

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертационный совет Д 212.267.13 созданный на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», извещает о результатах состоявшейся 30 декабря 2014 года публичной защиты диссертации Орловой Юлии Николаевны «Комплексное теоретико-экспериментальное исследование поведения льда при ударных и взрывных нагрузках» по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

Время начала заседания: 12.00

Время окончания заседания: 13.30

На заседании диссертационного совета присутствуют 20 из 27 членов диссертационного совета, из них 7 докторов наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела:

1.	Васенин Игорь Михайлович, заместитель председателя диссертационного совета	д-р физ.-мат. наук	01.02.05
2.	Христенко Юрий Федорович, ученый секретарь диссертационного совета	д-р техн. наук	01.02.04
3.	Архипов Владимир Афанасьевич	д-р физ.-мат. наук	03.00.16
4.	Биматов Владимир Исмагилович	д-р физ.-мат. наук	01.02.05
5.	Бубенчиков Алексей Михайлович	д-р физ.-мат. наук	01.04.14
6.	Бутов Владимир Григорьевич	д-р физ.-мат. наук	01.04.14
7.	Герасимов Александр Владимирович	д-р физ.-мат. наук	01.02.04
8.	Глазунов Анатолий Алексеевич	д-р физ.-мат. наук	01.02.05
9.	Глазырин Виктор Парфирьевич	д-р физ.-мат. наук	01.02.04
10.	Зелепугин Сергей Алексеевич	д-р физ.-мат. наук	01.02.04
11.	Крайнов Алексей Юрьевич	д-р физ.-мат. наук	03.00.16
12.	Люкшин Борис Александрович	д-р техн. наук	01.02.04
13.	Прокофьев Вадим Геннадьевич	д-р физ.-мат. наук	01.04.14
14.	Скрипняк Владимир Альбертович	д-р физ.-мат. наук	01.02.04
15.	Смоляков Виктор Кузьмич	д-р физ.-мат. наук	01.04.14
16.	Старченко Александр Васильевич	д-р физ.-мат. наук	01.04.14
17.	Тимченко Сергей Викторович	д-р физ.-мат. наук	01.02.05
18.	Черепанов Олег Иванович	д-р физ.-мат. наук	01.02.04
19.	Шрагер Геннадий Рафаилович	д-р физ.-мат. наук	01.02.05
20.	Шрагер Эрнст Рафаилович	д-р физ.-мат. наук	01.04.14

Заседание провёл заместитель председателя диссертационного совета доктор физико-математических наук, профессор Васенин Игорь Михайлович.

По результатам защиты диссертации тайным голосованием (результаты голосования: за присуждение ученой степени – 20, против – нет, недействительных бюллетеней – нет) диссертационный совет принял решение присудить Ю.Н. Орловой учёную степень кандидата физико-математических наук.

5

Заключение диссертационного совета Д 212.267.13
на базе федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский Томский государственный университет»
Министерства образования и науки Российской Федерации
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 30.12.2014 г., № 219

О присуждении **Орловой Юлии Николаевне**, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация **«Комплексное теоретико-экспериментальное исследование поведения льда при ударных и взрывных нагрузках»** по специальности **01.02.04** – Механика деформируемого твердого тела принята к защите 27.10.2014 г., протокол № 212, диссертационным советом Д 212.267.13 на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации (634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, приказ о создании диссертационного совета № 203-161 от 08.02.2008 г.).

Соискатель **Орлова Юлия Николаевна**, 1978 года рождения.

В 2008 году соискатель окончила государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Томский государственный университет».

В 2014 году соискатель очно окончила аспирантуру федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет».

Работает в должности ведущего инженера лаборатории «Физика и механика быстропротекающих процессов» Научно-исследовательского института прикладной математики и механики в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации (в период выполнения диссертации трудоустроена не была).

Диссертация выполнена на кафедре механики деформируемого твердого тела физико-технического факультета и в лаборатории прочности Научно-исследовательского института прикладной математики и механики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, **Глазырин Виктор Парфирьевич**, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», лаборатория прочности Научно-исследовательского института прикладной математики и механики, заведующий лабораторией.

