

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В ЦЕЛЯХ МОНИТОРИНГА ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ АРКТИКИ В ХОДЕ МЕЖДУНАРОДНОЙ ЭКСПЕДИЦИИ НА ШПИЦБЕРГЕНЕ

Постоянно действующий орган АМАР (Arctic Monitoring and Assessment Program – Программа мониторинга и оценки состояния Арктики) при Арктическом совете разработал международный проект «Координированные исследования взаимодействия климата и криосферы» (Coordinated Investigation of Climate – Cryosphere Interactions – CICI). Район проведения работ – окрестности научного поселка Нью-Олесунн (Ny-Alesund), о. Зап. Шпицберген, арх. Шпицберген. Сроки – март–май 2011 г.

Целью проекта являлось исследование процессов, определяющих распределение аэрозолей и сажи в атмосфере Арктики и оказывающих воздействие на распространение, накопление сажи на поверхности снега и льда и на величину альбедо. Проект был объявлен открытым и международным, то есть участие в нем могло принять любое из заинтересованных профильных научных учреждений. В итоге в реализации проекта приняли участие представители девяти научных организаций из семи стран: Австрии, Германии, Италии, Норвегии, России, США, Франции.

Научные наблюдения в рамках проекта подразделялись на наземную и летную части. Наблюдения проводились в равнинной прибрежной зоне в окрестностях и на значительном удалении к западу от Нью-Олесунна, а также в зоне протяженностью более 30 км по оси ближайшего ледника. Наземные наблюдения представляли собой комплекс измерений морфометрических характеристик снежного покрова, стандартных метеорологических и аэрологических наблюдений, специальных градиентных метеорологических наблюдений с применением аэростатного зондирования. Аэростаты применялись также для измерения концентрации аэрозолей в нижней атмосфере и для озонметрических наблюдений. Важным аспектом программы наблюдений являлось получение оценок альбедо подстилающих поверхностей разного типа, для чего применялись датчики падающей и отраженной солнечной радиации, как наземные стационарные, так и на передвижных платформах.

Уже на раннем этапе к формированию программы проекта CICI были привлечены участники рабочей группы АМАР по беспилотным летательным аппаратам (БЛА). Двумя годами ранее эта группа была создана с целью выработки рекомендаций по возможному применению БЛА для решения задач, стоящих перед АМАР, а именно для мониторинга и оценки состояния природной среды Арктики. В ходе нескольких очных встреч рабочей группы по БЛА, а также ряда телеконференций была выработана программа VAUUAV (Variability of Albedo Using Unmanned Aircraft Vehicles – Исследование изменчивости альбедо при использовании беспилотных летательных аппаратов). Нетрудно заметить, что цели программ CICI и VAUUAV сочетаются вполне органично. Это обстоятельство позволило существенно обогатить планировавшееся содержание проекта CICI.

Полученные в ходе проекта результаты измерений с воздуха планируется сопоставить с рядом наземных исследований, что должно обеспечить более полную картину обмена аэрозолей в системе «атмосфера – криосфера». Климатическая мачта «Амундсен – Нобиле» у подножия горы Цеппелин обеспечивает выполнение долговременных наблюдений изменчивости альбедо и энергетического обмена в зоне арктической тундры. В окрестностях этой мачты выполняются регулярные спектральные измерения по программе CNR-IIA (Институт изучения загрязнения атмосферы Итальянского совета по научным исследованиям). Эти измерения могут быть сопоставлены с наблюдениями альбедо с помощью БЛА, что позволит оценить репрезентативность последних. Одновременно с этим лабораторией Грувбадет по программе CNR-ISAC (Институт атмосферных наук и климата Итальянского совета по научным исследованиям) проводятся измерения концентрации аэрозолей, которые обеспечивают данными в пределах пограничного слоя атмосферы близко к поверхности. Наряду с этим, по программе NILU (Норвежский институт атмосферных исследований) обсерватория «Цеппелин» проводит наблюдения за содержанием аэрозолей в свободной тропосфере. Объединение наблюдений за аэрозолями на этих двух уровнях может быть обеспечено данными, полученными с помощью БЛА NOAA.

Обсуждение научных и организационных аспектов участия БЛА в проекте CICI проводилось в ходе совещаний рабочей группы по БЛА в Санкт-Петербурге (октябрь 2010 г.) и Болонье (ноябрь 2010 г.). Надо признать, что в настоящее время практическое применение БЛА по своему прямому назначению в пределах национальных территорий обременено достаточно большим количеством условий и ограничений, связанных с получением разрешений на полеты со стороны национальных служб по гражданской авиации. Ожидать упрощения существующих регламентов в будущем, по-видимому, нет серьезных оснований. Причины этого достаточно весомые. Действительно, полагая БЛА полноценным участником воздушного движения, надо быть готовым к удовлетворению всех требований, направленных на минимизацию рисков всех других участников полетов.

Участвовать в летной подпрограмме проекта CICI выказали намерение представители Норвегии (NORUT – Норвежский институт изучения Севера), США (NOAA – Национальная океаническая и атмосферная администрация), а также АНИИ Росгидромета. В программу работ вошли также наблюдения с борта самолета Института морских и полярных исследований им. А.Вегенера (AWI) «Polar-5».

