

Роль взвешенных аэрозольных частиц в глобальных процессах в атмосфере

Л.С. ИВЛЕВ,

доктор физико-математических наук

Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова,
Санкт-Петербург

С 21 по 25 мая 2016 г. в Санкт-Петербурге проходила юбилейная 10-я Международная конференция “Естественные и антропогенные аэрозоли”, совмещенная с региональной конференцией “Естественные и антропогенные аэрозоли России”. Она была приурочена к 80-й годовщине известного ученого в области физики и химии атмосферных аэрозолей, профессора, главного научного сотрудника Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова Л.С. Ивлева. Первая конференция проходила 21–23 мая в Георгиевском зале Госуниверситета аэрокосмического приборостроения – старинном здании, построенном для ветеранов войн после победы русского флота в Чесменском сражении; вторая конференция – продолжение первой – состоялась 24–25 мая в помещении Русского географического общества. На всех этапах проведения этих мероприятий в них приняли участие примерно 150 представителей научной общности России, Китая, США,

Германии, Украины, Белоруссии, Таджикистана. Участвовали регионы России: Москва, Московская область, Санкт-Петербург и Ленинградская область, Томск, Восточная Сибирь (Иркутская область), Архангельск, Ростовская область, Крым.

На открытии Конференции проректор по научной и инновационной деятельности профессор **Е.А. Крук** (Государственный университет аэрокосмического приборостроения, Санкт-Петербург; ГУАП) поздравил юбиляра с 80-летием, пожелал ему здоровья и больших творческих успехов.

По актуальности рассматриваемых вопросов и уровню их решения представленные на конференциях доклады отвечали самым высоким научным требованиям, что соответствовало названию обеих конференций. Влияние аэрозолей, начиная с частиц нанометрового диапазона и кончая капельными частицами в облаках, на физико-химические процессы в окружающей среде

и свойства последней, особенно для атмосферы, весьма существенно. Наиболее актуальная и злободневная в настоящее время проблема изменения глобального климата, тесно связанная с генерацией аэрозолей естественного (почвенная пыль, биогенные, сульфатные и сернокислотные частицы, продукты вулканических извержений) и антропогенного происхождения (сернокислотные, золы и углеродные частицы, продукты истирания движущихся конструкций), влияющих на экологическое состояние окружающей среды, широко обсуждалась на большинстве заседаний. Участники конференций внесли определенные коррективы, в частности, в тематику проблем противодействия вредным влияниям аэрозолей. Увеличилась доля докладов, посвященных этой проблеме и влиянию на данный процесс атмосферных аэрозолей: пылевые бури, извержения вулканов, облакообразование, электрорискообразование, более детально исследовались

возможные целенаправленные воздействия на климат и технология искусственных воздействий на природную среду. Конференции проходили по следующим научным направлениям:

– климат Земли и активные воздействия на природную среду (15 докладов включены в “Труды” конференции);

– вода и фазовые переходы (9);

– оптические свойства аэрозолей и облаков, дистанционное зондирование (13);

– озон, примесные газы, гетерогенные реакции (8);

– физико-химия и динамические процессы (10);

– атмосферные загрязнения и общая экология (9);

– аппаратура и методика измерений (6);

– вопросы мироздания (7).

Таким образом, были представлены 94 доклада, из которых в “Сборник” конференции вошли 69 статей. Более четверти всех докладов касались вопросов погоды и климата и воздействия на них. Наиболее общие и фундаментальные вопросы были рассмотрены в докладах академика Армянской национальной академии, доктора физико-математических наук **С.В. Авакяна** (Государственный оптический институт им. С.И. Вавилова), доктора физико-математических наук **О.М. Покровского** (Российский гидрометеорологический университет, РГМУ) и включенной в “Сборник” работе доктора физико-математических наук **Г.М. Крученицкого** (Центральная аэрологическая обсерватория).

Ведущая роль океана в формировании климата Земли обусловлена ее теплоемкостью, примерно в тысячу раз превышающей теплоемкость атмосферы.



Академик С.В. Авакян.

