

# **Международная конференция "Потоки и структуры в жидкостях: физика геосфер"**

**Москва. Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова. Число участников - 240. 24-27 июня 2009 г.**

## **Научная программа:**

**Макро- и микроструктуры в природных системах – атмосфере, гидросфере, криосфере, геосфере;**

**Процессы взаимодействия геосфер;**

**Физика и механика неоднородных жидкостей, газожидкостных систем и суспензий, в том числе во внешних электрических и магнитных полях;**

**Влияние физических и химических процессов на структуру течений;**

**Методы моделирования природных систем;**

**Волны, вихри, когерентные структуры и турбулентность;**

**Технические и технологические приложения;**

**Секция молодых ученых, аспирантов и студентов.**

## **Аналитический обзор по тематике мероприятия:**

Исследования динамики природных систем – геосферы, гидросферы, атмосферы – и их взаимодействий, выделение антропогенного вклада в естественно протекающие процессы – входят в число наиболее актуальных и практически важных научных задач. Интенсивное развитие исследований обусловлено действием ряда факторов. Широкое внедрение вычислительной техники позволило начать расчет сложных явлений, ранее недоступных для анализа. Создание и совершенствование дистанционных наблюдательных систем корабельного, авиационного, спутникового базирования позволило получить большой объем данных, объективно отражающих картину протекающих процессов. Рост ущерба от природных и антропогенных катастроф, ухудшение экологии в странах и с развитой, и с развивающимися экономиками, поддерживают высокий уровень общественной поддержки таких работ. О важности геофизических исследований наглядно свидетельствует постоянно растущее число участников таких крупных регулярных форумов, как Ассамблеи Американского и Европейского Геофизических Союзов, собирающих более 10000 участников.

Наряду с крупными научными мероприятиями, регулярно проводятся и небольшие конференции, ориентированные на рассмотрение более узкой группы вопросов.

К их числу относится и международная конференция

“Потоки и структуры в жидкостях: физика геосфер”.

Конференция 2009 года, посвященная семидесяти пятилетию Физического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова продолжает традиции всесоюзных (до 1990 года) и международных сессий Рабочей группы “Лабораторное моделирование динамических процессов в океане”.

**Конференцию организуют и проводят сотрудники лаборатории механики жидкостей Института проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской академии наук в содружестве с кафедрой физики моря и вод суши физического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова и Российским государственным гидрометеорологическим университетом (Санкт-Петербург). Данная конференция является 15-й в серии, включающей: “Современные проблемы лабораторного моделирования океанских процессов” (Светлогорск 1987), “Лабораторное**

моделирование фронтов в толще и на поверхности жидкостей” (Канев, 1988), “Нелинейные внутренние волны” (Новосибирск, 1989), “Анизотропия течений жидкости в поле внешних массовых сил” (Юрмала, 1990), “Волны и вихри в океане, и их лабораторные аналоги” (Владивосток, 1991), “Мезо- и микроструктура океана – измерения и модели процессов” (Санкт-Петербург, 1992), “Процессы переноса в океане и их лабораторные модели” (Москва, 1993), “Пограничные эффекты в стратифицированных и/или вращающихся жидкостях” (Санкт-Петербург, 1995), “Устойчивость и неустойчивости стратифицированных и/или вращающихся жидкостей” (Москва, 1997), “Потоки и структуры в жидкостях” (Санкт-Петербург, 1999; Москва, 2001; Санкт-Петербург, 2003, Москва 2005, Санкт-Петербург, 2007). Конференция проведена при организационной и финансовой поддержке Российской академии наук (грант Президиума РАН, поддерживающий участие молодых ученых, аспирантов и студентов), Отделения энергетики, машиностроения, механики и процессов управления (организационная поддержка и грант на публикацию избранных докладов конференции), Российского фонда фундаментальных исследований (грант 09-05-06022), National Science Foundation (грант на участие молодых американских ученых). Задачей конференции явилось обсуждение универсальных механизмов формирования макро- и микроструктуры в атмосфере, гидросфере и геосфере Земли с учетом реальных физических свойств подсистем на основе фундаментальных систем уравнений с использованием методов аналитического, численного и лабораторного моделирования в дополнении к традиционному анализу наблюдений динамики природных систем. Конференция вызвала большой интерес научной общественности.