К середине мая 2011 г. полевая фаза работ по проекту в районе Нью-Олесунн была завершена. Все полученные материалы наблюдений найдутся в открытом доступе на веб-сайте проекта. Итоговый от-



Участники летной части проекта. БЛА (слева – направо) «CryoWing» (NORUT), «Manta» (NOAA), «Элерон -10Э» (ААНИИ). Фото К.С.Йохансена (NORUT).

чет с основными научными результатами находится в процессе подготовки. В настоящее время имеется возможность сообщить об основных организационных и технических аспектах выполнения части программы наблюдений в рамках общего проекта при использовании БЛА.

Активная фаза работ БЛА ограничивалась периодом 08.04–15.05.2011. Полеты российского БЛА проводились в период 29.04–12.05.2011. В летной части проекта от NOAA принимали участие 8 специалистов (руководитель Джеймс Джонсон), от NORUT – 7 (руководитель – Руни Сторвольд; он же – ответственный с норвежской стороны координатор летной части программы работ), от ААНИИ – 4 (начальник экспедиции – Сергей Лесенков). В программе наблюдений с помощью БЛА наметилась некоторая специализация. БЛА NOAA был оснащен приборами для измерения концентрации аэрозоль и содержания сажи; БЛА NORUT – спектрометрами и высокоточным альтиметром; БЛА ААНИИ снабжен теле-, ИК-, фотоаппаратурой. Каждый из БЛА оснащен блоком для выполнения метеорологических

измерений (температура и влажность воздуха; скорость и направление ветра – рассчитываются по полетным характеристикам программно).

Коллегами из Норвегии и США за месяц работ было выполнено примерно по 20 полетов. Российский БЛА менее чем за две недели выполнил 10 полетов. Серьезным фактором, ограничивавшим полеты, являлись неблагоприятные погодные условия. Почти половина от общего количества полетов выполнена в позднее вечернее или ночное время, чему благоприятствовало установление на данной широте полярного дня с 17.04.11. Задачи, поставленные перед группой БЛА, были в целом выполнены успешно. Получен большой массив данных наблюдений по концентрации сажи и аэрозолей на разных высотах (NOAA); выполнены множественные измерения альбедо, в том числе над районами работ наземных групп (NORUT). В результате полетов БЛА ААНИИ получены 12 вертикальных профилей распределения температуры, влажности воздуха, а также скорости и направления ветра над подстилающей поверхностью разного типа (чистая вода, заснеженный грунт,

БЛА «Элерон-10Э» в момент старта. Оператор катапульты – А.Э.Клейн. Фото К.С.Йохансена (NORUT)





БЛА «Элерон-10Э» в процессе приземления. Фото К.С.Йохансена (NORUT)

разные участки ледника) в диапазоне высот 100–2700 м. По данным БЛА трех типов получен весьма объемный материал с изображением района работ в видео- и ИК-диапазонах.

Следует отметить хорошие условия для проведения полетов, созданные совместными усилиями коллег из NORUT и администрации Kings Bay AS научного поселка Нью-Олесунн. Kings Bay AS является государственной компанией, ответственной за всю транспортную и хозяйственную инфраструктуру в поселке. Ограничения на параметры полетов, установленные Норвежским управлением гражданской авиации, касались предельной высоты полета – 2700 м и максимального удаления от точки старта, сопоставимого с радиусом действия аппаратов. Взлет-посадка БЛА произ-

водились с ВПП аэропорта Нью-Олесунна; управление полетами – со штатного контрольно-диспетчерского пункта. Предполетная подготовка аппаратов проводилась в просторном ангаре местного отделения «Ракетного полигона Andoya».

Совместная работа с иностранными коллегами предоставила возможности для взаимного обмена накопившимся опытом применения БЛА. Вот лишь некоторые впечатления и предварительные соображения по текущему состоянию и возможным перспективам приложения этой относительно новой технологии к задачам мониторинга природной среды Арктики.

Специалисты NOAA работают в области применения БЛА для решения задач гидрометеорологии около 10 лет. Специалисты NORUT – с 2006 г. Оба

Фотоснимок с БЛА «Элерон-10Э» 10.05.2011. Высота 2200 м. В центре снимка – ВПП; вверху – западная часть поселка Нью-Олесунн



коллектива владеют БЛА разных изготовителей, но с близкими тактико-техническими характеристиками. Модель БЛА NOAA – «Manta»; модель БЛА NORUT – «CryoWing». Для обеих моделей старт обеспечивается с применением катапульты; посадка производится «по-самолетному» в режиме радиоуправления с переносного пульта оператора. Обе модели оснащены двухтактными двухцилиндровыми двигателями внутреннего сгорания (ДВС), обеспечивающими длительность полета в 4–5 ч, дальность действия 600–800 км, с ограничением по полезной нагрузке 7–8 кг. Состав полезной нагрузки – газоанализаторы, спектрофотометры, метеодатчики, аппаратура ТВ-наблюдения и фоторегистрации. Накопление большей части получаемой информации производится на борту БЛА. Связь с наземной станцией управления обеспечивается по каналу системы «Иридиум».

