

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ВОДАХ ЮЖНОГО ОКЕАНА

Океаны и моря являются одними из основных источников тепла, обуславливающих нагрев приводного слоя атмосферы. Они существенно влияют на формирование долговременных локальных погодных условий и глобальных изменений климата. Южный океан — один из важных компонентов климатической системы Земли. Характерная черта его океанографического режима — наличие многочисленных фронтальных зон между водными массами различного происхождения. Непосредственный контакт двух различных по своим свойствам водных масс приводит к тому, что на поверхности океана и в приводном слое атмосферы наблюдаются высокие значения горизонтальных градиентов основных гидрометеорологических характеристик. Известным советским ученым В.Х. Буйницким отмечалась роль Полярной фронтальной зоны (Антарктической конвергенции) как естественного рубежа между антарктическими водами и остальной частью Мирового океана. Актуальность изучения фронтальных зон определяется не только чисто научными задачами, но и прикладными, экологическими аспектами охраны окружающей среды. Так, при попадании различных видов бытового и промышленного мусора, а также различных загрязняющих веществ в районы, расположенные южнее Полярной фронтальной зоны и являющиеся особо охраняемыми территориями Антарктики, происходит накопление этих вредных веществ и материалов и, как следствие, отравление морской среды.

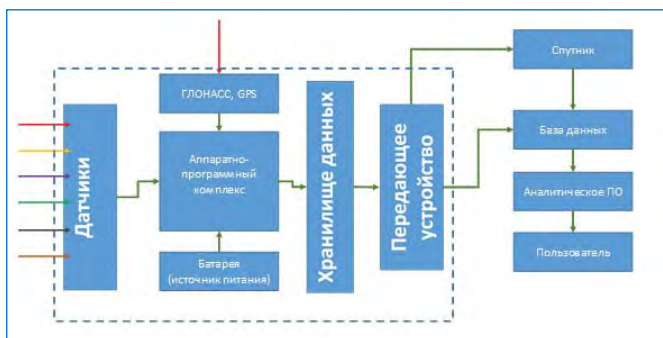
Южный океан является важным климатообразующим регионом, характеризующимся, в частности, высокой интенсивностью процессов взаимодействия между океаном и атмосферой и наличием пространственных неоднородностей в пограничных слоях (приводном воздушном и поверхностном водном).

Поэтому для изучения этих сложных процессов взаимодействия, наряду с данными регистрации непрерывных измерений температуры поверхностного слоя

моря, очень важно иметь объективную информацию и о пространственной изменчивости температуры воздуха в приводном слое атмосферы. Именно с этой целью, в рамках гранта Президента Российской Федерации для поддержки молодых ученых, был разработан и сконструирован макетный образец портативного автономного прибора для измерения и регистрации параметров приземного/приводного слоя атмосферы «Ikolobok». В его разработке принимали участие молодые сотрудники — участники гранта ААНИИ, ВНИИОкеангеологии им. И.С. Грамберга и Московского авиационного института. Прибор предназначен для проведения непрерывной регистрации основных метеорологических параметров (температура, относительная влажность воздуха и атмосферное давление), а также времени, даты и географических координат места проведения каждого отдельного измерения. Повышенная точность определения последних достигается благодаря комбинированию данных, полученных от основных спутниковых систем

навигации ГЛОНАСС и GPS. Прибор может быть использован и в труднодоступных районах, где нет постоянно действующих метеостанций и постов. Набор измерительных датчиков может варьироваться в зависимости от поставленных задач. Все комплектующие прибора (датчики, элементы питания, устройства накопления и

передачи информации) помещены в компактный антивандалный защитный корпус с внешними размерами 33×29×15 см. Вес прибора — 1 кг. Элементная база состоит из следующих модулей: регистратор (накопитель) данных HOB0 U30-NRC, датчик атмосферного давления S-BPB-CM50, датчик температуры и относительной влажности S-TNB-M00X, приемное устройство космической навигационной системы ГЛОНАСС/GPS, антенна ГЛОНАСС/GPS, датчик регистрации данных (16 Гб), источник питания на базе свинцово-кислотного аккумулятора (4 В).



Принципиальная схема макетного образца прибора «Ikolobok».

Расположение прибора на палубе НЭС «Академик Федоров» (слева) и внутренний вид электронной схемы (справа).



