

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 19 июня 2020 года публичной защиты диссертации Перышкина Алексея Юрьевича «Моделирование современной эволюции напряженно-деформированного состояния в складчатых областях Центральной и Юго-Восточной Азии» по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

Присутствовали 18 из 26 членов диссертационного совета, из них 6 докторов наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела:

1. Шрагер Г. Р., доктор физико-математических наук, профессор,
председатель диссертационного совета, 01.02.05;
2. Христенко Ю. Ф., доктор технических наук, старший научный сотрудник,
заместитель председателя диссертационного совета, 01.02.04;
3. Пикушак Е. В., кандидат физико-математических наук,
ученый секретарь диссертационного совета, 01.02.05;
4. Архипов В. А., доктор физико-математических наук, профессор, 01.02.05;
5. Бубенчиков А. М., доктор физико-математических наук, профессор, 01.04.14;
6. Бутов В. Г., доктор физико-математических наук, профессор, 01.04.14;
7. Зелепугин С. А., доктор физико-математических наук,
старший научный сотрудник, 01.02.04;
8. Крайнов А. Ю., доктор физико-математических наук, профессор, 01.04.14;
9. Лапшин О. В., доктор физико-математических наук, 01.04.14;
10. Люкшин Б. А., доктор технических наук, профессор, 01.02.04;
11. Макаров П. В., доктор физико-математических наук, профессор, 01.02.04;
12. Миньков Л. Л., доктор физико-математических наук, профессор, 01.04.14;
13. Пономарев С. В., доктор физико-математических наук,
старший научный сотрудник, 01.02.04;
14. Прокофьев В. Г., доктор физико-математических наук, доцент, 01.04.14;
15. Скрипняк В. А., доктор физико-математических наук, профессор, 01.02.04;
16. Старченко А. В., доктор физико-математических наук, профессор, 01.04.14;
17. Тимченко С. В., доктор физико-математических наук,
старший научный сотрудник, 01.02.05;
18. Шрагер Э. Р., доктор физико-математических наук, доцент, 01.04.14.

Заседание провел председатель диссертационного совета доктор физико-математических наук, профессор Шрагер Геннадий Рафаилович.

По результатам защиты диссертации тайным голосованием (результаты голосования: за присуждение ученой степени – 18, против – нет, недействительных бюллетеней – нет) диссертационный совет принял решение присудить А. Ю. Перышкину ученую степень кандидата физико-математических наук.

**Заключение диссертационного совета Д 212.267.13,
созданного на базе федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский Томский государственный университет»
Министерства науки и высшего образования Российской Федерации,
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
аттестационное дело № _____**

решение диссертационного совета от 19.06.2020 № 431

О присуждении **Перышкину Алексею Юрьевичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация **«Моделирование современной эволюции напряженно-деформированного состояния в складчатых областях Центральной и Юго-Восточной Азии»** по специальности **01.02.04** – Механика деформируемого твердого тела принята к защите 14.02.2020 (протокол заседания № 416) диссертационным советом **Д 212.267.13**, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, приказ о создании диссертационного совета № 105/нк от 11.04.2012).

Соискатель **Перышкин Алексей Юрьевич**, 1983 года рождения.

В 2011 году соискатель окончил государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Томский государственный университет».

В 2015 году соискатель очно окончил аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук.

Работает в должности младшего научного сотрудника лаборатории нелинейной механики метаматериалов и многоуровневых систем в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена в лаборатории механики структурно-неоднородных сред федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, **Макаров Павел Васильевич**, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», кафедра прочности и проектирования, профессор; по совместительству – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения российской академии наук, лаборатория механики структурно-неоднородных сред, главный научный сотрудник.