Как NOAA, так и NORUT в ходе работ по данному проекту понесли ощутимые потери. Так, NOAA имела по одной аварийной посадке для каждого из двух бортов. В одном случае повреждения БЛА были значительными. Один из трех однотипных бортов БЛА NORUT в результате падения разрушен полностью. Главная причина аварий – отказ в работе ДВС. Падения, разрушения и потери БЛА у обеих организаций имели место и в прошлые годы. Однако ни NOAA, ни NORUT не считают возможным отвергнуть ДВС в пользу электродвигателя. Признавая за последним преимущество по части надежности, они не рассматривают его в качестве реальной альтернативы ДВС, поскольку он не может обеспечить дальность действия БЛА порядка 1000 км. Обе стороны направляют усилия на увеличение надежности применяемых ДВС и их эффективности в отношении дальности действия и размера полезной нагрузки. Так, NORUT разместил заказ на поставку в текущем году БЛА с дальностью действия 2000 км и полезной нагрузкой 15 кг. Участники работ по теме БЛА из NOAA и NORUT не рассчитывают на быстрый успех в решении задачи по применению БЛА для мониторинга Арктики, что не уменьшает их уверенности в правильности выбора.

Преимущества БЛА с электродвигателем бесспорны. Это, в первую очередь, высокая надежность, бесперебойность работы электродвигателя. Немаловажным преимуществом является относительная простота в обслуживании аппаратов такого типа. В состав «команды» от ААНИИ в данном проекте входило 4 специалиста. В последующем, с накоплением опыта работы, их количество может быть существенно сокращено. Обратная сторона медали – относительно низкий энергоресурс, ограничивающий длительность полета для примененной в ходе проекта модели «Элерон-10Э» до двух часов и радиусом действия, соответственно, около 100 км. Старт производится с помощью пневматической катапульты; посадка – с применением парашютной системы. Связь БЛА с наземной станцией управления обеспечивается по радиоканалу. Подобные аппараты хороши для решения важных задач тактического характера. Применительно к Арктике – в условиях дрейфующих станций «Северный полюс», например. В условиях СП-37 и СП-38 подобный аппарат (модель Т23Э «Элерон») поставлял и продолжает давать информацию, позволяющую принимать обоснован-

ные решения, касающиеся безопасности персонала станций и сохранности дорогостоящего научного и вспомогательного оборудования. Можно предполагать, что в отсутствие качественного прорыва в создании энергоемких электрических элементов будущего в деле мониторинга природной среды Арктики – за БЛА, оснащенными ДВС, способными обеспечить радиус действия порядка 1000 км.

В отношении насыщения БЛА средствами наблюдений следует отметить, что на данном этапе развития БЛА как комплексной технологии какая-либо унификация по применению измерительной аппаратуры отсутствует. Каждый из владельцев БЛА выбирает на свободном рынке измерительные приборы, отвечающие его требованиям, и адаптирует их к конкретной модели БЛА. Наблюдательные комплексы и даже отдельные их компоненты, применяемые NOAA и NORUT, не имеют серийного исполнения, а производятся по индивидуальным заказам. Разработка некоторых измерительных приборов возможна лишь в среднесрочной перспективе. Так, NORUT в настоящее время объявил конкурс на прием в целевую аспирантуру специалиста для разработки малогабаритной версии газоанализатора метана, пригодной для установки на БЛА. Работа рассчитана на 3 года.

Предварительные итоги работ в рамках летной части проекта обсуждались на совещании рабочей группы АМАР по применению БЛА в Арктике 24–26 мая 2011 г. в Оттаве, Канада. Одновременно на совещании рассматривались предложения участников по координации дальнейших действий в направлении применения БЛА для мониторинга природной среды в Арктике.

Заслуживает упоминания сложившаяся в среде научного сообщества в Нью-Олесунне атмосфера открытости, общительности, взаимопомощи. Это создает хорошие условия для взаимного обмена идеями и технологиями в области геофизических наук. Живое общение ученых, молодых по преимуществу, способствует приобретению или закреплению навыков языкового общения, а также создает предпосылки для дальнейшего развития международного сотрудничества в соответствующих областях на уровне государственных институтов и национальных научных школ.

Научные исследования в поселке Нью-Олесунн начали проводиться на регулярной основе с 1964 г. До начала 1990-х гг. научные исследования в основном координировались Норвежским полярным институтом. Уровень их активности в этот период был невысок. С начала 1990-х гг. активность международных научных исследований в Нью-Олесунне постоянно росла. Дополнительный импульс исследованиям был придан в ходе МПГ 2007–2008 гг. В настоящее время научные базы в поселке имеют 11 институтов из 10 стран. Представители трех научных организаций присутствуют в Нью-Олесунне круглогодично. В дополнение к этому поселок ежегодно принимает и размещает представителей организаций более чем 20 стран, проводящих исследования на более или менее регулярной основе.

С.Б.Лесенков (ААНИИ)