**Докладчик - чл.-корр. РАН Ю.Н. Авсюк**

**В заседаниях приняли участие 211 человек из России, Украины, Литвы, США, Великобритании, Испании, Австрии, Италии, Франции, Болгарии, Израиля, Индии, Кипр, Эстония. Из них более 50 участников моложе 35 лет. Российские ученые представляли основные научные центры страны: Москву, Санкт-Петербург, Нижний Новгород, Екатеринбург, Пермь, Новосибирск, Красноярск, Владивосток, Калининград, Обнинск, Казань, Уфу, Иркутск, Петрозаводск, Астрахань, Саров и другие.** Для сравнения отметим, что в работе предыдущей сессии 2007 года в Санкт-Петербурге приняли участие 130 человек. Отличительной особенностью данной конференции явилось активное участие молодых ученых всех возрастов: от студентов младших курсов отечественных университетов, аспирантов, молодых кандидатов наук, до зрелых зарубежных постдоков, получающих второе и даже третье высшее образование. Для представления докладов молодыми учеными были использованы все доступные формы организации выступлений: создана специальная молодежная секция, части молодых ученых предоставлена возможность прочитать устный или представить стендовый доклад. Заинтересованным студентам и аспирантам московских вузов была предоставлена возможность прослушивания докладов без уплаты организационных взносов.

**Высокий научный уровень конференции поддерживало активное личное участие в ее работе выдающихся отечественных и зарубежных ученых: академика Г.С. Голицына, академика Д.М. Климова, академика А.Г. Куликовского, академика В.Г. Бондура, члена-корреспондента РАН Ю.Н. Авсюка, члена-корреспондента РАН С.Т. Суржикова, профессора P. Davies (UK), профессора P. Read (UK), профессора S. Maslowe (USA), профессора J.M. Redondo (Spain), профессора S. Sukoriansky (Israel), профессора G. Jirka (Austria) не только представивших интересные доклады, но и активно общавшихся с молодыми участниками конференции.** Грант NSF позволил принять участие в работе конференции группе молодых американских ученых и аспирантов из университетов Майами, Гавайи, Аризона, Вашингтона, Калифорнии (Сан-Диего), Бостона (MIT). Общение молодых и известных ученых не ограничивалось временем заседаний. Были организованы неформальные встречи выдающихся отечественных и зарубежных ученых с научной молодежью, круглые столы и открытые дискуссии. Отличительной особенностью данной конференции явилась интердисциплинарность. В приглашенных докладах были представлены последние результаты натуральных наблюдений, математического и лабораторного моделирования природных процессов в океане (профессор А.Г. Зацепин, профессор P. Read, профессор G. Jirka, д.ф.-м.н. Н.А. Максименко), атмосфере (академик Г.С. Голицын, профессор J. Fernando, профессор М.А. Каллистратова), геосфере (член-корр. РАН Ю.Н. Авсюк, к.ф.-м.н. А.Ю. Озеров). Большой интерес вызвал доклад к.ф.-м.н. Н.Г. Гранина (Иркутск) «Ринги озера Байкал», содержащий результаты текущих наблюдений удивительных кольцевых структур в спутниковых и авиационных наблюдениях поверхности льда, а также альтернативные физико-математические модели наблюдаемого явления. Возможность обсуждения широкого спектра научных проблем в рамках одной конференции обосновывается единством математического подхода к описанию природных процессов, базирующегося на анализе фундаментальной системы уравнений механики неоднородных жидкостей. Фундаментальная система основывается на законах сохранения, действующих в реальной сплошной среде. Ее свойства характеризуются уравнением состояния, термодинамическими и кинетическими соотношениями, уравнениями переноса импульса, энергии (энтропии или температуры) и вещества