Прибор может эксплуатироваться при следующих предельных параметрах внешней среды: температуры воздуха от -40 до $+70$ °С, относительная влажность от 0 до 100 %, атмосферное давление от 240 до 800 мм рт. столба.

Участниками эксперимента были протестированы датчики температуры и относительной влажности воздуха и атмосферного давления. Анализ результатов измерений проводился в виде сравнения данных (интеркалибрация), полученных с помощью сертифицированной и входящей в Государственный реестр средств измерений метеостанции MILOS-520, и данных, полученных с комплекса «Kolobok», установленного на борту НЭС «Академик Федоров», в период его плавания в водах Южного океана.

В целом результаты измерений, выполненных с помощью нового прибора, продемонстрировали удовлетворительное соответствие с данными, полученными с помощью судовой метеорологической станции MILOS. Вместе с этим был выявлен ряд особенностей «Kolobok», которые указывают на необходимость частичной доработки (усовершенствования) некоторых его измерительных блоков. Так, измеренные значения температуры воздуха оказались в среднем выше аналогичных величин, полученных с помощью судовой метеостанции в условиях резких изменений температуры воздуха. Макетный образец «реагировал» на такие изменения с большей амплитудой сигнала, обусловленной, по всей вероятности, отсутствием радиационной защиты корпуса макетного образца. В условиях полярного дня в Южном полушарии это не могло не сказаться на определенном «перегреве» корпуса, а с учетом отсутствия принудительной вентиляции датчиков, привело к превышению зарегистрированных значений температуры воздуха по сравнению с истинными. В то же время данные, полученные тестируемым прибором, отразили все основные закономерности пространственного и временного изменения поля температуры приводного слоя атмосферы.

Графики изменчивости относительной влажности продемонстрировали практически полную идентичность показаний обоих приборов.

Разница между значениями атмосферного давления, полученными прибором «Kolobok» и станцией MILOS, составляет в среднем 1,8 гПа. На всем рассматриваемом участке записи общий ход изменения атмосферного давления, зафиксированный обоими датчиками, идентичен. Однако пространственно-временные изменения атмосферного давления по прибору

«Kolobok» имеют более сглаженный вид. Кроме того, присутствует расхождение в показаниях датчиков давления, обусловленное отсутствием программного учета положения датчика макетного образца над уровнем моря, тогда как в показаниях судовой станции эта поправка учитывается.

По результатам полевых испытаний были разработаны предложения разработчикам прибора усовершенствовать систему радиационной защиты корпуса и вентиляции датчиков температуры воздуха, а также учесть поправку, которая вводится в программу обработки судовых наблюдений, учитывающую высоту положения датчика давления над уровнем моря. Также в дальнейшем необходимо разработать методику учета температурной поправки, как это делается при стандартных наблюдениях на метеостанциях.

Развитие приборного комплекса «Kolobok», а именно установка радиационной защиты, системы вентиляции, дополнительных датчиков, параллельно с использованием спутниковых данных о температуре поверхности моря, уровне моря (альтиметрия) и ледовой обстановке, предоставит широкие возможности для проведения полноценного и качественного мониторинга приводного слоя атмосферы и поверхностного слоя воды в Южном океане в режиме реального времени. Универсальность, компактность и невысокая стоимость комплекса, по сравнению с отечественными и зарубежными аналогами, позволяет проводить мониторинговые исследования в любом труднодоступном для регулярных гидрометеорологических наблюдений месте. Размещение подобных комплексов, например, на островах вблизи трасы Северного морского пути (СМП), позволит с достаточной степенью точности и высокой оперативностью осуществлять мониторинг погодных условий по всей трассе СМП. Подобные автономные комплексы могут применяться и в системе оповещения заинтересованных организаций и структур о возникновении и развитии опасных погодных явлений, повторяемость которых заметно возросла в последние годы на фоне наблюдаемых климатических изменений в Арктике.

Авторы статьи и участники гранта выражают свою искреннюю признательность руководству РАЭ и команде НЭС «Академик Федоров» за помощь, оказанную при проведении работ по гранту Президента РФ (МК-4049.2014.8), направленному на поддержку молодых ученых.

Д. О. Доронин (ВНИИОкеангеология),
Н. М. Куприков (МАИ),
А. К. Павлов, Б. В. Иванов (АНИИ)

Изменчивость температуры (а), влажности воздуха (б) и атмосферного давления (в) на разрезе Африка (Кейптаун) – Антарктида (Молодежная) согласно данным Milos и «Kolobok»

