

Наименование института: **Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской академии наук
(ИПМех РАН)**

**Отчет по дополнительной референтной группе 13 Физика океана и атмосферы, гео-
физика**

Дата формирования отчета: **19.05.2017**

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАУЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Инфраструктура научной организации

1. Профиль деятельности согласно перечню, утвержденному протоколом заседания Межведомственной комиссии по оценке результативности деятельности науч- ных организаций, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструк- торские и технологические работы гражданского назначения от 19 января 2016 г. № ДЛ-2/14пр

«Генерация знаний». Организация преимущественно ориентирована на получение новых знаний. Характеризуется высоким уровнем публикационной активности, в т.ч. в ведущих мировых журналах. Исследования и разработки, связанные с получением прикладных результатов и их практическим применением, занимают незначительную часть, что отражается в относительно невысоких показателях по созданию РИД и небольших объемах доходов от оказания научно-технических услуг. (1)

2. Информация о структурных подразделениях научной организации

1. Лаборатория механики природных катастроф («Моделирование процессов геофизической гидродинамики, механики сплошных сред, квантовой механики и термодинамики с помощью асимптотических методов»).

2. Лаборатория механики жидкостей («Динамика и тонкая структура периодических течений в неоднородных жидкостях»).

3. Лаборатория механики сложных жидкостей («Конвективные, волновые процессы, тепло- и массообмен в сложных жидкостях»).

4. Лаборатория термогазодинамики и горения («Термогазодинамика и горение дисперсных и многофазных сред»).

3. Научно-исследовательская инфраструктура

Уникальная научная установка (УНУ): «Гидрофизический комплекс для моделирования гидродинамических процессов в окружающей среде и их воздействия на подводные технические объекты, а также распространения примесей в океане и атмосфере (ГФК ИПМех РАН)»



Вошла в реестр УНУ ФАНО на сайте <http://www.ckr-rf.ru/usu/73600/>

УНУ «ГФК ИПМех РАН» предназначена для моделирования динамики и тонкой структуры процессов в окружающей среде, изучения динамики и структуры струй, следов, вихрей, внутренних и акустических волн, с учетом эффектов стратификации, вращения и диссипации. ГФК ИПМех РАН включает 12 экспериментальных стендов, он позволяет осуществлять разработку физико-математических моделей ключевых процессов в атмосфере и гидросфере, определять критические условия их перестройки и признаки перехода в экстремальные формы, проводить междисциплинарные (в частности, аэрофизические и медико-биологические) исследования.

Основные научные результаты, полученные на ГФК ИПМех РАН:

Впервые в осциллирующем прямоугольном бассейне с развивающимися собственными колебаниями (сейшами) прослежен процесс структуризации однородной суспензии с частицами различного размера, формирование рельефа дна, определены закономерности затухания осцилляций жидкости.

Впервые экспериментально определены закономерности распространения из компактных источников по поверхности и в толще жидкости, вовлеченной в вихревое течение, растворимых веществ и несмешивающихся жидкостей (масел, нефти). Исследована динамика и установлены механизмы формирования долгоживущей сверхтонкой структуры распределения растворимых веществ. Экспериментально изучены формы распада контактной поверхности, сопровождающегося образованием прямой (капли нефти в воде) и инверсной (капли воды в нефтяной оболочке) эмульсии.

Впервые выполнена синхронная регистрация оптических картин течений, вызванных падением капли, и акустического излучения в жидкость и атмосферу с разрешением не хуже 1 мкс, установлена связь дискретного характера акустического сигнала с перестройкой картины течения. Определен физический механизм излучения звука, обусловленный быстрым преобразованием доступной потенциальной поверхностной энергии при отрыве образующихся газовых полостей в другие формы.