Определенная идеализация есть в распространенной концепции механизма “термохалинной” циркуляции океана, возникающей в результате перепадка плотности воды, вследствие неоднородности распределения температуры и солености в океане. Например, в работах немецкого профессора океанолога К. Вюнша демонстрируется, что ячейки меридиональной циркуляции в каждом из океанов – Тихом, Атлантическом и Индийском есть меняющийся зональный размер, составляющий всего несколько десятков километров. Это существенно затрудняет моделирование динамики океана на основе модели общей циркуляции атмосферы и океана, основанной на конечно-разностных аппроксимациях уравнений гидротермодинамики, описываемых равномерной метрикой пространства. В океане постоянно возникают температурные аномалии и вихревые движения, которые характеризуются меняющимися масштабами процессов, влияющими на дальнейшую эволюцию концентрационных полей. Вследствие этого наблюдаются

существенные расхождения между экспериментальными измерениями и результатами моделирования температурных полей в океане. В этом докладе представлены тренды рядов годовых значений температуры воздуха в центральной Англии и чисел Вольфа в 1700–2000 гг., свидетельствующие о неопределенности прогноза климатических характеристик по имеющимся данным.

В своем выступлении академик **С.В. Авакян** рассмотрел формирование конденсационных дымок в тропосфере вследствие изменения скорости процесса диссоциативной рекомбинации кластерных ионов, происходящей под влиянием потока микроволнового (СВЧ) радиозлучения ионосферных ридберговских электронов, находящихся в высоковозбужденном состоянии. Возникающая при этом дымка в виде “молодых” перистых облаков вызывает уменьшение оптической прозрачности нижней атмосферы для уходящего в космос потока теплового радиации подстилающей поверхности.

Опыт разработки и эксплуатации современных операционных систем, реализующих расчеты по климатическим моделям, показывает, что для устранения ошибок и сбоя в них требуются сотни миллионов человеко-часов тестирования. Это на несколько порядков превышает реальный ресурс для отладки климатических моделей. Достоверность получаемых с помощью этих моделей данных позволяет, в частности, утверждать об отсутствии научного обоснования антропогенной природы наблюдаемых климатических изменений, по мнению



В.И. Уйбо сообщил об атмосферных осадках исации воздуха летом 2014 г. в Московской области.

Г.М. Крученицкого. Таким образом, проблема прогноза климата по-прежнему не решена.

Особый интерес представляют работы по методологии коррекции метеословий (авторы работы: доктор физико-математических наук **С.П. Перов**, научный сотрудник Международной академии народной дипломатии **В.И. Уйбо**, доктор физико-математических наук **Л.С. Ивлев** и кандидат химических наук **В.П. Челибанов**), в которой используется хорошо известный “эффект бабочки” Э. Лоренца. Предсказуемость: может ли взмах крыльев бабочки в Бразилии вызвать торнадо в Техасе? Кандидат технических наук **Ю.П. Михайловский** (Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова) и **В.И. Уйбо** предложили различные технологии воздействия на природную среду (в частности, введение химических реагентов и заряженных частиц).

В нескольких докладах представлены результаты совместных искусственных

воздействий на атмосферные, сейсмические и гидрологические процессы. Работы по изучению роли глубинных вод в климатических процессах и по образованию флюидного пузыря под корой США выполнил **Л.С. Ивлев**. Академик Национальной академии Таджикистана, доктор физико-математических наук **С.Х. Негматуллаев** сообщил новые сведения об аномальном “поведении” оптических и микрофизических характеристик атмосферы перед землетрясением. Анализ появления озоновой дыры над Россией зимой 2016 г., по данным **Л.И. Сыроваткина** (МГУ), провела группа по изучению искусственных воздействий на окружающую среду (Л.С. Ивлев, С.П. Перов, В.И. Уйбо, В.П. Челибанов). Кандидаты физико-математических наук **Т.Б. Цыркина** и **Л.А. Обвинцева** (Научно-исследовательский физико-химический институт им. Л.Я. Карпова; НИФХИ) представили обзорную работу по гетерогенной гибели молекул озона. Определенный интерес получил примыкающий к этой проблематике доклад кандидата физико-математических наук **Г.Д. Федоровского** (СПбГУ) – об атомно-термо-флуктуационной природе прочности гетерогенных систем.