(солености в разбавленных растворах). Введение единого подхода восстанавливает исходный физический смысл переменных и обосновывает постановку вопроса об абсолютной точности измерений, статической и динамической погрешности. В последние годы уделяется большое внимание созданию новых средств контроля состояния окружающей среды и развитию методов объективного прогнозирования динамики природных систем, прогноза погоды, оценки изменчивости климата, которые основываются на контактных и дистанционных измерениях. Актуальные задачи объективизации данных измерений, включение в существующие численные модели динамики природных систем нашли отражение в ряде докладов, представленных сотрудниками ДВО РАН, ИО РАН, ИПФ РАН, ИПМех РАН. Новый подход к изучению природных систем позволил детализировать макроскопические проявления малых параметров и рассчитать, а также экспериментально измерить параметры новых пропульсивных механизмов, обусловленных действием гладких градиентов термодинамических переменных. Расчеты показали, что течения, индуцированные диффузией на топографии, не только формируют долгоживущую структуру стратификации, но и обеспечивают достаточно быстрое перемещение биологических объектов без использования обычных механических движителей. Доклад американских ученых М. Allshouse и Т. Peacock содержал представительный материал лабораторных исследований, аналитических и численных расчетов, указывающий на важность таких процессов в природе. Следует заметить, что впервые данное явление, исследование которого началось более 60-ти лет назад, получило аналитическое описание в работах российских ученых (В.Г. Байдулов, А.В. Кистович ИПМех РАН), а полное численное – в совместных статьях ИАП РАН (П.В. Матюшин) и ИПМех РАН. Для проведения полноценных экспериментальных исследований многообещающих течений, индуцированных диффузией, существующие в ИПМех РАН стенды должны быть дооснащены современными PIV инструментами для регистрации скорости жидкости. На ряду с исследованием фундаментальных систем, большое развитие получила нелинейная теория волн на мелкой воде. Существующие модели, развиваемые в кооперации французскими и сибирскими учеными (А. Boudlal, В.Ю. Ляпидевский) позволяют рассчитывать сложный комплекс течений, включающих волны, вихри и боры на наклонном дне. В ряде работ детально проанализировано течение в атмосфере. Критические условия формирования и общие свойства крупномасштабных вихревых течений (тропических циклонов и полярных депрессий) проанализированы в докладе академика Г.С. Голицына. В дополнение к традиционному подходу особое внимание уделено изучению потока плавучести, который в зависимости от профиля ветра определяет условия и темп формирования проникающей конвекции – энергоносителя ураганов. Глобальный анализ фундаментальных уравнений позволил академику Г.С. Голицыну совместно с А.Н. Вульфсоном проанализировать общие свойства конвекции в мантии Земли с учетом необратимости процессов и объемного тепловыделения. Дальнейшее развитие представленного подхода позволит решить глобальные проблемы динамики литосферных плит и теплового баланса Земли. Глубокий доклад о природе и свойствах океанского прилива представил член-корр. РАН Ю.Н. Авсюк, подход которого базируется на классической механике и восходит к работам И. Ньютона. В отличие от большинства современных работ, в которых выбор нулевого приближения теории возмущений расчета прилива на Земле основывается на модели взаимодействия двух тел, в развиваемой теории учитывается взаимовлияние и Солнца, и Луны при движении Земли, которое является неравномерным. Развиваемая теория позволяет описать неравномерность прихода высокой воды и модуляционные периоды с чандлеровой частотой. Доклад вызвал большой интерес и активную дискуссию. Влияние термогравитационной конвекции на термодинамику и устойчивость летательного аппарата в плотной атмосфере проанализировал член-корр. РАН С.Т.

