

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.069.01 НА БАЗЕ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО НАУЧНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР  
ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК» ПО  
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 29.11.2021 № 43

О присуждении Козлову Дмитрию Сергеевичу, гражданину РФ,  
ученой степени кандидата физико-математических наук

Диссертация «Дробление по типу «парашют» как механизм образования брызг при ураганных ветрах и его роль в процессах обмена между океаном и атмосферой» по специальности 25.00.29 – физика атмосферы и гидросферы принята к защите 20 сентября 2021 г., протокол № 38, диссертационным советом Д 002.069.01 на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» (ИПФ РАН), 603950, Нижний Новгород, ул. Ульянова, 46, приказ о создании ДС №75/нк от 15.02.2013.

Соискатель, Козлов Дмитрий Сергеевич, 1994 года рождения, в 2018 году окончил ННГУ им. Н.И. Лобачевского, в 2021 году окончил аспирантуру ИПФ РАН, работает младшим научным сотрудником в ИПФ РАН. Диссертация выполнена в отделе нелинейных геофизических процессов ИПФ РАН.

Научный руководитель - доктор физ.-мат. наук Троицкая Юлия Игоревна, заведующая отделом нелинейных геофизических процессов ИПФ РАН.

Официальные оппоненты: Кудрявцев Владимир Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий лабораторией спутниковой океанографии ФГБОУ ВПО «Российский государственный гидрометеорологический университет», и Глазунов Андрей Васильевич, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории суперкомпьютерного моделирования природно-климатических процессов ФГБУН

«Институт вычислительной математики им. Г.И. Марчука Российской академии наук» дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация, ФГБУН «Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук» (г. Москва), в своем положительном заключении, подписанном главным научным сотрудником лаборатории взаимодействия океана и атмосферы и мониторинга климатических измерений, чл.-корр. РАН, профессором, д.ф.-м.н. Гулевым Сергеем Константиновичем и заместителем директора ИО РАН, чл.-корр. РАН, д.г.н. Завьяловым Петром Олеговичем, указала, что диссертация Д.С. Козлова выполнена на высоком научном уровне и является законченным научным трудом, в котором разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как решение научной проблемы в области физики атмосферы и гидросферы, и что автор, несомненно, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.29 – физика атмосферы и гидросферы.

Соискатель имеет 7 опубликованных статей в рецензируемых научных изданиях по теме диссертации. Наиболее значимыми публикациями являются:

1. Troitskaya. Y., Kandaurov. A., Ermakova. O., Kozlov. D., Sergeev. D., Zilitinkevich. S. Bag-breakup fragmentation as the dominant mechanism of sea-spray production in high winds // *Sci. Rep.* – 2017. – V. 7. – № 1. – P. 1–4.
2. Troitskaya. Y., Kandaurov. A., Ermakova. O., Kozlov. D., Sergeev. D., Zilitinkevich. S. The «bag breakup» spume droplet generation mechanism at high winds. Part I: Spray generation function // *J. Phys. Oceanogr.* – 2018. – V. 48. – № 9. – P. 2168–2188.
3. Troitskaya. Y., Druzhinin. O., Kozlov. D., Zilitinkevich. S. The «bag breakup» spume droplet generation mechanism at high winds. Part II: Contribution to momentum and enthalpy transfer // *J. Phys. Oceanogr.* – 2018. – V. 48. - № 9. – P. 2189–2207.

На диссертацию и автореферат поступило 9 отзывов. Все отзывы положительные. В них отмечаются высокий уровень работы, актуальность диссертации, научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

В отзыве ведущей организации сделаны следующие замечания: 1) не упомянуты принципиально важные работы по изучению потоков тепла, например, параметризация COARE; 2) не ясно, какую относительную роль играют брызги,



образованные в результате дробления по типу «парашют», в формировании потоков скрытого и явного тепла; 3) не упомянуты циклоны, образующиеся в условиях, отличных от тропических; 4) сравнение результатов теоретического исследования генерации начального возмущения и экспериментальных данных является недостаточно проработанным.

Отзыв официального оппонента д.ф.-м.н. В.Н. Кудрявцева содержит следующие замечания: 1) многие эмпирические выражения не приведены к безразмерному виду; 2) выбор выражения, описывающего поток импульса от ветра к волнам, представляется спорным; 3) в работе отсутствуют оценки, обосновывающие предположение о том, что импульс, передаваемый от капель обратно к воздушному потоку является малым.