4. Общая площадь опытных полей, закрепленных за учреждением. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства»

Информация не предоставлена

5. Количество длительных стационарных опытов, проведенных организацией за период с 2013 по 2015 год. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства»

Информация не предоставлена

6. Показатели деятельности организаций по хранению и приумножению предметной базы научных исследований



Информация не предоставлена

7. Значение деятельности организации для социально-экономического развития соответствующего региона

Информация не предоставлена

8. Стратегическое развитие научной организации

Информация не предоставлена

Интеграция в мировое научное сообщество

9. Участие в крупных международных консорциумах (например - CERN, ОИЯИ, FAIR, DESY, МКС и другие) в период с 2013 по 2015 год

ИПМех РАН принимал участие в Международной космической программе, выполняя работы по постановке экспериментов на Международной космической станции (МКС) и их обработке. Выполнена работа «Оценка развития катастрофических и потенциально опасных явлений по результатам космических наблюдений с борта Международной космической станции (МКС)». Выполнено дистанционное зондирование Земли, в том числе мониторинг катастрофических явлений в рамках космического эксперимента «Ураган» на борту российского сегмента Международной космической станции. С использованием результатов дистанционных наблюдений построены расчетно-теоретические модели катастрофических явлений на поверхности мирового океана и в горных массивах.

10. Включение полевых опытов организации в российские и международные исследовательские сети. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства»

Информация не предоставлена

11. Наличие зарубежных грантов, международных исследовательских программ или проектов за период с 2013 по 2015 год

1. Международный российско-украинский грант РФФИ № 12-05-90417-Укр_а «Нелинейные поверхностные волны в вязкой жидкости», 2012-2013 г.

Выполнены теоретические (аналитические и численные) исследования процессов генерации, распространения и нелинейного взаимодействия волн на глубокой и мелкой воде на основе фундаментальной системы уравнений механики неоднородных вязких жидкостей, а также приводимых локальных дифференциальных и интегральных моделей с физически обоснованными граничными условиями. Проведены экспериментальные исследования волн на стендах Гидрофизического комплекса ИПМех РАН. Наряду с изучением волн исследованы сопутствующие тонкоструктурные компоненты, которые влияют на перенос завихренности и вещества.



2. Международный грант РФФИ – Лондонское Королевское общество № 12-01-92603-КО_а «Утилизация углекислого газа в подземных резервуарах, содержащих гидрат метана» (2013-2014 г.г.).

Проведено исследование движения фронта реакции, на котором гидрат метана преобразуется в гидрат углекислого газа. Сформулирована модель процесса, описывающая закачку CO₂ в газообразном состоянии, получено соответствующее автомодельное решение. Построены критические диаграммы для области существования фронта реакции.

Сотрудники ИПМех РАН принимали участие в Международной экспедиции на озере Байкал

НАУЧНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ОРГАНИЗАЦИИ

Наиболее значимые результаты фундаментальных исследований

12. Научные направления исследований, проводимых организацией, и их наиболее значимые результаты, полученные в период с 2013 по 2015 год

Направление III.22 ПФНИ ГАН на 2013-2020 г.г.: Механика жидкости, газа и плазмы, многофазных и неидеальных сред, механика горения, детонации и взрыва.

1. На основе фундаментальной системы уравнений, описывающих среду и перенос массы, импульса, энергии и вещества, создано новое поколение моделей расчета динамики и структуры процессов в неоднородном океане и атмосфере. Условие совместности определяет минимальное число функций, образующих полное решение. Собственные пространственно-временные масштабы задают критерии адекватного теоретического и физического моделирования. Изучены задачи обтекания препятствий в широком диапазоне параметров, включающем вихревые режимы, а также генерации, распространения и затухания внутренних волн. Впервые экспериментально зарегистрированы и математически обоснованы разделенные группы разномасштабных структурных компонент течений. Расчеты хорошо согласуются с данными опытов, выполненных на уникальных установках «ГФК ИПМех РАН», и, независимо, на зарубежных стендах.

2. Впервые показано существенное различие образов тонкой структуры следов и внутренних волн по результатам систематических синхронных измерений картин оптических, акустических и физических параметров тонкой структуры спутных течений и волн за препятствиями, позволяющее надежно определять свойства порождающего источника в океане и атмосфере.

3. Исследованы атмосферные явления, возникающие при крупномасштабных промышленных авариях, пожарах и взрывах, возникающих при выбросе в атмосферу пожаровзрывоопасных веществ. Создана модель физических взрывов с образованием атмосферных ударных волн при вскипании перегретых жидкостей, сжатых и сжиженных газов. Иссле-



довано горение в атмосфере крупномасштабных топливных облаков (огненных шаров) на основе вычислительных моделей различной сложности.