Официальные оппоненты:

Лавриков Сергей Владимирович, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела им. Н.А. Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук, лаборатория механики деформируемого твердого тела и сыпучих сред, главный научный сотрудник

Радченко Павел Андреевич, кандидат физико-математических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный архитектурно-строительный университет», кафедра прикладной математики, заведующий кафедрой

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки **Институт земной коры Сибирского отделения Российской академии наук**, г. Иркутск, в своем положительном отзыве, подписанным **Ружичем Валерием Васильевичем** (доктор геолого-минералогических наук, лаборатория тектонофизики, главный научный сотрудник), указала, что комплексное изучение движений элементов земной коры, включая методы математического моделирования тектонических течений, является актуальной проблемой для обеспечения безопасности человечества в борьбе с природными катастрофами геологического происхождения. Различные

аспекты этой проблематики важны как для создания моделей и понимания механизмов формирования процессов динамического разрушения в геологической среде, так и для выяснения закономерностей формирования очагов катастрофических землетрясений разрушения в земной коре с целью разработки методов эффективного снижения инженерно-сейсмического риска. А. Ю. Перышкиным предложена математическая модель для численного моделирования тектонических течений, способная описывать как медленные стадии эволюции напряженно-деформированного состояния нагружаемой геосреды, так и быстрые катастрофические этапы разрушения; предложена оригинальная методика, комбинирующая численные методы механики сплошных сред и методику клеточных автоматов при моделировании процессов совместной генерации и распространения как обычных звуковых возмущений, так и процессов медленной динамики; представлены расчеты сейсмического процесса и его распространения с югозапада на северо-восток с хорошим совпадением с наблюдениями; предложена реалистическая модель, описывающая совместные процессы упруго-пластического деформирования прочной среды и генерации в ней медленных деформационных возмущений автоволновой природы. Результаты исследования представляют ценность как для геодинамических построений и создания новых моделей, так и для практических приложений, касающихся противостояния человеческого общества геологическим катастрофам.

Соискатель имеет 14 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 14 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 работы (в том числе в российском научном журнале, переводная версия которого входит в Web of Science, опубликовано 2 статьи), в электронных сборниках материалов конференций, представленных в зарубежных научных изданиях, входящих в Web of Science и Scopus, опубликовано 8 работ, в сборниках материалов всероссийских тектонофизических конференции и школы-семинара опубликовано 2 работы. Общий объем публикаций – 5,19 а.л., авторский вклад – 1,97 а.л.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

Наиболее значительные работы по теме диссертации, опубликованные в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук:

1. Макаров П. В. Модель землетрясения как сверхбыстрый катастрофический этап эволюции нагружаемой геосреды / П. В. Макаров, И. Ю. Смолин, Е. П. Евтушенко, А. Ю. Перышкин // Физическая мезомеханика. – 2010. – Т. 13. – Специальный выпуск. – С. 29–35. – 0,44 / 0,11 а.л.

2. Макаров П. В. Численное моделирование разрушение хрупких и квазихрупких материалов и сред / П. В. Макаров, М. О. Еремин, А. Ю. Перышкин // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2013. – Т. 56, № 7/3. – С. 74–76. – 0,19 / 0,06 а.л.

3. Макаров П. В. Медленные деформационные фронты. Модель и особенности распространения / П. В. Макаров, Ю. А. Хон, А. Ю. Перышкин // Геодинамика и тектонофизика. – 2018. – Т. 9, № 3. – С. 755–769. – DOI: 10.5800/GT-2018-9-3-0370. – 0,94 / 0,31 а.л.

На автореферат поступило 3 положительных отзыва. Отзывы представили:

1. **Б. П. Сибиряков**, д-р физ.-мат. наук, проф., ведущий научный сотрудник лаборатории вычислительной физики горных пород Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, г. Новосибирск, *с замечанием*: неполно освещена роль хаоса в подавлении и активизации катастроф: есть некоторые основания полагать (пока это теоретический прогноз), что малый хаос стабилизирует среду, разрушая организованную критичность вплоть до невозможности быстрых катастроф, однако большой хаос снова дестабилизирует среду с множеством неустойчивых состояний, так что возможны ситуации практически полной невозможности предсказания не только деталей этого процесса, но даже числа сценариев.