Официальные оппоненты:

Кривошеина Марина Николаевна, доктор физико-математических наук, федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук, лаборатория физики нелинейных сред, старший научный сотрудник

Краус Евгений Иванович, кандидат физико-математических наук, федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича Сибирского отделения Российской академии наук, лаборатория «Термомеханика и прочность новых материалов», заведующий лабораторией

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «**Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского**», г. Нижний Новгород, в своем положительном заключении, подписанном **Кочетковым Анатолием Васильевичем** (доктор физико-математических наук, профессор, лаборатория № 9 НИИ механики, заведующий лабораторией) указала, что модели физико-математического поведения льда при динамических нагрузках и методы расчета его напряженно-деформированного и термодинамического состояния с учетом характера его разрушения актуальны в связи с необходимостью развития

арктического региона, борьбы с ледовыми заторами. Автором развита физико-математическая модель деформирования и разрушения льда при динамическом нагружении, модифицирован численный метод расчета, получены оригинальные теоретические и экспериментальные данные. Натурные, лабораторные и вычислительные эксперименты позволили выявить основные механизмы и закономерности процесса разрушения льда при низкоскоростном внедрении ударников и действии продуктов детонации после подрыва взрывчатого вещества. Полученные результаты диссертации рекомендуются к внедрению в Крыловском государственном научном центре и других предприятиях Объединенной судостроительной корпорации, Объединенной авиационной корпорации, МЧС России.

Соискатель имеет 30 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации – 18 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 4, статей в сборниках научных трудов – 4, публикаций в сборниках материалов всероссийских и международных научных конференций – 10 (из них 1 сборник материалов конференции, включенный в Scopus). Общий объем публикаций – 4.66 п.л., личный вклад автора – 2.0 п.л.

Наиболее значительные работы по теме диссертации:

1. Глазырин, В. П. Моделирование контактной границы при взрыве / В. П. Глазырин, Ю. Н. Орлов, **Ю. Н. Орлова** // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2009. – Т. 52, № 7/2. – С. 74–77. – 0,25 / 0,09 п.л.

2. Глазырин, В. П. Исследования ударно-взрывного нагружения ледовой пластины / В. П. Глазырин, Ю. Н. Орлов, **Ю. Н. Орлова** // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2009 – Т. 52. №7/2. – С. 77–80. – 0,2 / 0,08 п.л.

3. Глазырин, В. П. Анализ пробития преград ледяными ударниками / В. П. Глазырин, М. Ю. Орлов, **Ю. Н. Орлова** // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2013. – Т. 56, № 7.3. – С. 41–44. – 0,2 / 0,08 п.л.

На автореферат поступили 13 положительных отзывов. Отзывы представили:

1. **Ю.М. Волчков**, д-р физ.-мат. наук, проф., ведущий научный сотрудник лаборатории механики композитов Института гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, г. Новосибирск, *без замечаний*. 2. **Р.Т. Якупов**, д-р физ.-мат. наук, проф., профессор кафедры информатики и математики филиала

Кемеровского государственного университета в г. Анжеро-Судженске, *без замечаний*.

3. **Е.А. Салганский**, д-р физ.-мат. наук, заведующий отделом горения и взрыва Института проблем химической физики РАН, г. Черноголовка, *без замечаний*.

4. **А.В. Гуськов**, канд. техн. наук, доцент кафедры газодинамических импульсных устройств Новосибирского государственного технического университета, *с замечаниями*: в работе присутствуют опечатки и неточности; качество некоторых фотографий удовлетворительное; нет сравнения с результатами по ППП LS-Dyna; не обоснован выбор диапазона начальных скоростей удара.

5. **В.А. Велданов**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Высокоточные летательные аппараты» (СМ-4) Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана, *с замечаниями*: выводы по работе излишне подробны; не ясно, из каких соображений выбраны критерии разрушения льда, что являлось критерием его поврежденности, и как учитывались различные типы льда в вычислительных экспериментах.

6. **С.Н. Коробейников**, д-р физ.-мат. наук, ст. науч. сотр., заведующий лабораторией Института гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, г. Новосибирск, *с замечаниями*: автор использует схему Уилкинса решения задач упруго-пластичности с большими деформациями без какого-либо анализа возможности приложения; для корректного решения задач упруго-пластичности с разрушением вместо скорости Зарембы-Яуманна может потребоваться более сложная коротационная скорость; в автореферате есть стилистические ошибки.