В физике принято считать, что законы сохранения массы и количества движения обязаны выполняться в пространстве искомого решения. Это возможно в динамически замкнутых системах, по массе и количеству движения. В геофизике и астрофизике пространство, в котором формализуется динамическая система, часто имеет “открытые границы”, а тогда и физические

“источники” и “стоки” массы, количество движения должны “входить в решение” по постановке математической задачи. Предлагаются постановки краевых задач моделирования таких систем. Например, при вычислении приливо-отливных движений жидкости краевые условия на свободной границе задают колебания жидкости (гармоники амплитуд и фаз); эти данные являются “источником” движения и, таким образом, и решателем краевой задачи.

Предлагаемые в докладе кандидатом физико-математических наук **В.Н. Молчановым** (СПбГУ) уравнения движения относятся к предельным обобщениям механики вязкой несжимаемой жидкости. В написании новых уравнений движения добавлен косинус-проектор ускорения силы тяжести на “горизонтальную ось декартовых координат” – подложку наклоненного движения водотока. Этот проектор был запущен Л. Эйлером, Д. Бернулли и их последователями.

Чрезвычайно интересным и важным стала обсуждаемая на конференции проблема “Вода и фазовые переходы”. На основе результатов анализа получаемых электронно-колебательных переходов энергетических характеристиках в атомно-молекулярных структурах созданы структурные модели центров их кластерной организации объединения (несколькох однородных элементов). По данным вопросам выступили автор модели кластерной организации воды **В.А. Резников** (ГУАП), доктор физико-математических наук **Л.С. Ивлев** и кандидат физико-математических наук

Т.В. Рудакова (СПбГУ). Образование молекул водяного пара в сообществах в значительной степени обусловлено ионизацией нижнего слоя атмосферы (тропосферы). Аномально низкая подвижность кластеров в газовой фазе свидетельствует об их глобулярной организации, связанной с упорядочением и образованием регулярных молекулярных центров. Об этом рассказали **Л.С. Ивлев** и **В.А. Резников**. Вода существует в виде глобулярных надмолекулярных центров (комплексы молекул воды, обычно сферической формы), связанных водородными связями, включающими делокализованные электрон-протонные состояния. Существует единая для кислорода и водорода подсистема коллективных электронных состояний, подтверждается организация гексагонального сообщества из семи возбужденных атомов водорода. Рассмотрено различие между энергией водородной связи и энергией связи в воде.

В докладе кандидата физико-математических наук **Л.В. Пивоваровой** и **Л.С. Ивлева** впервые предложена законченная квантово-механическая концепция гетерогенного льдообразования в облаках. Согласно ей, ядра обычных кристаллических центров выполняют роль каталитических центров, и кристаллизация становится гомогенным процессом. Активными центрами конденсации являются конгломераты ("гроздь") молекул воды.

В докладе тюменских ученых – доктора физико-математических наук **А.В. Шавлова** и кандидата физико-математических



Выступление доктора физико-математических наук С.П. Перова.

наук **В.А. Джуманджи** – показана возможность взаимного притяжения и существования метастабильного состояния положительно и отрицательно заряженных капель воды в капельно-ионной плазме.

Большой научный интерес представляли доклады кандидатов физико-математических наук **Ю.А. Довгальук**, **Е.В. Богданова** (ГГО им. А.И. Войекова) и кандидатов физико-математических наук **А.М. Чукиной**, **В.В. Чукина** (РГГМУ), связанные с проблемой поведения воды в атмосфере, которая обусловлена ее физико-химическими свойствами: электризацией конвективного облака и изменениями его микроструктуры. Проблема контроля, прогноза и управления погодными условиями, в частности, в пожароопасный период, для лесов, бесспорно, является первоочередной задачей, выполняемой специалистами ряда организаций России. Об этом сообщили в своих докладах доктор технических наук **А.П. Доронин** (Военно-космическая академия

им. А.Ф. Можайского, ВКА), **С.П. Перов** и **В.И. Уйбо**. Кандидат физико-математических наук **С.А. Терпугова** (Институт оптики атмосферы СО РАН) осветила вопрос моделирования роста частиц в результате конденсации.

Традиционно большую долю докладов заняли работы по распространению электромагнитных волн в слабо рассеивающих и, в частности, в слоисто-неоднородных анизотропных средах, с которыми выступили доктора физико-математических наук **В.Г. Фарафонов** с соавторами (ГУАП) и **А.Г. Петрушин** (МИФИ). Проблемам разработки систем экологического аэрокосмического мониторинга были посвящены доклады представителей ВКА им. А.Ф. Можайского: доктора технических наук **А.П. Доронина** и **Н.Д. Парнышкова**.

