

DOI: 10.25808/08697698.2018.202.6.019

**XIX МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ПОТОКИ И СТРУКТУРЫ В ЖИДКОСТЯХ»
И МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ СЕМИНАР
«МОРСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ В ГИДРОФИЗИКЕ И ГЕОФИЗИКЕ»**

Состоявшаяся 8–10 августа 2018 г. в Тихоокеанском океанологическом институте им. В.И. Ильичёва (ТОИ) ДВО РАН (Владивосток) XIX Международная конференция «Потоки и структуры в жидкостях» продолжила серию, посвященную изучению природных и техногенных систем и инициированную Институтом проблем механики им. А.Ю. Ишлинского (ИПМех) РАН (Москва) в 1987 г. Ведущие отечественные специалисты уже тогда понимали, что взаимообусловленные процессы в атмосфере и гидросфере Земли должны исследоваться совокупностью теоретических (аналитических и численных) и экспериментальных (в натуральных и лабораторных условиях) методов. В неформальных дискуссиях было предложено сделать площадками для встреч разнопрофильных специалистов с целью обсуждения этого круга проблем регулярные конференции, которые и проводятся уже почти 30 лет: в Светлогорске (1987), Каневе (Украина, 1988), Новосибирске (1989), Юрмале (Латвия, 1990), Владивостоке (1991, 2011), Санкт-Петербурге (1992, 1995, 1999, 2003, 2007, 2013), Москве (1993, 1997, 2001, 2005, 2009) и Калининграде (2015).

Название конференции «Потоки и структуры в жидкостях» отражает два важных свойства природных систем, характеризующихся наличием внешних потоков энергии и вещества, – открытость и структурированность, что дает возможность представлять работы как по традиционным физическим научным направлениям, так и мультидисциплинарные, физико-химико-биологические, а также технические и техно-

логические. В конференции традиционно принимают участие представители различных отраслей науки (механики, математики, геофизики, океанологии, метеорологии), изучающие как отдельные процессы (колебания, волны, вихри, струи, следы, турбулентность, перемешивание, конвекцию и другие), так и системы, в которые они протекают.

В 1990 г. конференция приобрела международный статус, что получило дальнейшее развитие в 1991 г., в начале этапа активного развития сотрудничества отечественных и зарубежных ученых. На конференции 2011 г. были широко представлены океанологические исследования, и эта тенденция продолжилась в 2013 и 2015 гг. Океанологическая тематика становится все более актуальной в силу современных климатических изменений, которым сопутствует обострение естественной изменчивости, в том числе экстремальных явлений, а также из-за усиления антропогенных факторов, обусловленных ростом экономики и численности населения. Развитие методов дистанционного зондирования, совершенствование вычислительной техники и технологий программирования, информационных технологий и распространение Интернета открыли новые возможности как для экспериментального изучения процессов в океане, так и в их физическом (лабораторном) и математическом (аналитическом и численном) моделировании, для создания новых алгоритмов обработки, представления и сравнения данных, в том числе количественной валидации современных гидродинамических



Участники конференции. Здесь и далее фото А.Е. Суботэ

моделей. Результаты, полученные в последние годы в экспериментальной гидродинамике и лабораторном моделировании, целесообразно обсуждать со специалистами, изучающими океан на основе данных наблюдений.

Тематика XIX конференции включала следующие направления:

1) динамические процессы в океане и атмосфере: крупномасштабные, синоптические, мезомасштабные и мелкомасштабные;

2) волны, вихри, когерентные структуры, турбулентность, перенос через поверхности раздела;

3) влияние динамических структур в океане на гидрохимические и гидробиологические поля;

4) аналитическое, численное и лабораторное моделирование процессов в океане и атмосфере;

5) влияние физических, химических и биологических факторов на формирование структур в жидкостях, включая технические и технологические приложения.

На конференции было представлено 5 приглашенных, 35 устных и 31 стендовый доклад ведущих специалистов из Владивостока, Москвы, Санкт-Петербурга, Нижнего Новгорода, Казани, Перми, Уфы, Севастополя, Новосибирска, Хабаровска, Долгопрудного, Чебоксар, а также из Японии и Южной Кореи (по 2 участника), Украины и Франции (по 1 участнику). Таким образом, на конференции были широко представлены различные регионы России и зарубежные страны, а всего 25 различных организаций.