Суржиков. Разработанные им оригинальные компьютерные коды, основанные на фундаментальной системе уравнений, позволили адекватно оценить аэро-термодинамику спускаемых аппаратов, прошли апробацию в Европейском космическом агентстве и были использованы для выбора конструкции перспективного аппарата. Новые методы инициации движения реактивных аппаратов с помощью «лазерной волны горения» стимулируют объединение аэро-термодинамики высокоскоростных летательных аппаратов и традиционных задач радиационной термике атмосферы, которое принесет полезные результаты в обеих областях применения. Группа известных американских ученых под руководством H.J.S. Fernando представила результаты детальных экспериментальных исследований таких тонких атмосферных процессов, как кататические/анабатические ветры, формирование застойных холодных областей и инверсной стратификации. Данные многолетних детальных измерений были использованы для постановки тонких лабораторных экспериментов, которые были дополнены численным моделированием процессов. Впервые удалось построить диаграмму режимов течений, определить условия перестройки течений с учетом эффектов плавучести и глобального вращения. Результаты экспериментальных исследований влияния глобального вращения на эффекты перемешивания двухслойных жидкостей и их теоретический анализ представил профессор P. Davies (UK). На перемешивание существенное влияние оказывает искривление изопикн под действием центроостремительных сил, особенно выраженное в пограничных слоях на контактных поверхностях. Предложена простая, эффективно работающая параметризация течений, основанная на совместном использовании критериев стратифицированных (числа Фруда, Рейнольдса, Ричардсона), закрученных потоков (числа Россби и Экмана) и комбинированных параметров, объединяющих действие обоих физических факторов. Такая параметризация позволяет переносить результаты лабораторных экспериментов на природные системы. Детальное математическое моделирование структуры конвективных течений в вертикальных каналах на основе уравнений устойчивости течений представил V. Dubovsky (Израиль). Определены характерные частоты осцилляций в устойчивых и неустойчивых течениях, границы применимости линейной аппроксимацией. Результаты исследований антропогенного влияния на экологию Мертвого моря и прилегающего слоя воздуха представил I. Gertman (Израиль). Исследования выявили сложную структуру солевой стратификации. Ее разрушение в 1978 – 1979 гг. проявилось в скорости понижения уровня водоема и сказалось на внутренней циркуляции и гидрологическом балансе. Быстрое снижение уровня воды стимулировало разработку методов его поддержания за счет прокладки каналов и подземных трубопроводов, забирающих морскую воду из Средиземного (в районе сектора Газа) или Красного моря (залив Акаба). Оценки экологических последствий таких крупных проектов противоречивы и ненадежны. Однако экономические факторы, обусловленные падением уровня воды, рассматриваются как преимущественные. Сравнительный анализ динамики турбулентных вихрей в глубокой и мелкой воде представил G. Jirka (Германия). Данные обширных наблюдений эстуариев послужили основой для создания стенда и проведения серии детальных лабораторных исследований. Их результаты включены в численную модель, на основе которой строятся алгоритмы развития экономики нескольких береговых зон выбранных для тестирования адекватности предлагаемых решений. Другие, близкие по географическим и экономическим показателям регионы, развиваются традиционными эмпирическими методами. Результаты развития сравниваемых регионов предполагается сопоставить спустя 10 и 20 лет. Эффекты резонансного взаимодействия в зональных течениях и их влияние на перемешивание и перенос вещества проанализированы в докладе S. Maslowe (Канада). Исследована роль приближения бета-плоскости, результаты аналитических расчетов

подтверждаются прямым численным моделированием течений в окрестности критического слоя. Изучен переход одной падающей моды в совокупность мод и течений в критическом слое. Эффективность перемешивания стратифицированной жидкости, обусловленного действием объемных сил оценена в работе профессора J.M. Redondo (Испания) методами численного и лабораторного моделирования. Проведено сравнение действия различных механизмов инициированных инерциальными, внутренними, альфвеновскими и лоренцовскими волнами в неоднородных проводящих и вращающихся средах. В качестве основного лабораторного инструмента использован современный PIV измеритель. Результаты допускают широкий спектр приложений в физической океанографии, физике атмосферы и физике плазмы. Обширные данные спутниковых измерений океанических течений обработанные с применением современных высокоэффективных программ и алгоритмов позволили профессору N.A. Maximenko (США) выделить характерные океанические районы с высокими значениями скорости изменчивых приповерхностных течений, областей концентрации мусора (объект интенсивных экологических исследований) не только в северной части Тихого океана (где он был ранее идентифицирован моряками), но и в южной части Тихого океана, где его существование предстоит подтвердить прямыми наблюдениями. Результаты работы имеют большое практическое значение. Долговременное накопление спутниковых данных позволило N.A. Maximenko с коллегами выделить систему зональных течений, охватывающую всю акваторию Мирового океана. Характерный поперечный размер таких вихрей меняется от сотни до тысяч километров. Длительность их существования превышает 15 лет. Хотя типичные значения скорости зональных течений существенно меньше, чем у таких мощных течений, как Гольфстрим или Куроисио, их роль оказывается очень важной в силу регулярности и протяженности. Такая мезомасштабная циркуляция объект интенсивных исследований.