1. Чашечкин Ю.Д. Дифференциальная механика жидкостей: согласованные аналитические, численные и лабораторные модели стратифицированных течений // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. “Естественные науки”. 2014. № 6. С. 67 - 95. ISSN 1812-3368.

2. Кистович А.В., Чашечкин Ю.Д. Тонкая структура конического пучка периодических внутренних волн в стратифицированном океане и атмосфере // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2014. Т. 50. №. 1. С. 117-125.

3. Чашечкин Ю.Д., Ильиных А.Ю. Капиллярные волны на поверхности погружающейся в жидкость капли // Доклады Академии наук. 2015. Т. 465, № 4, с. 548-554. WOS: 000367595400005

4. Чашечкин Ю.Д., Прохоров В.Е. Тонкая структура акустических сигналов, вызванных падением капли на водную поверхность // Доклады Академии наук. 2015. Т. 463. № 5. С. 538–542.

5. Якуш С.Е. Моделирование физико-химических явления при промышленных авариях и пожарах. – В сб.: Актуальные проблемы механики. 50 лет Институту проблем механики им. А.Ю.Ишлинского РАН. М., Наука, 2015, ISBN 978-5-02-039181-9. С. 223–235.

Направление III.25 ПФНИ ГАН на 2013-2020 г.г.: Механика природных процессов.

1. Для решения задачи о распространении в океане и набеге на берег длинных волн (волн цунами) в двумерной ситуации разработана модификация канонического оператора Маслова, связанная с известным в квантовой механике квантованием Фока канонических преобразований. Получены эффективные асимптотические формулы, в линейном приближении описывающие амплитуду волн как вдали от береговой линии (которая рассматривается как каустика специального вида), так и в ее окрестности. В окрестности береговой линии, где задача становится существенно нелинейной, использование одномерного преобразования Кэрриера-Гринспэна вдоль нормали к берегу позволило вывести простые асимптотические формулы, определяющие величину заплеска волны при набеге на берег, обобщающие на двумерный случай формулы известные одномерные формулы Пелиновского–Мазовой.

2. Исследованы порожденные локализованными источниками асимптотические решения линеаризованных уравнений мелкой воды при наличии подводных хребтов, банок и других особенностей рельефа дна с учетом силы Кориолиса. Показано, что такой рельеф дна приводит к появлению на фронтах волн каскадов пространственно-временных каустик, что, в свою очередь приводит к появлению нестационарных волн, захваченных подводными хребтами. Описано зарождение и распространение таких волн.

3. Построены асимптотики дальних полей внутренних гравитационных волн от пульсирующих и нестационарных источников возмущений в потоке стратифицированной среды конечной глубины. Решения позволяю получать асимптотические представления



волновых полей с учетом реальной неоднородности и нестационарности параметров природных стратифицированных сред.

1. S. Yu. Dobrokhotov, V. E. Nazaikinskii, and B. Tirozzi. Two-Dimensional Wave Equation with Degeneration on the Curvilinear Boundary of the Domain and Asymptotic Solutions with Localized Initial Data. *Russ. Jour.Math.Phys.*, Vol. 20, no.4, 2013, pp. 389–401.

2. S. Yu. Dobrokhotov, D.S.Minenkov, V. E. Nazaikinskii, and B. Tirozzi. Simple exact and asymptotic solutions of the 1D run-up problem over a slowly varying (quasiplanar) bottom, in *Theory and Applications in Mathematical Physics*, WORLD SCIENTIFIC, Singapore, 2015, Chapter 3, pp. 29–47.

3. S. Yu. Dobrokhotov, A. A. Tolchennikov, and B. Tirozzi, Asymptotics of Shallow Water Equations on the Sphere. *Russ. Jour.Math.Phys.*, Vol. 21, no. 4, 2014, pp. 430–449.

4. S.Yu.Dobrokhotov, D. A. Lozhnikov, and V. E. Nazaikinskii. Wave Trains Associated with a Cascade of Bifurcations of Space-Time Caustics over Elongated Underwater Banks , *Math. Model. Nat. Phenom.*, Vol. 8, no. 5, 2013, pp. 32-43.

5. В.В.Булатов, Ю.В.Владимиров. Волны в стратифицированных средах. М.: Наука, 2015, 735 с., ISBN 978-5-02-039083-6.

