

Отчет о проведении международной конференции «Турбулентность, динамика атмосферы и климата»

(распоряжение Президиума РАН от 20 апреля 2018 г. № 13000-433)

Международная конференция «Турбулентность, динамика атмосферы и климата» была посвящена столетию со дня рождения выдающегося ученого академика АН СССР, лауреата Государственной премии СССР Александра Михайловича Обухова (05.05.1918-03.12.1989), основателя и директора Института физики атмосферы АН СССР на протяжении 33 лет, создателя (вместе с А.Н. Колмогоровым) теории мелкомасштабной турбулентности, определившей развитие многих направлений науки о природных явлениях и технической гидродинамики в XX веке и до нашего времени. Первая конференция с таким названием прошла 5 лет назад, и интерес научной общественности к ее темам показал, что традицию необходимо продолжить.

Настоящая Конференция была проведена 16-18 мая 2018 года в здании Президиума РАН (Ленинский пр. 32А). В работе конференции приняли участие ученые из Москвы, Санкт-Петербурга, Уфы, Перми, Томска, Новосибирска, Иркутска, Казани, Майкопа, Нижнего Новгорода, Обнинска и Севастополя. Международное участие было представлено учеными из Великобритании, Китая, Германии, Эстонии, Франции и Абхазии. Общее число участников составило около 250 человек. Среди них представители отделений РАН, институтов ФАНО/РАН, организаций Росгидромета и ВУЗовской науки. Следует отметить, что значительное количество докладов было сделано молодыми учеными. В целом, были представлены 109 устных и 42 стендовых докладов.

Отдельное заседание состоялось в здании ФГБУН ИФА РАН и было посвящено российско-китайскому сотрудничеству в области исследования динамики атмосферы и климата и состава атмосферы.

Тематика конференции охватывала следующие научные направления: турбулентность; геофизическая гидродинамика; динамика атмосферы и климатической системы; физика и состав атмосферы; взаимодействие атмосферы и океана; распространение волн. Естественно, что основной темой конференции было развитие идей, заложенных А.М. Обуховым. Это определило и тематику работы секций, и направление большинства докладов.

На пленарном заседании выступили ведущие российские ученые с обзорными докладами о современных проблемах физики атмосферы и климата, в том числе и ученики, и коллеги А.М. Обухова.

В дальнейшем работа Конференции велась по секциям.

Секция «Турбулентность». Турбулентность играет весьма значительную и многообразную роль в физических процессах, определяющих режим приземного и пограничного слоев атмосферы. Ее теоретическое исследование необходимо для решения задач климатического моделирования, переноса примесей и оценки загрязнения атмосферы, дистанционного зондирования, распространения сигналов и обеспечения безопасности полетов. Первые шаги в исследовании турбулентности были сделаны еще в XIX веке Рейнольдсом. Но основы теории атмосферной турбулентности были разработаны в середине прошлого века на основе специализированных экспериментов и теоретических построений, и работы в этой области активно продолжаются. Поэтому основные доклады были посвящены фундаментальным и общим вопросам теории турбулентности; наблюдениям, приборной базе и теоретическим проблемам в атмосферной турбулентности; лабораторным и численным экспериментам; модельным и практическим подходам к ее исследованию.

Теоретическому описанию различных геофизических процессов, в том числе с использованием теории турбулентности, была посвящена **секция «Геофизическая гидродинамика»**. Наибольший интерес вызвали доклады, посвященные квазилинейным и нелинейным механизмам формирования течений, процессам в стратифицированной вращающейся жидкости, теоретическому описанию движений мелкой воды на сфере. Также были представлены доклады, демонстрирующие опыт применения теоретических построений к прогнозу метеорологических явлений (тропических циклонов, смерчей, быстрых конвективных явлений).

Наибольшее количество докладов было представлено на **секциях «Динамика атмосферы и климатической системы» и «Физика и состав атмосферы»**. И это не удивительно, так как теоретическое описание мелкомасштабных атмосферных процессов является основой для разработки моделей прогноза погоды и динамики климата, а также исследования распространения атмосферных примесей и состава атмосферы.

Основным инструментом воспроизведения климатического состояния, включая экстремальные погодно-климатические ситуации, является климатическое моделирование. Поэтому большое число докладов секции «Динамика атмосферы и климатической системы» было посвящено разработке, усовершенствованию и применению современных моделей прогноза погоды и климата. Были представлены модельные подходы, развиваемые для систем оперативного прогноза погоды в Гидрометцентре России, результаты моделирования будущих изменений климата с использованием современных глобальных климатических моделей, в том числе отечественной модели ИВМ РАН, анализ реакции климатической системы на внешние воздействия, а также естественные колебания климата, анализ современного состояния климатической системы, в том числе в полярных регионах.