7. **А.И. Дульнев**, д-р техн. наук, начальник лаборатории Крыловского государственного научного центра, г. Санкт-Петербург, *с замечаниями*: не обсужден вопрос о пренебрежении в модели фазовыми переходами; не отмечено, насколько чувствительны прочностные характеристики льда к условиям его образования; не указаны общие закономерности разрушения льда и некоторых геологических и керамических материалов; вывод в п. 6 на странице 22 некорректен.

8. **В.Л. Земляк**, канд. физ.-мат. наук, заведующий кафедрой технических дисциплин Приамурского государственного университета им. Шолом Алейхема, г. Биробиджан, *с замечаниями*: не приведены физико-механические характеристики ледяного покрова и критерии ледоразрушения; не ясно, относительно какой величины рассчитывался объем поврежденного льда.

9. **В.В. Сильвестров**, канд. физ.-мат. наук, доц., заведующий лабораторией высокоскоростных процессов Института гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, г. Новосибирск, *с замечаниями*: не указаны границы применимости разработанных средств математического моделирования; не обсуждена возможность использования более сложных критериев разрушения и моделей детонации; не обсуждена разница высот цилиндра льда в расчетах и в эксперименте (рис. 5).

10. **А.Т. Беккер**, д-р техн. наук, проф., директор Инженерной школы Дальневосточного федерального университета, г. Владивосток, и **О.А. Сабодаш**, канд. техн. наук, доц., доцент кафедры гидротехники, теории зданий и сооружений Инженерной школы Дальневосточного федерального университета, г. Владивосток, *с замечаниями*: нет сравнения с результатами, полученными по известным инженерным методикам и ППП LS-Dyna; не приведена начальная пористость льда; не ясно, сравнивались ли экспериментальные и расчетные данные в разделе 5, какими были граничные и начальные условия.

11. **В.М. Козин**, д-р техн. наук, проф., заведующий лабораторией механики деформирования Института машиноведения и металлургии ДВО РАН, г. Комсомольск-на-Амуре, *с замечаниями*: не понятно, как моделировалось наличие на льду снежного покрова; не раскрыты рекомендации по наиболее эффективному разрушению льда взрывчатым веществом; не указаны конкретные значения физико-механических свойств льда; не понятно, что такое «объемный» и «силовой» критерии разрушения льда.

12. **В.И. Масловский**, канд. физ.-мат. наук, доц., доцент кафедры механики деформируемого твердого тела Национального исследовательского Томского государственного университета, *с замечаниями*: не указан личный вклад автора в проведение натуральных экспериментов; не решена классическая задача оптимизации в последнем разделе работы.

13. **Н.М. Осипенко**, канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник Института проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва, *с замечаниями*: нет сравнения реальной картины разрушения льда и ее расчетного аналога; не исследовано наличие фазовых переходов во льду на энергетическую его разрушения.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что официальные оппоненты являются крупными специалистами в области механики деформируемого твердого тела: М.Н. Кривошеина является специалистом по исследованию процессов разрушения анизотропных тел при динамическом нагружении; Е.И. Краус является специалистом по динамическим методам для

решения задач соударения тел; Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского является ведущим научным учреждением, где ведется активная работа по созданию экспериментальной базы для изучения микроструктуры геоматериалов, их связи с макромеханическими свойствами, систематически проводились исследования динамической сжимаемости и прочностных свойств мягких, мерзлых грунтов и горных пород, были развиты методы теоретического анализа волновых процессов в геоматериалах с использованием современных модельных представлений и численных схем и разработаны интегрированные пакеты программ «Динамика-2», UPSGOD для решения широкого класса задач ударного и взрывного нагружения конструкций при взаимодействии со средами различной физической природы, в том числе с грунтами и горными породами.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

развита физико-математическая модель деформирования и разрушения льда при ударных и взрывных нагрузках. Лед моделируется упруго-пластической, пористой средой учитывающей свойства прочности, ударно-волновые явления и совместное образование отрывных и сдвиговых разрушений;

модифицирован численный метод расчета процессов динамического нагружения льда. Оригинальность метода заключается в новом алгоритме расчета контактных поверхностей, который позволяет более точно описывать контактные поверхности между продуктами детонации и льдом при взрыве;

при проведении натурных и лабораторных экспериментов по ударному и взрывному нагружению льда *получены новые* научные результаты о процессах его разрушения;

решены прикладные задачи, связанные с ударным и взрывным нагружением льда. Определен характер деформирования и разрушения льда при внедрении ударников различной геометрии и подрыве заряда взрывчатого вещества (ВВ) в воде подо льдом.