Основатель конференции Ю.Д. Чашечкин (ИПМех РАН) в своем приглашенном докладе пред-



Зав. лабораторией ИПМех РАН
д.ф.-м.н., проф. Ю.Д. Чашечкин

ставил новое поколение моделей океанских процессов, основанных на анализе полных решений системы фундаментальных уравнений с физически обоснованными граничными условиями. Анализ линеаризованной системы уравнений, выполненный с учетом условия совместности, позволил идентифицировать ранее неизвестные структурные компоненты – лигаменты, которые описываются ранее не исследованным семейством сингулярно возмущенных решений. И в линейном, и в нелинейном описаниях именно лигаменты определяют тонкую структуру среды, геометрию вихревых течений, формируют границы

областей потока различной структуры: волновой, вихревой, смешанной.

Большая группа докладов была посвящена процессам в прибрежных зонах и взаимодействию с открытыми районами моря и, в частности, в зоне континентального склона северо-западной части Японского моря. В.Б. Лобанов (ТОИ ДВО РАН, приглашенный докладчик) представил результаты экспедиционных



Директор ТОИ ДВО РАН
к.г.н. В.Б. Лобанов

исследований, проводимых ТОИ. Они направлены на изучение системы Приморского апвеллинга, формирующегося в осенний период, вдольсклоновых вихрей синоптического и мезомасштабов и явления каскадинга плотных вод на склоне к югу от зал. Петра Великого зимой. Знание этих процессов, обеспечивающих эффективный водообмен поперек шельфа и вентиляцию прибрежной зоны, становится особенно актуальным в последние годы в связи с растущим антропогенным прессом на южное побережье Приморья.

В рамках этой тематики А.Г. Островский (Институт океанологии им. П.П. Ширшова (ИО) РАН) представил анализ перемешивания вод на периферии теплых вихрей, зарегистрированных по данным автономного подводного профилографа «Аквалог», установленного на континентальном склоне у побережья южного Приморья в апреле–октябре 2015 г.



Зав. лабораторией ИО РАН к.г.н.
А.Г. Островский

В частности, было установлено, что мелкомасштабное перемешивание происходит в диффузионном режиме в апреле–марте и в режиме солевых пальцев в июле–сентябре. По тем же данным были проанализированы статистические характеристики изменчивости гидрофизических параметров и стратификации в слое 64–300 м (О.О. Трусенкова, ТОИ ДВО РАН). Было установлено, что колебания в поле плотности, синфазные во всем профилируемом слое, происходили на временных масштабах 2–6, 8–18, 20–40, 110–130 сут, выявлены согласованные изменения температуры и солености вдоль изопикнических поверхностей, что говорит об интрузиях инородных вод. Во всей толще вод наблюдались согласованные колебания кинетической энергии течений, причем высокоэнергетические всплески (интенсификация течений в районе установки «Аквалога») прерывались более длительными периодами стагнации, а колебания в инерционно-приливном диапазоне (с периодами менее суток) значительно усиливались после прохождения атмосферных погодных систем. В.В. Навроцкий (ТОИ ДВО РАН) рассказал о механизмах цветения планктона в районе зал. Петра Великого.

Одной из важных тем конференции была динамика вод синоптического масштаба. В приглашенном докладе Х. Уено (Университет Хоккайдо, Япония) обсуждались процессы расщепления и слияния си-



Проф. Университета Хоккайдо, Япония, PhD Х. Уено

ноптических вихрей, вносящие существенный вклад в потоки энергии и вещества, в том числе биогенов, от которых зависит первичная продукция (генерация фитопланктона) в океане. По данным спутниковой альтиметрии были оценены статистические характеристики и географическое распределение этих событий за 20 лет с начала 1990-х годов и, в частности, показано, что в высоких и средних широтах расщепления и слияния вихрей являются относительно редкими событиями. На основе численного моделирования было исследовано вихреобразование в зоне Восточно-Сахалинского течения Охотского моря и показано, что оно связано преимущественно с бароклинной неустойчивостью (Д.В. Степанов, ТОИ ДВО РАН). По результатам численного моделирования, проведенного под руководством В.И. Пономарева (ТОИ ДВО РАН), была исследована вихревая динамика в Татар-

