получено интегральное представление решения задачи о воздействии подвижной нагрузки на границу упругой полуплоскости. Построено точное аналитическое решение нестационарной задачи о движении сосредоточенной нагрузки вдоль границы упругой полуплоскости. Исследовано поведение решений в характерных для процесса скоростных диапазонах движения нагрузки.

- Разработан и реализован численно-аналитический метод решения исследуемого процесса в случае произвольного закона движения.

На заседании 25 декабря 2015 года диссертационный совет принял решение присудить Оконечникову Анатолию Сергеевичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 6 докторов физико-математических наук по специальности 01.02.04 «Механика деформируемого твердого тела», участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 18, против 0, недействительных бюллетеней 1.

Председатель диссертационного
совета Д 212.125.05 д.ф.-м.н., профессор

Тарлаковский Д.В.

Ученый секретарь диссертационного
совета Д 212.125.05 к.ф.-м.н., доцент

Федотенков Г.В.

Ученый секретарь МАИ (НИУ)

к.т.н., доцент

«25» декабря 2015 г.



Ульяшина А.Н.