Развитие техники прямого численного моделирования позволяет все более и более детально исследовать форму шероховатости дна (ступенчатая, гладкая) на характеристики ламинарных и турбулентных стратифицированных течений. Результаты расчетов, представленные K. Rajagopalan (США), согласуются с данными прецизионных лабораторных экспериментов, выполненных с применением современных методов оптической визуализации полей плотности и скорости. Результаты детальных лабораторных экспериментов по моделированию вихрей и струй в конвективной турбулентности на топографической бета-плоскости представил профессор P.L. Read (Великобритания). Эксперименты выполнены на нескольких установках, включая большой вращающейся бак диаметром 13 м лаборатория Кориолис (Франция). Поток плавучести создавался добавлением соленой жидкости на свободной поверхности или нагревом дна. Цель работы – моделирование образования полосчатой зональной структуры атмосфер планет, наиболее выраженной на Юпитере и Сатурне. Особенность экспериментов – их продолжительность свыше 4-х суток, позволяющая достичь установившегося состояния. В опытах удалось воспроизвести зональную структуру, масштаб которой соответствует значению числа Райнса (Rhines), в которой отдельные струи меандрируют и эпизодически рассыпаются на компактные вихри. Развитие математической физики позволило вернуться к более детальному анализу классических задач механики жидкости, включая задачи конвекции. Примером может служить доклад доктора M.M. Scase (Великобритания), посвященный анализу эволюции турбулентных конвективных струй над нестационарными источниками тепла. Развитый аналитико-статистический подход, базирующийся на фундаментальной системе уравнений, позволил проследить эволюцию структуры и энергетики течения над компактными тепловыми источниками в однородной и стратифицированной среде. Осреднение рассчитанных мгновенных полей течений позволило проследить

формирование классического турбулентного факела и восстановление его фундаментальных параметров, ранее полученных из соображений теории подобия и размерности в работах Я.Б. Зельдовича, G. Taylor, B.R. Morton. Подход обладает большим научным потенциалом и ресурсами для практического использования. Собственно сам автор и показал эффективность разработанного подхода, проанализировав механизм формирования газо-пылевого облака при извержении вулкана. По результатам наблюдений начального этапа извержения развитая методика позволяет оценить высоту подъема облака, площадь, покрываемую пеплом, и интенсивность вулканических осадков. Проблему улучшения краткосрочного и долгосрочного прогноза погоды в островном районе Средиземного моря обсудил в своем докладе G. Zodiatis (Кипр). Оптимизация процедур выбора сеток и усвоения метеорологических данных при их обработки на супер ЭВМ позволила существенно улучшить прогноз в ситуациях и медленной, и быстрой изменчивости состояния атмосферы. Продемонстрированные результаты сравнения карт прогноза и реальной метеорологической обстановки свидетельствуют об эффективности разработанных процедур.

Ряд приглашенных докладов был представлен отечественными учеными. Профессор В.Н. Зырянов (ИВП РАН) представил изящную математическую модели возникновения сейш в открытом бассейне и бассейне, покрытом льдом. Выявлено существенное влияние граничного условия на свободной поверхности на все параметры, включая период колебаний. В этом случае наличие крышки приводит к уменьшению эффективной глубины бассейна.

Профессор А.Г. Зацепин представил приглашенный доклад посвященный анализу формирования гидрологического режима линзы распресненных вод в юго-западной части Карского моря. В основу доклада легли обширные материалы гидрофизических измерений, выполненные группой ученых под руководством автора, с применением современных контактных и дистанционных методов. Хотя сам существование распресненных вод и выраженного эффекта «мертвой воды» в этом районе известен со времен экспедиции Ф. Нансена 1893-го года, впервые удалось получить надежные и достаточно полные данные, позволяющие уточнять существующие численные и натурные данные определяющих процессов.

Механизм формирования эпизодических и регулярных извержений вулканов предложил активно работающий полевой вулканолог к.ф.-м.н. Ю.А. Озеров (ИВ ДВО РАН). Впечатляющие личные фотографии взрывных и пылевых извержений автор дополнил данными изящных лабораторных экспериментов. С помощью простой установки ему удалось провести классификацию режимов течений газо-жидкостных смесей в дайках и получить данные о параметрах извергаемого факела. Доклад, объединяющий физику Земли, гидродинамику, газодинамику и акустику был выслушан с большим интересом. Не меньший интерес вызвал доклад Н.Г. Гранина (ИО СО РАН) «Ринги озера Байкал», посвященный анализу механизмов формирования регулярных колец, идентифицируемых невооруженным глазом в спутниковых изображениях озера. Автору с сотрудниками впервые удалось провести подспутниковые измерения параметров колец, в частности толщины льда в центре и на периферии. Результаты исследований позволили понять природу формирования контрастного изображения колец (лед выглядит более темным там, где он тоньше). Физический механизм их образования нуждается в дальнейшем изучении.