Представляется весьма перспективной методика восстановления аэрозольных характеристик, основанная на полиномиальных множественных регрессиях между оптико-локационными и искомыми характеристиками аэрозолей. С этой проблемой выступили доктор физико-математических наук **М.М. Кугейко** и кандидат физико-математических наук **С.А. Лысенко** (БГУ, Республика Беларусь). Особый интерес имеют результаты исследований оптических характеристик аэрозолей различных климатических регионов, в частности, горно-пустынных зон Таджикистана (доктор физико-математических наук **С.Ф. Абдуллаев** и др., Физико-технический институт АН Таджикистана), лесных массивов восточной Европы и Сибири (кандидат физико-математических наук **Г.Н. Толмачев** и др.,



Доклад кандидата физико-математических наук Л.В. Пивоваровой.

Институт оптики атмосферы СО РАН).

Из работ по оптике аэрозолей, в частности их дистанционному зондированию и мониторингу атмосферных загрязнений, следует также отметить материалы, содержащие новые данные по их пространственно-временной структуре в ряде регионов России и стран СНГ: доктора физико-математических наук **М.А. Свириденкова** и др. (ИФА РАН); кандидата физико-математических наук **А.И. Махмудова** и др. (ФТИ АН Таджикистана); кандидата географических наук **Л.П. Голобокова** и доктора географических наук **Т.В. Ходжера** (Институт лимнологии СО РАН).

Весьма содержательными и дискуссионными были заседания, посвященные исследованию физико-химических атмосферных процессов. Их можно разделить на следующие: исследования гомогенных и гетерогенных фазовых переходов при различных внешних воздействиях: электрическим полем, исследования

фотохимических и гетерогенных реакций с образованием аэрозольного вещества в атмосфере и взаимосвязь содержания примесных газов и аэрозолей; электрические явления в аэрозольных и облачных системах. Эти работы выполнялись (кроме сотрудниками НИФХИ), также научными сотрудниками СПбГУ и ОПТЭК (кандидатами химических наук **В.П. Челибановым**, **Е. Ясенко**, **А.М. Маругиным**), СПФТИ (доктор физико-математических наук **А.М. Полуботко**). Интересный результат образования узких вертикальных ячеек типа “солевых пальцев” был экспериментально исследован в Таджикистане (доктор физико-математических наук **С.Ф. Абдуллаев** и др., ФТИ АН Таджикистана). Удачное лабораторное моделирование плазмоидов – шаровых молний – было выполнено **В.А. Резниковым**. Несколько работ были посвящены описанию разработок новой аппаратуры и методикам измерений атмосферных характеристик и компонент (аспирант **А.А. Рудь**, ВКА им. А.Ф. Можайского; кандидаты физико-математических наук **В.М. Волгин**, ГУАП; **А.Н. Сахаров**, ОПТЭК).

В разделе “Вопросы мироздания” наибольший интерес представляют работы о случайности открытия-гипотезы Э.-П.-М. Бибербаха (доктор физико-математических наук **Н.А. Широков**, СПбГУ) и работы доктора филологических наук **Н.Н. Вашкевича** и его последователя – ученика, кандидата физико-математических наук **С.С. Липницкого** (СПбГУ). Первая – о тесной связи русских с арабским Востоком, в частности, с Сирией и Финикией, вторая – о псевдоморфозах

в смысловых полях. Особенно любопытно обнаружение явного вхождения планет Солнечной системы в соответствующие разделы этнолингвистической таблицы Вашкевича: Юпитера – в пятый, Сатурна – в шестой, что отражается в их геометрической структуре.

Последний раздел сборника «Из архива трудов конференции “Естественные и антропогенные аэрозоли”» рассказывает о малоизвестной истории процессов гомогенного льдообразования в облаках, без воздействия образующих лед реагентов, с привлечением квантово-механической концепции, возникшей в результате коллективной работы научных сотрудников нескольких вузов страны и Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. Небольшая заметка посвящена памяти инициатора этих исследований кандидата физико-математических наук, руководителя кафедр в Харьковском



С.А. Терпугова выступила с докладом “Моделирование конденсационного роста частиц по результатам нефелометрических измерений”.