ском проливе Японского моря (П.А. Файман, ТОИ ДВО РАН). М.В. Будянский (ТОИ ДВО РАН) представил исследования, основанные на методах лагранжева анализа, который развивается в ТОИ под руководством С.В. Пранца как инструмент исследования переноса и перемешивания вод в океане по данным (о течениях, основанным на спутниковых альтиметрических измерениях и результатах гидродинамического моделирования).

В связи с интересом к природе формирования синоптических и мезомасштабных структур в океане, в том числе фронтов, большое внимание привлекли математические доклады А.П. Чугайновой (Математический институт им. В.А. Стеклова РАН (МИАН)) и О.С. Розановой (Московский государственный уни-



Проф. МГУ, д.ф.-м.н. О.С. Розанова

верситет им. М.В. Ломоносова) по аналитическому анализу свойств разрывов.

Несколько докладов было посвящено изучению динамики и структуры вод в разных районах Мирового океана и внутренних водоемах, в частности, О.А. Дымова (Морской гидрофизический институт РАН) рассказала о моделировании глубинных течений Черного моря, Д.С. Гладских (Институт прикладной физики РАН) – о термическом режиме вод Горьковского водохранилища.



Старший лаборант-исследователь Института прикладной физики РАН Д.С. Гладских

На конференции обсуждались проблемы пограничных слоев океана и атмосферы, посредством которых эти две среды взаимодействуют друг с другом, что объясняет неугасающий интерес к изучению их свойств. Ф. Фрони (Университет г. Тулон,



Проф. Университета г. Тулон, Франция, PhD Ф. Фрони

Франция, приглашенный докладчик рассказал об экспедиционных исследованиях трехмерной структуры верхнего слоя западной части Средиземного моря под различным ветровым воздействием на основе данных радаров и профилографов высокого разрешения. Была продемонстрирована нестационарность экмановского слоя, сопровождаемая инерционным вращением, наличием зон конвергенции и дивергенции, что говорит о значительных вертикальных движениях. М.С. Пермяков (ТОИ ДВО РАН) рассказал о влиянии горизонтальных неоднородностей пограничного слоя на формирование атмосферных вихрей, Х. Чой (Институт исследования опасных явлений в океане и атмосфере, Республика Корея) – об изменениях интенсивности тропического шторма при взаимодействии с тайфуном, А.В. Казанский (Институт автоматки и процессов управления ДВО РАН) – о формировании вихревых цепочек в пограничном слое атмосферы (по спутниковым данным).



Директор Института исследования опасных явлений в океане и атмосфере, Республика Корея, PhD, проф. Х. Чой

В настоящее время активно развиваются методы акустической диагностики динамических морских структур. В рамках этой тематики доклад В.А. Буланова (ТОИ ДВО РАН) был посвящен описанию рассеяния звука на мелкомасштабных неоднородностях морской среды, для чего необходимо привлекать нелинейные уравнения, поскольку традиционные методы оказываются неэффективными. Д.В. Макаров (ТОИ ДВО РАН) представил анализ рассеяния звука на синоптических вихрях, основанный на теории случайных матриц.

Многие доклады продемонстрировали высокий математический уровень проводимых исследований. Приглашенный доклад Я. Фукумото (Университет Кюсю, Япония) был посвящен усилению неустойчивости Кельвина–Гельмгольца в потоке в однородной жидкости за счет внутреннего трения. Было представлено несколько весьма интересных докладов по внутренним волнам в океане, в которых обсуждалось согласованное численное и лабораторное моделирование аттракторов внутренних волн в стратифицированных и вращающихся средах (Е.В. Ерманык, Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева (ИГиЛ) СО РАН), трансформация внутренних волн в придонном слое прибрежной зоны (В.В. Навроцкий, ТОИ ДВО РАН), развитие внутренних волн в двухслойной жидкости с перемешиванием (А.А. Чесноков, ИГиЛ СО РАН), локализация источника по полю связанных с ним внутренних волн (В.Г. Байдулов, ИПМех РАН).