Особый интерес вызвала серия докладов, посвященных диагнозу и прогнозированию опасных мезомасштабных метеорологических явлений - смерчей, шквалов, полярных циклонов. В ряде работ была затронута проблемы взаимодействия явлений различных масштабов, в том числе при исследовании городского климата. Представленные доклады еще раз подтвердили, что прогноз катастрофических атмосферных явлений и климатической изменчивости, как региональной, так и глобальной, возможен только при совместном использовании данных наземных измерений, спутникового зондирования и мезомасштабного моделирования.

Секция «**Физика и состав атмосферы**» представляет направление физики атмосферы, наиболее активно развивающееся в последние десятилетия. Динамика состава атмосферы является не только индикатором климатических изменений и антропогенного воздействия человека на природу, но и показателем качества среды обитания человека. Были рассмотрены процессы формирования и изменения состава в разных слоях атмосферы - от тропосферы до ионосферы. Представлены результаты экспериментальных исследований, модельных расчетов и новые теоретические модели распространения атмосферных примесей. В ряде докладов рассматривался аэрозольный состав атмосферы, влияние на него внешних (вулканическая активность) и внутренних (турбулентный перенос) воздействий. Серия докладов была посвящена аэро-электрическим и аэро-физическим наблюдениям, ориентированным на развитие численных моделей электричества атмосферного пограничного слоя.

Важнейшую роль в процессах формирования погоды и климата играет океан. В процессах энергообмена между океаном и атмосферой мелкомасштабное (турбулентное) взаимодействие занимает особое место, являясь главным фактором в обмене теплом, количеством движения и влагой непосредственно через границу раздела взаимодействующих сред. Теоретическое описание и расчет такого взаимодействия затруднен из-за чрезвычайной

сложности рассматриваемых физических процессов. Пригодность закономерностей и теоретических положений, полученных в основном для течений в аэродинамических трубах и для пристеночной турбулентности, в условиях подвижной поверхности раздела море-атмосфера нуждается в тщательной проверке. Работа секции **«Взаимодействие атмосферы и океана»** велась по следующим направлениям: моделирование климатической и региональной изменчивости атмосферных и океанских процессов, мелкомасштабное взаимодействие атмосферы и океана, взаимодействие атмосферы и океана в полярных областях.

Одно из важных применений теории турбулентности заключается в описании процессов распространения волн различных диапазонов в атмосфере. Секция **«Распространение радиоволн»** представила традиционное направление деятельности Института физики атмосферы. Несколько докладов этой секции были посвящены физическим основам метода акустического зондирования, использующего рассеяние звуковых волн мелко-масштабными турбулентными неоднородностями. Идеи метода были заложены еще А.М. Обуховым в двух коротких теоретических работах. Были также представлены работы по распространению инфразвука, лидарные наблюдения за состоянием атмосферы, теоретическое и лабораторное моделирование распространения волн в различных средах.

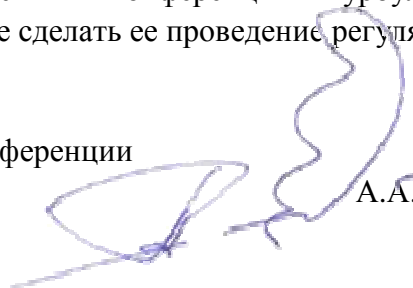
Отличительной особенностью конференции этого года стала значимая постерная секция. Стендовые доклады были представлены по всем направлениям деятельности конференции и активно обсуждались.

Работа конференции показала высокий научный уровень практически всех представленных докладов. Исследования турбулентных, климатических и атмосферных процессов традиционно ведутся в нашей стране на высшем мировом уровне, о чем свидетельствуют публикации в высокорейтинговых научных журналах и активное участие российских ученых в международных программах.

Конференция позволила выявить и ряд проблем. Традиционные параметризации атмосферного пограничного слоя основаны на теории подобия и коэффициентах турбулентного переноса, описывающих взаимодействие атмосферы с земной поверхностью и диффузию примесей. Но по мере совершенствования моделей, отказа от гидростатического приближения и, особенно, по достижении высокого пространственного разрешения, традиционные параметризации атмосферного пограничного слоя перестают быть приемлемыми. Главные их недостатки - неприменимость к экстремальным условиям стратификации и к течениям над сложными поверхностями, не удаётся устранить, оставаясь в рамках классической теории, т.е. с помощью уточнения функций подобия или введения дальнейших поправок в традиционные турбулентные замыкания уравнений, осредненных по Рейнольдсу. Следовательно, нужны новые подходы к разработке параметризаций, которые должны опираться как на результаты вихреразрешающего и прямого численного моделирования турбулентных процессов в атмосферном пограничном слое, так и на данные специализированных натурных и лабораторных экспериментов.

Широкий круг важных научных вопросов, обсуждаемых на конференции, внимание научной общественности показали важность затронутых на ней тем для развития физики атмосферы и теории турбулентности. Поэтому участники конференции «Турбулентность, динамика атмосферы и климата» внесли предложение сделать ее проведение регулярным.

Председатель национального оргкомитета конференции
член-корреспондент РАН



А.А. Макоско