13. Защищенные диссертационные работы, подготовленные период с 2013 по 2015 год на основе полевой опытной работы учреждения. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства».

Информация не предоставлена

14. Перечень наиболее значимых публикаций и монографий, подготовленных сотрудниками научной организации за период с 2013 по 2015 год

Монографии:

1. В.В.Булатов, Ю.В.Владимиров. Волны в стратифицированных средах. М.: Наука, 2015, 735 с., ISBN 978-5-02-039083-6.

Публикации:

1. Zagumennyi Ia.V. and Chashechkin Yu.D. The structure of convective flows driven by density variations in a continuously stratified fluid // *Physica Scripta*. 2013. V. 155 (6 p.) 014034. DOI:10.1088/0031-8949/2013/T155/014034.

WoS: 000321863000036

Impact Factor 1.19

2. Chashechkin Yu.D., Zagumennyi Ia.V. Non-equilibrium processes in non-homogeneous fluids under the action of external force // *Physica Scripta*. 2013. V. 155 (10 p.). 014010. DOI:10.1088/0031-8949/2013/T155/014010.

WoS: 000321863000012

Impact Factor 1.19



3. Прохоров В.Е., Чашечкин Ю.Д. Структура стратифицированного течения за тонкой вертикальной пластиной по данным теневой визуализации и гидролокации // Доклады РАН. 2013. Т. 448, № 5. С. 538–542.

DOI: 10.1134/S1028335813020067

WoS: 000316010600007

Impact Factor 0.813

4. Прохоров В.Е., Чашечкин Ю.Д. Визуализация и акустическая регистрация тонкой структуры стратифицированного течения за вертикальной пластиной // Механика жидкости и газа. 2013. № 6. С.15-28.

DOI: 10.1134/S0015462813060021

WoS: 000329099100002

Impact Factor 0.542

5. Dobrokhotov, S.Y., Lozhnikov, D.A., Vargas, C.A. Asymptotics of waves on the shallow water generated by spatially-localized sources and trapped by underwater ridges // Russian Journal of Mathematical Physics, MAIK/Interperiodica Publ., 2013, V. 20, No. 1, pp. 11-24.

DOI:10.1134/S1061920813010020

WoS, Scopus

Impact Factor 0.486

6. S.Ya.Sekerzh-Zen'kovich. Analytical study of the Tsunami potential model with a simple piston-like source. 3. Application of the model in the inverse problem related to the Japanese Tsunami 2011 // Russian Journal of Mathematical Physics, MAIK/Interperiodica Publ., 2014, V. 21, No. 4, pp. 504-508.

DOI: 10.1134/S1061920814040086

WoS, Scopus

Impact Factor 0.486

7. S.Ya.Sekerzh-Zen'kovich. Testing of solutions for the Boussinesque wave equation on a solution of a potential Tsunami with simple source // Russian Journal of Mathematical Physics, MAIK/Interperiodica Publ., 2015, V. 22, No. 4, pp. 528-531.

DOI: 10.1134/S1061920815040123

WoS, Scopus

Impact Factor 0.486

8. Калиниченко В.А., Чашечкин Ю.Д. Структуризация взвешенных донных осадков в периодических течениях над вихревыми рифелями // Известия РАН. Механика жидкости и газа. 2014. Т. 2. С. 95-106.

DOI 10.1134/S0015462814020100

WoS, Scopus

Импакт-фактор 0.32.

9. Степанова Е.В., Чаплина Т.О., Чашечкин Ю.Д. Формы частичного распада масляного тела в составном вихре // Известия РАН. Механика жидкости и газа. 2014. № 3. С. 52 -64.



DOI 10.1134/S0015462814030053

WoS, Scopus

Импакт-фактор 0.32.

10. Калиниченко В.А., Со А. Н., Чашечкин Ю.Д. Вихревое демпфирование колебаний жидкости в прямоугольном сосуде // Известия РАН. Механика жидкости и газа. 2015. № 5. С. 28-40. С. 41-53.

DOI: 10.1134/S0015462815050051.

WoS:000363265300005

15. Гранты на проведение фундаментальных исследований, реализованные при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Российского гуманитарного научного фонда, Российского научного фонда и другие

1. РФФИ № 12-05-90417-Укр_а «Нелинейные поверхностные волны в вязкой жидкости», 2012-2013 г., 780000,00 руб.