Как и на прошлых конференциях, были широко представлены доклады, посвященные лабораторному и математическому моделированию ряда новых физических эффектов, важных для изучения мелкомасштабных процессов в техногенных и природных средах. Среди них следует отметить выступления А.Ю. Ильиных (ИПМех РАН) о визуализации тонкой



М.н.с. ИПМех РАН А.Ю. Ильиных

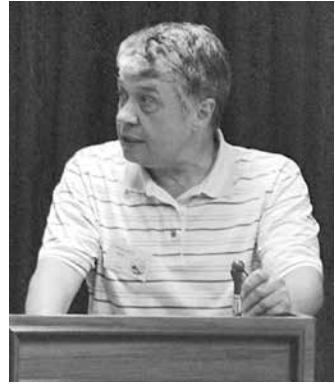
структуры распределения вещества капли в принимающей жидкости и В.Г. Козлова (Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет) о потоках, связанных с флуктуациями жидкости в каналах периодически изменяющегося сечения. Анализ механизмов формирования и методам снижения ущерба антропогенных катастроф были посвящены доклады С.Е. Якуша (ИПМех РАН) по механизмам



Зав. кафедрой Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета д.ф.-м.н. В.Г. Козлов



Врио директора ИПМех РАН д.ф.-м.н. С.Е. Якуш



Г.н.с. ИМех УФИЦ РАН д.ф.-м.н., проф. С.Ф. Урманчев

развития тепловых хлопков и взрывов, А.Р. Аветисяна (Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН) по устойчивости многофазных течений, С.Ф. Урманчева (Институт механики им. Р.Р. Мавлютова Уфимского научного центра (ИМех УФИЦ) РАН) по исследованию устойчивости течений термовязких жидкостей. Хаотические режимы конвекции за счет двойной диффузии были проанализированы С.Б. Козицким (ТОИ ДВО РАН).



С.н.с. ТОИ ДВО РАН к.ф.-м.н. С.Б. Козицкий

На секции по геофизическим проблемам был представлен доклад Л.В. Зотова (МГУ), посвященный обмену вращательным моментом между океаном, атмосферой и твердой Землей, приводящему к изменениям уровня морской поверхности, т.е. к изменениям циркуляции вод и климата. В.В. Пак (ТОИ ДВО РАН) представил двухмерную осесимметричную модель формирования кольцевых структур в применении к поверхности Луны.

В решении конференции, принятом на заключительном заседании, отмечается успешность мероприятия в части полноты и разнообразия тематики, высокого уровня представленных докладов, напол-

ненности аудитории в процессе работы, что делает целесообразным продолжение серии конференций «Потоки и структуры в жидкостях»; было рекомендовано провести очередную, 20-ю конференцию в 2020 г. В научном плане отмечена целесообразность и актуальность развития лабораторного моделирования динамических процессов в Мировом океане как инструмента получения новых знаний, тестирования математических моделей, возможной градуировки морских инструментов с учетом специфики изучаемых процессов.

В 2011 г. во Владивостоке впервые был проведен постконференционный семинар, целью которого являлось обсуждение современных методов измерений природных систем, аналитического, численного и лабораторного моделирования процессов в океане, атмосфере и техногенных средах. Потребность в такого рода мероприятиях определяется разрывом между быстро развивающейся приборной базой морских измерений и теоретическими и численными гидродинамическими моделями, что препятствует эффективному использованию современных измерительных платформ для изучения и мониторинга морской среды, особенно в прибрежной зоне. Эта традиция была продолжена: 11–14 августа 2018 г. на морской экспериментальной станции (МЭС) «Мыс Шульца» ТОИ ДВО РАН был проведен Международный научно-практический семинар «Морские измерения в гидрофизике и геофизике». На МЭС ведутся различные виды гидрофизических и геофизических наблюдений, проводятся испытания аппаратуры в натуральных условиях, выполняются экспедиционные исследования и комплексный мониторинг прилегающих акваторий Японского моря, что дало возможность демонстрации различных измерительных платформ в реальных условиях гидрофизического полигона.