Теоретическая значимость исследований обоснована тем, что:

Теоретические исследования поведения льда при динамических нагрузках проведены с позиций феноменологической макроскопической теории сплошной среды на основе фундаментальных законов сохранения. Физико-математическая

11

модель поведения льда при динамических нагрузках, оригинальный метод расчета взрывного нагружения льда, а также пакет прикладных программ в совокупности представляют теоретическую значимость диссертационного исследования.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что проведенные исследования по взрывному нагружению льда позволили сформулировать рекомендации по наиболее эффективному разрушению толстого речного льда. Рекомендации были реализованы ОАО «КузбассСпецВзрыв» весной 2014 года на р. Томи в Кемеровской области и оформлены заявкой на патент от 05.09.2013. Полученные результаты включены в научно-технические отчеты по ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» ГК 14.В37.21.0227 и ГК № 14.740.11.0585 (2009-2013 гг.).

Рекомендации об использовании результатов диссертационного исследования. Результаты диссертационного исследования могут быть полезны при проведении взрывных работ по разрушению ледяных заторов и переправ в Сибирском федеральном округе и разработке научных основ для решения фундаментальной проблемы поведения льда при ударных и взрывных нагрузках.

Оценка достоверности и новизны результатов исследования выявила:

Достоверность результатов численного моделирования подтверждается решением ряда тестовых задач. Решены тестовые задачи соударения двух одинаковых стальных цилиндров, металлических и ледяного цилиндров с жесткой стенкой и ледяного ударника с тонкой дюралюминиевой пластиной. Решена тестовая задача о взрыве заряда ВВ в воде из-под льда. Полученные результаты сравнивались с аналитическим решением Ренкина–Гюгонио и экспериментальными данными. Расхождения между экспериментальными и расчетными данными были удовлетворительными (не превышали 12 %).

Усовершенствована физико-математическая модель деформирования и разрушения льда при ударно-взрывных нагрузках. Материал среды считается изотропным, упруго-пластическим, пористым, учитывающим свойства прочности, ударно-волновые явления, а также совместное образование отрывных и сдвиговых разрушений. В расчетную часть модели добавлен алгоритм сглаживания контактных границ при больших деформациях, который позволяет описывать гладкую контактную границу между продуктами детонации и другими материалами и более точно моделировать процессы взрывного нагружения льда.

Выявлены основные механизмы и закономерности процесса деформирования и разрушения льда при внедрении однородных компактных и удлиненных ударников, а также крупногабаритного ударника с инертным наполнителем. Новыми являются результаты расчетов взрывного нагружения толстого льда, расположенного на воде. Новыми являются экспериментальные результаты по взрывному нагружению льда, а именно: подводный взрыв заряда ВВ в полиэтиленовой оболочке.

Личный вклад соискателя состоит в: непосредственном ее участии на всех этапах исследований: анализе и интерпретации результатов, проведение физических экспериментов и написании статей. Основные результаты, включенные в диссертацию и выносимые на защиту, получены автором самостоятельно.

Диссертация соответствует пункту 9 Положения о присуждении ученых степеней, является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи по развитию физико-математической модели деформирования и разрушения льда при динамических нагрузках, модифицированию численного метода расчета ударного и взрывного нагружения льда и проведению теоретико-экспериментальных исследований поведения льда под нагрузкой, имеющей значение для развития механики деформируемого твердого тела.

На заседании 30.12.2014 г. диссертационный совет принял решение присудить **Орловой Ю.Н.** ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 7 докторов наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела, участвовавших в заседании, из 27 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за – 20, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Заместитель председателя
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета

30 декабря 2014 г.



Васенин Игорь Михайлович

Христенко Юрий Федорович