

СОТРУДНИКИ ААНИИ ПРИНЯЛИ УЧАСТИЕ В КОНФЕРЕНЦИИ «ТУРБУЛЕНТНОСТЬ, ДИНАМИКА АТМОСФЕРЫ И КЛИМАТА 2020»

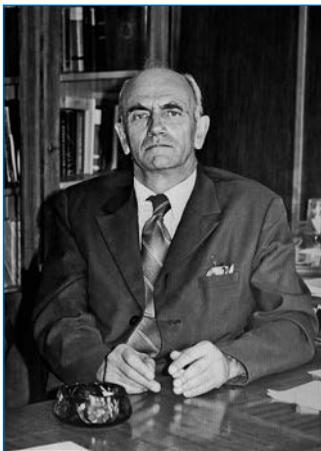
*Всероссийская конференция с международным участием,
посвященная памяти академика Александра Михайловича Обухова*

С 10 по 12 ноября 2020 года в Москве прошла ежегодная Всероссийская конференция, посвященная памяти академика Александра Михайловича Обухова «Турбулентность, динамика атмосферы и климата». Организатор конференции Российская академия наук и Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН. В состав программного комитета конференции вошли ведущие российские ученые: академики Г.С. Голицын, И.И. Мохов, В.П. Дымников, В.Н. Лыков, В.А. Семенов, А.А. Макоско, а также профессор, доктор наук С.С. Зилитинкевич, Р.М. Вильфанд, М.В. Курганский и другие ведущие ученые в этой области. Конференция проходила при поддержке РНФ и РФФИ. Работа конференции проходила по следующим секциям:

- турбулентность в атмосфере и океане;
- геофизическая гидродинамика;
- общая циркуляция атмосферы и динамика климатической системы;
- структура и состав атмосферы и перенос примесей;
- распространение и взаимодействие волн в атмосфере;
- физика атмосферного пограничного слоя.

В рамках секции «Физика атмосферного пограничного слоя» проходила специальная подсекция «Исследование структуры и динамики пограничного слоя атмосферы с использованием беспилотных летательных аппаратов». В этой подсекции доминировали представители МФТИ, МАИ, ЦАО, ИФА РАН, МГУ, а также (заочно) представители Института оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН (г. Томск), Института мониторинга климатических и экологических систем СО РАН и Новосибирска (Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН). Дистанционные презентации обеспечивались платформой Zoom. ААНИИ был представлен коллективным докладом специалистов отдела взаимодействия океана и атмосферы, отдела ледового режима и прогнозов и Высокоширотной арктической экспедиции — «Использование БПЛА для исследования альbedo снежно-ледовых поверхностей» (Б.В. Иванов, У.В. Прохорова, А.М. Безгрешнов, М.В. Курапов, Д.М. Журавский, А.С. Парамзин).

Доклады в рамках указанной подсекции были связаны, в первую



А.М. Обухов

очередь, с измерениями с помощью беспилотников вертикальных распределений основных метеопараметров в атмосферном пограничном слое (верификация различных дистанционных методов), а также с исследованиями атмосферной турбулентности. Например, в докладе А.П. Шелехова и др. (Томск) «Экспериментальные исследования турбулентных флуктуаций компонент скорости и углов движений при удержании высоты беспилотным летательным аппаратом» показано, что хаотические вихри различных размеров, характерные для турбулентной атмосферы в АПС, приводят в режиме удержания высоты и ориентации БПЛА (в пространстве и времени) к случайным изменениям положения его центра масс и угловых движений. Представлены ре-

зультаты экспериментальных исследований спектров флуктуаций компонент скорости, а также углов тангажа, крена и рысканья БПЛА в режиме удержания высоты в турбулентной атмосфере. В рамках экспериментов коптер «зависал» в непосредственной близости от атмосферного метеоконцентра (АМК-03), обеспечивающего измерения всех трех компонент скорости ветра в турбулентном потоке.

Коллектив авторов из ИФА РАН, МАИ, МФТИ и ЦАО представили доклад «Беспилотный летательный аппарат для исследования турбулентной структуры атмосферного пограничного слоя», посвященный проектированию и созданию БПЛА с измерительным комплексом для исследования турбулентной структуры атмосферного пограничного слоя. Разработанный коллективом авторов измерительный комплекс для определения трех компонент скорости ветра фиксирует вектор воздушного потока относительно БПЛА, а также вектор скорости и три угла ориентации самого БПЛА относительно Земли. Первый вектор измеряется с помощью многоканального приемника воздушных давлений, вынесенного перед носом БПЛА, а второй — с помощью высокоточной инерциальной на-