Новую математическую классификацию компонент течения жидкостей, основанную на анализе полной фундаментальной системы уравнений механики, представил профессор Ю.Д. Чашечкин (ИПМех РАН). Классификация базируется на интерпретации системы как совместимого набора сингулярно возмущенных уравнений. Решения такой системы включают регулярно возмущенные функции, описывающие макроскопические компоненты течений (волны, вихри, струи), имеющие аналоги в теории идеальной жидкости, и сингулярно возмущенные функции, которые в пределе идеальной жидкости

переходят в разрывы. Минимальное число сингулярно возмущенных решений – 2, в отличие от модели единого пограничного слоя. Частные решения задач теории внутренних волн в непрерывно стратифицированной жидкости удовлетворительно согласуются с данными высокоразрешающего лабораторного эксперимента. Новый подход открывает возможность построения адекватных моделей физических процессов с гарантированной оценкой точности прогноза их эволюции на ограниченном временном интервале.

Практически все научные доклады вызвали большой интерес слушателей. Аудитория сохранилась до заключительного пленарного заседания, на котором были представлены закрывающие приглашенные доклады американских и российских ученых. Среди представленных докладов следует выделить несколько. К.ф.-м.н. Байдулов (ИПМех РАН) представил результаты аналитико-численных исследований процессов формирования структуры широкого класса стратифицированных течений. Универсальный подход, основанный на применении современного математического аппарата (теории групп, асимптотический анализ, методы компьютерной алгебры – символьные вычисления) позволил получить универсальные закономерности начального этапа развития стратифицированных течений, выделить режимы, приводящие к обострению существующих градиентов.

Важные результаты натурных исследований переноса примесей в морской среде, основанные на тонком анализе натурных измерений представили академик РАН В.Г. Бондур в соавторстве с Ю.В. Гребенюком и профессором К.Д. Сабининым (ИКИ РАН). Сочетание современной техники контактных и дистанционных измерений позволило авторам идентифицировать тонкую структуру вихревых течений над местами сброса сточных вод в океан. Обнаруженные вихри способствуют не только дальнему переносу высококонцентрированных загрязнений, но и повышению концентрации некоторых примесей в отдельных струях. Экологическую важность таких данных трудно переоценить. Полученные результаты были использованы при постановке тонких численных и лабораторных исследований, проведенных в ИПФ РАН, которые были представлены в ряде докладов О.А. Дружинина, Ю.И. Троицкой, О.Д. Шишкиной, О.С. Ермаковой, Д.А. Сергеева и других.

Группа докладов, посвященных теоретическому моделированию тонких вопросов динамики вихревых течений в океане, была представлена дальневосточными учеными (Ю.Г. Израильским, К.В. Кошелем). Разработанные модели позволяют адекватно описать взаимодействие компактных вихрей между собой и с береговой топографией, учитывающей особенности локального рельефа (применительно к Японскому морю). Определено положение регионов, в которых могут наблюдаться интенсивные вихри и условия хаотизации вихревых траекторий. Теоретические исследования механизмов аккумуляции частиц на выделенных поверхностях и линиях в вихревых течениях многокомпонентных сред провели А.Н. Осипцов и Н.А. Лебедева (ИМ МГУ). В расчетах определены условия роста концентрации частиц и формирования спиральных структур. В независимо выполненных исследованиях Е.В. Степановой (ИПМех РАН) экспериментально был прослежен процесс трансформации централизованного компактного пятна краски на поверхности составного вихря, генерируемого вращающимся диском, установленным на дне цилиндрического контейнера в единичный спиральный рукав. Произвольно расположенное пятно образует спиральную систему, включающую и циклонический и антициклонический перенос маркера. Регулярные вихревые системы, образующиеся в плотностном течении на нагруженной примесью струе, распространяющейся по наклонному дну, проанализированы экспериментально и численно в докладе А.В. Шишовой, В.А. Гриценко (КГУ им. И. Канта). Согласованность независимо полученных в различных организациях результатов делала обсуждения чрезвычайно глубокими и интересными. Воспроизводимость результатов делает надежным прогноз, основанный на их переносе на природные системы. Этот важный