Политехническом институте и Калининградском государственном университете А.С. Кочемировского (1936–2002).

По завершении рабочих заседаний конференций были обсуждены их итоги и представлено совместное решение 10-й Международной научной конференции

“Естественные и антропогенные аэрозоли” и региональной научной конференции “Естественные и антропогенные аэрозоли России”. Труды конференции были изданы отдельным томом с цветными иллюстрациями и распространены среди научной общности, в том числе

среди участников ежегодного 25 семинара-конференции “Система планета Земля”, проходившего под руководством В.Л. Сывороткина на геологическом факультете МГУ.

Фото

Г.Д. ФЕДОРОВСКОГО

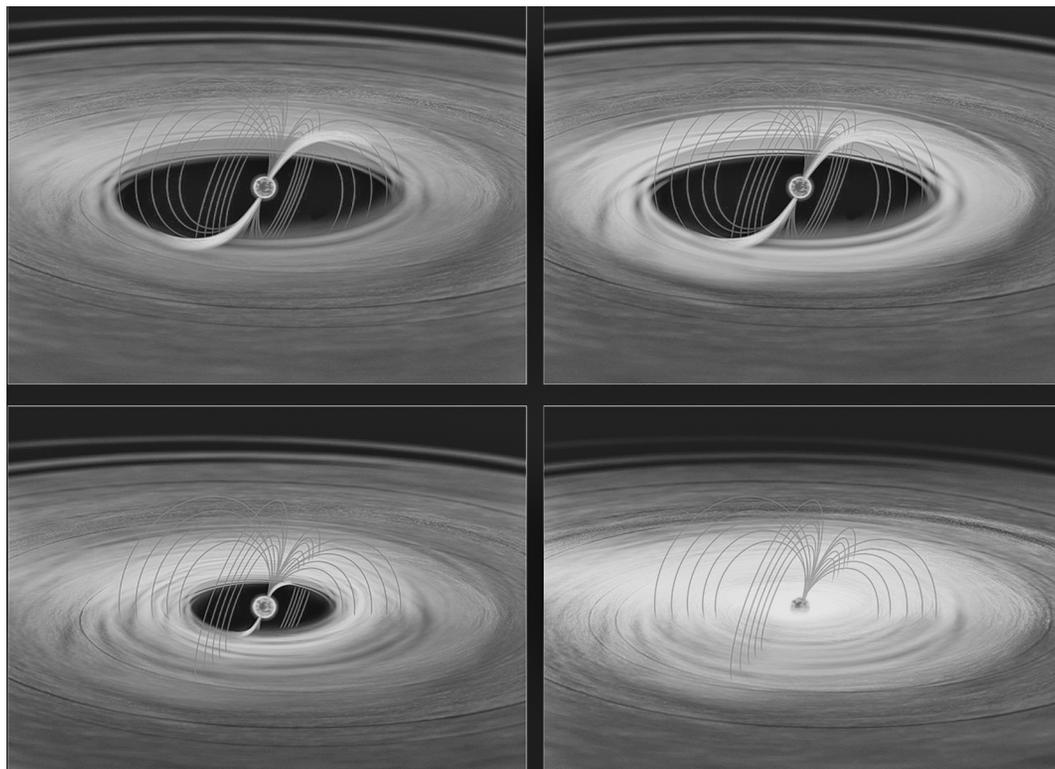
Информация

Открытие тайны Быстрого Барстера

Ученые, выполнив с помощью космических обсерваторий “XMM-Newton” (ESA),

“NuSTAR” и “Swift” (NASA) наблюдения нейтронной звезды в системе Быстрого Барстера (MXB1730–335), вероятно, решили 40-летнюю загадку рентгеновских всплесков. Барстеры (burst – вспышка) – вспыхивающие галактические рентгеновские источники,

представляющие собой аккрецирующие нейтронные звезды с орбитальными периодами – от нескольких часов до нескольких дней. Полученное название отражает взрывной характер их активности. Вспышки барстеров были открыты в 1975 г.



Четыре изображения, характеризующие поведение газа в аккреционном диске бинарной системы MXB1730-335 (Быстрый Барстер), созвездие Скорпион. Рисунки ESA/ATG medialab.