2. **В. Д. Суворов**, д-р геол.-мин. наук, главный научный сотрудник лаборатории глубинных геофизических исследований и региональной сейсмичности Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, г. Новосибирск, *с замечаниями*: имеются неточности терминологического характера, связанные со структурно-тектоническими характеристиками среды; используемая

блоковая модель К.Ж. Семинского, относится к верхней части коры, поскольку построена по приповерхностным геологическим данным, в то же время автор часто использует (без пояснений) термин «плита», которые не являются синонимами, в связи с чем представляется не совсем корректным простое сопоставление зонно-блоковой структуры К.Ж. Семинского и сейсмоактивных зон в виде расчетных очагов землетрясений (Рис.3); интересным был бы анализ влияния пределов прочности на переход к пластичности и то, как изменяется при этом сейсмическая активность вдоль таких разломных зон в зависимости от напряженного состояния; непонятен вывод о различии коллизионного и реального (по данным GPS) деформационных процессов в глубине континентов без анализа возможных их изменений в зависимости от свободных механических параметров; научные положения представлены в виде простых перечислений сделанного, хотя более содержательная информация приведена в выводах, более похожих на защищаемые результаты.

3. Н. Н. Белов, д-р физ.-мат. наук, проф., профессор кафедры высшей математики Томского государственного архитектурно-строительного университета, *с замечаниями:* в приведенных уравнениях математической модели (1–5) нет расшифровки использованных обозначений; неясно, как модифицирован метод метода Уилкинса, разработанный и ориентированный на реализацию краткосрочных процессов, применительно к процессам деформирования со скоростями, на 5–7 порядков ниже указанных выше; не разъяснен прием «сжатия времени».

В отзывах отмечается, что проблема предсказания землетрясений, которой посвящена работа, имеет большую историю и постоянно увеличивающуюся актуальность. Тектонические катастрофы начинаются с движений весьма медленных, что очень осложняет понимание самого явления, где приходится интегрировать уравнения как медленных движений, так и быстрых. Актуальность работы обусловлена особым интересом к изучению напряженно-деформированного состояния земной коры в связи с возможностями использования новых компьютерных технологий при моделировании ее эволюции с позиции нелинейной динамики. А. Ю. Перышкиным изучены динамические изменения зонно-блоковой структуры верхней коры Центральной и Юго-Восточной Азии (по модели К. Ж. Семинского) под действием напряжений со стороны

Индостанской и Северо-Американской плит; представлен анализ результатов механического моделирования в применении к геологической среде, в том числе рассмотрены процессы формирования медленных деформационных волн, распространяющихся в зонах разломов, контролирующих сейсмическую активность и скорость ее распространения.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что **С. В. Лавриков** является известным специалистом в области механики горных пород и деформируемого твердого тела, решения задач механики с учетом внутренней структуры среды, в том числе разработке математических моделей горных пород и сыпучих сред, численных алгоритмов по решению краевых задач с учетом эффектов аккумуляции энергии, анизотропного поведения и разупрочнения; **П. А. Радченко** является известным специалистом в области вычислительной математики, прикладной механики, теории прочности, теории пластичности для исследования ударно-волновых процессов и разрушения в твердых телах, **Институт земной коры СО РАН** является ведущим научным учреждением страны по проблемам континентального рифтогенеза, сотрудниками которого выявлены основные закономерности строения и развития континентальных рифтовых зон Земли на примерах Евразии, Восточной Африки, Северной Америки, разработана комплексная геодинамическая модель развития Байкальской рифтовой зоны и сопредельных территорий, проливающая свет на глубинное строение Восточной Сибири и Монголии.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан и обоснован вариант физико-математической модели совместной генерации и распространения в упругопластической среде как обычных звуковых волн напряжений, так и медленных автосолитонных возмущений, скорости которых на 5–7 порядков ниже скорости звука. Показано, что автосолитонные возбуждения активно участвуют в формировании очага разрушения, являясь эффективным механизмом переноса и перераспределения энергии в нагружаемой среде. Показано, что механизмом образования и эволюции разломных зон является автосолитонная и автоволновая динамика;

показано, что модифицированная структурная схема зонно-блоковой делимости совместно с физико-механическими параметрами, подобранными в работе, позволяет получить тектонические течения и смоделировать тектонический процесс, хорошо согласующиеся с данными наблюдений;