вопрос нуждается в дальнейшем развитии и обсуждении. Исследованию волн Фарадея – параметрически возбуждаемых волн в осциллирующих бассейнах – традиционно уделяется большое внимание на конференции, в силу фундаментальности задачи и широкого спектра приложений. В докладе В.А. Калининченко и С.Я. Секерж-Зеньковича (ИПМех РАН) исследованы условия резонансного возбуждения поверхностных и внутренних волн и влияния диссипации на перестройку модельной структуры волнения. В докладе С.Я. Кияшко (ИПФ РАН) были определены условия возбуждения плоских, кольцевых, спиральных и многоузловых систем капиллярных волн. Представленные результаты важны для понимания механизмов возбуждения и распада волн в естественных условиях. Особо следует отметить активное участие в конференции молодых ученых и отечественных, и зарубежных. Доклады молодых ученых были объединены в специальную секцию, а также включались в качестве устных (Шаратунова М.В., РГГМУ) и стендовых. В качестве докладчиков выступали студенты и младших курсов (МГУ им. М.В. Ломоносова), и старших курсов (КГУ им. И. Канта), и аспиранты. Большое число работ было посвящено изучению динамики вихревых течений и их взаимодействию с волнами. В частности, Т.А. Нивина (МГУ) с высокой степенью точности экспериментально изучила процесс взаимодействия вихрей атмосферного потока с плоскими ветровыми волнами. Н.В. Никитин (ИМ МГУ) численно исследовал пространственную периодичность турбулентного движения в трубе, вызванного граничными условиями на входе. Роль мелкомасштабной конвекции в процессе формирования тропических циклонов оценил М.С. Пермяков (ТОИ ДВО РАН). Образование спиральных структур из компактного пятна на поверхности составного вихря в жидкости наблюдала Е.В. Степанова (ИПМех РАН). Влияние газового ядра на прецессию винтового вихря в жидкости исследовал П.А. Куйбин (ИТФ СО РАН). В другом докладе он проанализировал формирование вихревых структур в капиллярном течении на неоднородно нагретой подложке. В стационарном приближении построена карта режимов, определены условия возникновения вихревых режимов, при которых происходит дополнительная интенсификация теплообмена. В целом можно заключить, что все представленные доклады были оригинальными по форме и интересными по содержанию. Их полная совокупность дает наглядное представление о состоянии научных исследований в гидроаэродинамике геосфер и перспективных направлениях развития. В качестве общего следует вывод о необходимости улучшения экспериментальной базы отечественных научных лабораторий. В зарубежных лабораториях основными инструментами становятся дистанционные измерители скорости (PIV, LIF), температуры, параметров акустического поля (ультразвуковые томографы) и другие включающие мощные компьютеры для обработки данных и извлечения большого числа физических параметров. Такие инструменты практически отсутствуют в отечественных лабораториях, а там, где они есть, отсутствуют наиболее эффективные отечественные приборы, в частности теневые. Неполнота экспериментальных данных тормозит развитие аналитических и численных методов описания и прогноза эволюции природных систем и технологических процессов.

В ходе общей дискуссии, состоявшейся на заключительном заседании, участники конференции констатировали актуальность, междисциплинарность программы, высокий уровень заслушанных докладов и хорошую организацию работы конференции. Конференция позволила обменяться мнениями ученым разных стран, подтвердила результативность существующих международных научных команд (совместные с зарубежными учеными доклады представили научные сотрудники из Москвы, Санкт-Петербурга, Владивостока, Иркутска, Калининграда, Нижнего Новгорода, Новосибирска) и стимулировала формирования новых научных коллективов.

Многие доклады были построены в новом конструктивном ключе и содержали такие компоненты, как физическое обоснование выбора предмета исследований, теоретическая модель процесса, данные эксперимента или природных наблюдений, их сравнение с выводами теории, анализ расхождений и возможности прогноза эволюции систем. Во многих докладах в качестве основы теории рассмотрены фундаментальные уравнения механики природных систем. Доклады демонстрируют активное использование авторами ресурсов информационных технологий, сети «Интернет», позволяющих создавать объединенные команды из территориально удаленных участников. Такие возможности особенно важны для ученых в таких городах, как Владивосток, Иркутск, Калининград, Нижний Новгород, Новосибирск, Красноярск, научные сотрудники из которых представили совместные доклады с зарубежными участниками. Значимым положительным фактором служит большое число докладов молодых ученых, в числе которых были как научные работники, так и аспиранты и даже студенты ведущих университетов страны.

**проф. Ю.Д. Чашечкин (ИПМех РАН) – председатель оргкомитета,**  
**проф. К.В. Показеев (МГУ) - член оргкомитета**