вигационной системы и спутниковой системы позиционирования. Калибровка комплекса производилась в аэродинамической трубе. Для измерения турбулентных пульсаций температуры воздуха используется термометр сопротивления в виде открытой платиновой нити, специально разработанный в Центральной аэрологической обсерватор-

Группа участников конференции





Квадрокоптер "Explorer Quad 2" в полете

рии. В результате продувки в аэродинамической трубе определен коэффициент восстановления температуры для данного датчика. Средние значения температуры и влажности воздуха измеряются с помощью калиброванного датчика Vaisala. Насколько известно, для измерения пульсаций влажности не существует малоинерционных датчиков, которые могли бы быть использованы на легких БПЛА. В качестве компромисса авторы использовали емкостной датчик влажности со временем отклика порядка 1 секунды. Для измерения температуры подстилающей поверхности используется инфракрасный датчик температуры. Основные объекты исследований — недоступные участки болот (Западная Сибирь), полыньи и разводья на крупных водоемах (Цимлянское водохранилище) и т. п.

Доклад специалистов ААНИИ затронул ту «нишу», которую не смогли покрыть своими измерениями коллеги из Москвы и Томска. Это касается измерений альбедо (точнее, отраженной солнечной радиации) различных типов снежно-ледяной поверхности. В первую очередь, это касается таких объектов, где проведение стандартных наземных измерений невозможно (краевая зона ледников — зона трещин, торосы, эпিশельфовые озера и т. п.). Была использована непрофессиональная модель квадрокоптера DJ Phantom Pro4, имеющая возможность (по грузоподъемности) поднять на своем борту разработанный в ААНИИ оригинальный измерительный комплекс (автор — науч. сотр. ОЛРП С.С. Сероветников). Комплекс, основанный на использовании известных процессорных микросхем, имел в своем составе малоинерционный фотометр LQ-190SA (фирма LICER, США), работающий в диапазоне 400–700 нм (фотосинтетическая активная радиация) и портативный ИК-термометр (радиометр), работающий в диапазоне 8–14 мкм (так называемое «окно прозрачности атмосферы»). Это обстоятельство позволило специалистам ААНИИ избежать значительных затрат, связанных с приобретением дорогостоящих высокопрофессиональных средств измерений и регистрации данных, которыми располагали наши коллеги из Москвы и Томска. Финансовая поддержка исследований была обеспечена грантом РФФИ № 18-05-00471 «Термодинамика торосов — новый взгляд на теплообмен между атмосферой и ледяным покровом в Арктике. Натурные эксперименты, моделирование», 65-й Российской антарктической



Квадрокоптер "DJ Phantom Pro 4" использовался в экспедиции "Трансарктика -2019"

экспедицией и экспедицией «Трансарктика-2019». На секции специалистами ААНИИ были представлены результаты исследований, выполненных на многослойной ледовой станции, организованной с помощью НЭС «Академик Трёшников» (торосы), полученных на ледниках Шпицбергена (ледник Эсмарк и Альдегонда) и в Антарктиде (ледники, эпিশельфовые озера, снежники в районе оазиса Ширмахера). Результаты наших исследований опубликованы в ряде ведущих отечественных журналов, входящих в наукометрические базы Scopus и РИНЦ, а также доложены на зарубежных и отечественных научных конференциях.

Один из докладов конференции (секция «Физика атмосферного пограничного слоя») был связан с архипелагом Шпицберген. Доклад специалистов ИФА РАН был посвящен изучению фёновых эффектов (А.А. Шестакова, Д.Г. Чечин «Фёновый эффект на Шпицбергене: влияние на структуру пограничного слоя и турбулентный теплообмен»). Как показали авторы, привлекая данные судовых (ледокол «Поларштерн»), дистанционных (летающая лаборатория АВИ) и наземных наблюдений (метеостанции в Нью-Олесунне, Лонгйире, Баренцбурге и некоторых других), зафиксированный эпизод фёна привел к интенсификации турбулентного теплообмена между атмосферой и снежной поверхностью (в районе Нью-Олесунна и Лонгйира) из-за увеличения скорости ветра, больших градиентов температуры и влажности, увеличения потока коротковолновой радиации при ясном небе (т. н. «фёновое окно»). Показано, что фён привел к ускоренному таянию снега и почти полному его исчезновению в районе Лонгйира. При обсуждении представленных результатов было высказано твердое убеждение, что наличие автоматических метеостанций ААНИИ на разных высотах на леднике Альдегонда позволит более детально изучить это явление, но для меньших пространственно-временных масштабов.

В рамках секционной дискуссии обсуждались возможные пути объединения технических и методических усилий различных авторов (институтов) и варианты совместных будущих натурных экспериментов с использованием БПЛА, в том числе и на арх. Шпицберген.

*Б.В. Иванов (ААНИИ).
Фото автора*