Отзыв официального оппонента д.ф.-м.н. А.В. Глазунова содержит следующие замечания: 1) не ясно, почему слабость «теплового контакта» объясняется малой величиной аэродинамического сопротивления; 2) необходимо пояснить, почему при установлении распределений параметров «парашютов» не учитывался возраст волнения; 3) не объясняется, в чем преимущество выбранной эмпирической зависимости для касательного напряжения, связанного с волнами; 4) не учитывается взаимное влияние слагаемых при расчёте общего касательного напряжения; 5) предположение о том, что профиль скорости ветра является логарифмическим, спорно, поскольку не учитывает волновое сопротивление; 6) чрезмерное упрощение профиля течения оказывается применимым только для получения качественно верных результатов, но может повлиять на количественные оценки; 7) необходимо пояснить, почему при параметризации дрейфового течения в качестве динамической скорости ветра используется значение, соответствующее полному потоку импульса.

Отзыв на автореферат д.ф.-м.н. В.А. Дулова (МГИ РАН, г. Севастополь) содержит следующие замечания: 1) не объяснено отличие теоретической функции генерации от данных измерений при  $r > 200$  мкм; 2) как рамки на рис. 4 отображают изменение возраста волнения. Отзыв на автореферат к.ф.-м.н. А.Н. Сухановского (ИМСС УрО РАН) содержит следующие замечания: 1) отсутствуют оценки числа Вебера; 2) отсутствует обсуждение отличия разрыва пленки купола

«парашюта» от фрагментации пузыря за счёт течения воздуха; 3) непонятно, каким количественным критерием описывается хорошее согласие построенной функции генерации брызг и результатов измерений; 4) не используются существующие полевые методы измерений размеров и скоростей капель (PI, GPT, PIV, PTV). Отзыв на автореферат д.ф.-м.н. О.Ю. Цвелодуба (ИТ СО РАН, г. Новосибирск) содержит следующие замечания: 1) применение терминов «характерные временные масштабы» неудачно; 2) не различимы черный и серый цвета на рис. 5; 3) термин «явное тепло» не является общепризнанным. Отзывы на автореферат д.ф.-м.н. А.В. Черданцева (ИТ СО РАН, г. Новосибирск), д.ф.-м.н. Е.Г. Морозова (ИО РАН, г. Москва), д.ф.-м.н. А.В. Бабанина (Мельбурнский университет, Австралия) замечаний не содержат.

Соискатель Д.С. Козлов ответил на заданные ему в ходе заседания вопросы и дал пояснения по сделанным замечаниям.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован тем, что оппоненты являются признанными высококвалифицированными специалистами в области физики атмосферы и гидросферы, а ведущая организация является ведущим российским научным центром в области физики океана.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

- для лабораторных условий выявлен основной механизм образования крупных брызг, срываемых с гребней волн при ураганных скоростях ветра, – дробление по типу «парашют»;
- построена функция генерации брызг, образованных в результате дробления по типу «парашют»;
- получены количественные оценки потоков импульса, энтальпии, скрытого и явного тепла, связанных с каплями, для ураганных скоростей ветра;
- разработана модель генерации начального возмущения поверхности воды, развитие которого приводит к дроблению по типу «парашют».

**Теоретическая значимость исследования заключается в том, что:**

- предложен физический механизм инициации дробления по типу «парашют»;



- с применением общих подходов статистической физики получена зависимость среднего числа событий фрагментации по типу «парашют» от скорости ветра.

**Практическая значимость работы** заключается в том, что:

- предложены параметрические зависимости коэффициентов переноса от скорости ветра, которые могут использоваться в моделях динамики атмосферы;
- разработана уточненная параметризация радиуса и температуры капли, которая может использоваться при численном моделировании.

**Оценка достоверности результатов исследования** выявила обоснованность полученных результатов, поскольку выполненное теоретическое исследование основано на воспроизводимых экспериментальных данных. Результаты диссертации опубликованы в ведущих российских и зарубежных журналах, докладывались на многих международных и всероссийских конференциях.

**Личный вклад соискателя** состоит в том, что все изложенные в диссертационной работе результаты получены автором лично, либо при его непосредственном участии.

На заседании от 29.11.2021 г. диссертационный совет принял решение: за разработку теоретических положений, совокупность которых можно квалифицировать как решение научной проблемы, присудить Козлову Д.С. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 9 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящего в состав совета, проголосовали: за – 19, против – 0, недействительных бюллетеней – 1.

Председатель диссертационного совета

член-корреспондент РАН



Евгений Анатольевич Мареев

Ученый секретарь диссертационного совета

кандидат физ.-мат. наук

Александр Игоревич Малеханов

«29» ноября 2021 г.