2. РФФИ № 12-01-00128-а «Исследования динамики, структуры и взаимовлияния волновых и вихревых компонент течений неоднородных жидкостей», 2012-2014 г., 2185000,00 руб.

3. РФФИ № 14-05-00714-а «Сравнительная динамика переноса твердых и растворимых маркеров в вихревом течении», 2014-2016 г., 1220000,00 руб.

4. РФФИ № 14-01-00015-а «Экспериментальное исследование динамики и картины переноса примесей в установившемся вихревом течении», 2014-2016 г., 1460000,00 руб.

5. РФФИ № 14-37-50001 мол_нр «Разработка высокопроизводительных алгоритмов согласованных расчетов динамики и тонкой структуры стратифицированных течений на основе программ с открытыми кодами», 2014 г., 350000,00 руб.

6. РФФИ № 12-01-31196 мол-а «Асимптотико-компьютерное моделирование двумерных волновых процессов», 2012-2013 г., 700000,00 руб.

7. РФФИ № 14-01-00521-а «Новые интегральные представления для быстроменяющихся асимптотических решений и их приложения в задачах гидродинамики и квантовой механики», 2014-2016 г., 2397000,00 руб.

16. Гранты, реализованные на основе полевой опытной работы организации при поддержке российских и международных научных фондов. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства».

Информация не предоставлена

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ НАУЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ



Наиболее значимые результаты поисковых и прикладных исследований

17. Поисковые и прикладные проекты, реализованные в рамках федеральных целевых программ, а также при поддержке фондов развития в период с 2013 по 2015 год

Информация не предоставлена

Внедренческий потенциал научной организации

18. Наличие технологической инфраструктуры для прикладных исследований

Информация не предоставлена

19. Перечень наиболее значимых разработок организации, которые были внедрены за период с 2013 по 2015 год

Информация не предоставлена

ЭКСПЕРТНАЯ И ДОГОВОРНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ

Экспертная деятельность научных организаций

20. Подготовка нормативно-технических документов международного, межгосударственного и национального значения, в том числе стандартов, норм, правил, технических регламентов и иных регулирующих документов, утвержденных федеральными органами исполнительной власти, международными и межгосударственными органами

Информация не предоставлена

Выполнение научно-исследовательских работ и услуг в интересах других организаций

21. Перечень наиболее значимых научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ и услуг, выполненных по договорам за период с 2013 по 2015 год

1. Договор с НТЦ «Космонит» ОАО «Российские космические системы» № 1 ИПМех-12 НИР «Исследование связи между термохалинной конвекцией, ультразвуком и капиллярными волнами на водной поверхности», 2012-2014 г.

2. Договор с ФГУП ЦАГИ НИР № 8 ИПМех-13 НИР, «Исследование вихревых течений в жидкостях и газах», 2013 г.



3. Договор с НТЦ «Космонит» ОАО «Российские космические системы» № 19 ИПМех-14 НИР «Исследование возмущений свободной поверхности короткодействующими источниками», 2015 г.

4. Договор с ФГУП ЦАГИ НИР № 1 ИПМех-14 НИР, «Структуризация течений на прямолинейных и кольцевых линиях отрыва», 2014 г.

5. Договор с ФГУП ЦАГИ НИР № 6 ИПМех-15 НИР, «Численное экспериментальное исследование физических полей на равномерно движущейся пластине и вращающемся диске», 2015 г.

6. Договор с ОАО «РКК Энергия» № 3 ИПМех-13 от 23.07.2013, СЧ ОКР «Обеспечение управления полетом РС МКС в части разработки программно-методического обеспечения, оперативного сопровождения КЭ «Ураган» в период основных экспедиций по программе 2013-2014 гг., анализа и количественно оценки исследуемых катастрофических явлений (КЭ «Ураган»).

Другие показатели, свидетельствующие о лидирующем положении организации в соответствующем научном направлении (представляются по желанию организации в свободной форме)

22. Другие показатели, свидетельствующие о лидирующем положении организации в соответствующем научном направлении, а также информация, которую организация хочет сообщить о себе дополнительно

Информация не предоставлена

ФИО руководителя _____

Суржинский И.И.

Подпись _____

Суржинский И.И.

Дата _____

19 мая 2017г.