проведена проверка гипотезы Монлара–Добрецова–Буслова об определяющей роли Индостана в развитии тектонических течений в Центральной и Юго-Восточной Азии. *Подтвержден* определяющий вклад Индостана в тектонические течения. *Показано*, что необходимо учитывать влияние Аравийской плиты на тектонические и сейсмические процессы в Центральной Азии. Для некоторых регионов (Казахстан, Новосибирск, Урумчи) это влияние существенно;

показано, что от области коллизии Индийской плиты наблюдается два потока течения, в восточном и северо-восточном направлении, что совпадает с наблюдениями;

подтверждено, что воздействие Северо-Американской плиты на тектонические течения в Центральной и Юго-Восточной Азии мало и ограничивается 200–500 км.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

получены результаты, вносящие существенный вклад в развитие современных представлений о тектонических течениях и сейсмических процессах в регионе Центральной и Юго-Восточной Азии. Численными методами механики деформируемого твердого тела, в целом, *подтверждена* гипотеза Монлара–Добрецова–Буслова о передаче деформационного импульса в Центральной и Юго-Восточной Азии через податливые зоны и жесткие домены от области коллизии Индостана с Евразийской плитой;

показано, что распространяющиеся в твердых телах и геосредах медленные деформационные возмущения определяют место формирующегося очага разрушения.

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

созданы средства моделирования для дальнейшего развития методов прогноза землетрясений, в том числе для долгосрочного прогноза медленных

деформационных возмущений земной коры, определения возможных очагов разрушений, что, в свою очередь, необходимо учитывать при планировании хозяйственной деятельности в указанных регионах.

Рекомендации об использовании результатов диссертационного исследования.

Полученные результаты могут применяться в исследованиях, проводимых в Институте физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук (г. Москва), Институте нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук (г. Новосибирск), Институте Земной коры Сибирского отделения Российской академии наук (г. Иркутск), Национальном исследовательском Томском государственном университете и других организациях.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

достоверность результатов исследования подтверждается результатами проведенных расчетов и их верификации по экспериментальным данным, как с малыми образцами, нагружаемых в лабораторных условиях, так и с данными наблюдений, корректностью физической и математической постановок задачи.

Научная новизна результатов диссертационного исследования заключается в численном моделировании современных глобальных тектонических течений в Центральной и Юго-Восточной Азии, вызванных коллизионными процессами Евразии с крупными литосферными плитами (Индостаном и Аравией на юге и Северо-Американской на северо-востоке); численно смоделирован сейсмический процесс в Центральной и Юго-Восточной Азии, в том числе в Байкальской рифтовой зоне и Центральном Алтае; показано, что коллизия со стороны Индостана вносит определяющий вклад в тектонические течения Центральной и Юго-Восточной Азии, в т.ч. в Байкальской рифтовой зоне; разработана математическая модель совместной генерации как обычных звуковых волн напряжений, так и медленных деформационных возмущений, скорости которых на 5–7 порядков ниже скорости звука; численно изучены особенности взаимодействий медленных деформационных возмущений в твёрдых средах, выяснен их вклад в формирование очага разрушения; численно изучены процессы генерации и распространения медленных деформационных возмущений.

Личный вклад соискателя состоит в: совместной с научным руководителем постановке задач исследования, самостоятельном анализе результатов, формировании выводов по соответствующим задачам и формулировке положений, выносимых на защиту, написании статей по теме исследования, проведении и обработке численных расчетов. Соискатель принимал непосредственное участие в выполнении, обработке и анализе всех расчетов, проведенных в работе.

Диссертация отвечает критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней для диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, и, в соответствии с пунктом 9 Положения, является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, состоящей в численном моделировании современной эволюции напряженно-деформированного состояния в складчатых областях Центральной и Юго-Восточной Азии, а также численном изучении особенностей зарождения и распространения медленных деформационных фронтов в твердых телах, имеющей значение для развития механики деформируемого твердого тела.

На заседании 19.06.2020 диссертационный совет принял решение присудить **Перышкину А. Ю.** ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 6 докторов наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела, участвовавших в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за – 18, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель

диссертационного совета



Шрагер Геннадий Рафаилович

Ученый секретарь

диссертационного совета

Пикущак Елизавета Владимировна

19.06.2020