На семинаре были прочитаны 4 обзорные лекции, проведены заседания в рамках двух секций: «Измерительные платформы для прибрежной зоны океана» (1 заседание, 5 докладов) и «Регистрация структур и измерения потоков в мелкомасштабных природных и техногенных системах» (2 заседания,

7 докладов), проведена также стендовая сессия из 9 докладов.

В обзорной лекции Ю.Д. Чашечкина (ИПМех РАН) обсуждались фундаментальные метрологические проблемы гидромеханики, в лекции А.Г. Островского (ИО РАН) были рассмотрены современные тенденции развития подводных автономных профилирующих устройств, представляющих технологичную и относительно недорогую альтернативу традиционным судовым измерениям. Обзорная лекция Ф. Фрони (Университет г. Тулон, Франция) была посвящена регистрации когерентных структур в течениях прибрежных районов океана и их анализу на основе гидродинамического моделирования. П.А. Салюк (ТОИ ДВО РАН, обзорная лекция) представил разработанные в ТОИ алгоритмы восстановления гидрохимических и гидробиологических параметров по данным о цвете морской воды для загрязненных и высокоэвтрофированных прибрежных вод и обсудил результаты верификации алгоритмов для спутниковых данных по подспутниковым измерениям.

На первой секции обсуждались автономные системы для мониторинга прибрежных акваторий (С.И. Ким, Корейский институт науки и техники, Республика Корея, А.Г. Зацепин, ИО РАН – доклад был представлен А.Г. Островским). Развитию высокоамплитудных внутренних волн был посвящен доклад В.Ю. Ляпидевского (ИГиЛ СО РАН), потокам тепла, импульса и энергии из района открытого моря в прибрежную зону, обусловленным трансформацией и разрушением внутренних волн – доклад В.В. Навроцкого (ТОИ ДВО РАН). Н.Ф. Димитрева (Институт гидромеханики Национальной академии наук Украины) осветила мелкомасштабные процессы в океане.

На второй секции обсуждались теоретические проблемы гидродинамики: влияние граничных условий на колебания в акустическом резонаторе (В.Г. Байдулов, ИПМех РАН), особые разрывы в моделях непрерывной механики (А.П. Чугайнова, МИАН), механические аналоги потоков во вращающейся стратифицированной жидкости, заключенной в сфероиде (И. Фукумото, университет Кюсю, Япония), влияние механических и температурных факторов на гидравлические процессы (С.Ф. Урманчеев, ИМех УНИЦ РАН) и др.

На секции стендовых докладов были широко представлены работы сотрудников ТОИ ДВО РАН: по системам надводного и подводного видеонаблюдения (К.В. Фищенко), автономным измерительным системам (А.А. Тагильцев, А.В. Буренин, Ю.Н. Моргунов) и др. Широкое участие в семинаре сотрудников ТОИ, соавторов докладов, дало им возможность ознакомиться с мировым уровнем разработки прибрежных измерительных комплексов и научными результатами, основанными на этих данных.

Участники семинара посетили лаборатории МЭС и ознакомились с системами комплексного мониторинга морской среды прибрежной зоны Японского моря, оснащенными современным научным оборудованием.

Участники высказали глубокую благодарность администрации и сотрудникам ТОИ ДВО РАН за прекрасно выполненную работу по организации и проведению конференции и семинара.

С программами конференции и семинара можно ознакомиться на сайте (<http://fluxes2018.poi.dvo.ru/>); расширенные тезисы докладов опубликованы (Потоки и структуры в жидкости: материалы Международной конференции. 8–10 августа 2018 г., Владивосток. М.: ИПМех РАН, 2018. 256 с. ISBN 978-591741-220-7).

*Ю.Д. ЧАШЕЧКИН,
профессор, доктор физико-
математических наук,
заведующий лабораторией
(Институт проблем механики
им. А.Ю. Ишлинского РАН, Москва);
О.О. ТРУСЕНКОВА*,
кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник,
В.Б. ЛОБАНОВ,
кандидат географических наук, директор
(Тихоокеанский океанологический
институт
им. В.И. Ильичёва ДВО РАН,
Владивосток).
E-mail: troliia@poi.dvo.ru