

Научная статья

УДК 551.508,621 + 551.50

DOI: 10.24412/2658-4255-2023-2-44-53



EDN: DBTDRG

Для цитирования:

Идрисов И.В., Наумов А.В., Ковчин И.С. Опыт создания и применения автоматических метеорологических станций в полярных регионах // Российская Арктика. 2023. Т. 5. № 2. С. 44-53. <https://doi.org/10.24412/2658-4255-2023-2-44-53>

Получена: 23.03.2023
Принята: 18.05.2023
Опубликована: 03.07.2023

For citation:

Idrisov I.V., Naumov A.V., Kovchin I.S. Experience of creation and application of automatic meteorological stations in polar regions. Russian Arctic, 2023, vol. 5, no. 2, pp. 44-53 (In Russian). <https://doi.org/10.24412/2658-4255-2023-2-44-53>

Конфликт интересов.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

**ОПЫТ СОЗДАНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ В ПОЛЯРНЫХ РЕГИОНАХ**И.В. Идрисов^{1*}, А.В. Наумов², И.С. Ковчин²

¹ Арктический и антарктический научно-исследовательский институт. Отдел долгосрочного планирования и инвестиционных проектов, Логистический центр Российской Антарктической Экспедиции, Санкт-Петербург, Российская Федерация

² НПО Аквастандарт, Санкт-Петербург, Российская Федерация

E-mail: *idrisov@aari.ru**Аннотация**

В статье рассмотрены вопросы развития автоматизированных технологий наблюдений за погодой в полярных регионах с помощью автоматических автономных метеорологических станций. Проанализирован опыт применения наилучших отечественных и зарубежных образцов этой техники, определены пути её совершенствования и развития наблюдательной сети.

Ключевые слова: Арктика, автоматическая метеорологическая станция, спутниковая связь

EXPERIENCE OF CREATION AND APPLICATION OF AUTOMATIC METEOROLOGICAL STATIONS IN POLAR REGIONSI.V. Idrisov¹, A.V. Naumov², I.S. Kovchin²

¹ Arctic and Antarctic Research Institute, Department of Long-Term Planning and Investment Projects, Logistics Center of the Russian Antarctic Expedition, St. Petersburg, Russia

² NPO Aquastandart LLC, St. Petersburg, Russia

E-mail: *idrisov@aari.ru**Abstract**

The article deals with the development of automated technologies for observing the weather in the polar regions with the help of automatic autonomous meteorological stations. The experience of using the best domestic and foreign samples of this equipment is analyzed, ways of its improvement and development of the observation network are determined.

Keywords: Arctic, automatic meteorological station, satellite communication

Введение

В последние годы все большее внимание уделяется задачам получения всеобъемлющей и достоверной гидрометеорологической информации, характеризующей погодные условия в российской Арктике и других полярных регионах. Это связано всё с большим значением их для мировой хозяйственной деятельности, включая обеспечение безопасности полётов авиации и судоходства, а также необходимостью использования максимального количества данных об основных метеорологических параметрах в общую прогностическую модель погоды на Земле. В наибольшей степени это относится к Арктике, где дополнительно имеет место разведка и добыча природных ресурсов, регулярная транспортная проводка судов Северным морским путем.

Материалы и методы

Арктика является труднодоступным, малонаселенным районом с неразвитой инфраструктурой и мало освещенным, с точки зрения гидрометеорологической инфор-

мации, регионом [1].

Решение данной проблемы в организационном плане может быть достигнуто за счет развития действующей сети Росгидромета в арктической зоне, а в технологическом - путем модернизации уже действующих метеорологических станций [2], а также разработки и размещения в труднодоступных местах автоматических метеорологических станций (АМС) и дрейфующих буёв. Такие станции должны быть пригодны для функционирования в труднодоступных удаленных районах Арктики от независимых источников энергии. Это даст возможность круглогодично и круглосуточно собирать и передавать необходимую метеорологическую информацию в центры сбора данных с помощью систем спутниковой радиосвязи. В этом направлении большую работу проделало Научно-производственное объединение (НПО) «Аквастандарт». Специалисты НПО в качестве основы для создания АМС для полярных регионов выбрали оборудование MAWS110 финской компании «Vaisala Oyj». В результате работ, выполненных в ООО «НПО Аквастандарт», была разработана метеостанция с питанием от аккумуляторных батарей и спутниковым каналом связи в основном с использованием импортных комплектующих [3-4].

Данная станция изначально была предназначена для выполнения автоматических измерений скорости и направления ветра, атмосферного давления, температуры и влажности воздуха, температуры подстилающей поверхности с запоминанием и передачей полученных данных по спутниковому каналу связи. Измерения на станции и передача осуществлялись в основные синоптические сроки, в моменты времени, соответствующие действующему регламенту наблюдений конкретного метеорологического параметра [5]. Метрологические характеристики такой станции приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Метрологические характеристики АМС на базе MAWS110

Наименование измеряемого параметра	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности при P=0,95
Температура воздуха, °С	-50 - +60	± 0,2
Относительная влажность воздуха, %	0 - 100	± 3
Скорость ветра, W, м/с	0 - 75	± (0,5+0,05 W)
Направление ветра, град	0 - 360	± 5
Атмосферное давление, гПа	650 — 1100	±0,5

Конструкция АМС на базе MAWS110 включала в себя следующее оборудование:

- центральный процессор QML 201 с блоком памяти;
- комбинированный датчик WM30 скорости и направления ветра анемометрически-флюгерного принципа действия;
- кремниевый емкостной датчик атмосферного давления PMT-16A;
- датчик температуры и влажности воздуха HMP45D, выполненный в едином конструктиве, объединяющим собой первичные преобразователи температуры и влажности, которые представляют собой соответственно пленочные платиновый резистор типа Pt 100ES751 и емкостной варикап;
- модем спутниковой связи A3LA-D фирмы NAL;
- никель-кадмиевые батареи со специальным электролитом;
- солнечные батареи-2 штуки, каждая мощностью 25 Вт;
- метеорологическую мачту высотой 4 м.

Электропитание осуществлялось от никель-кадмиевого аккумулятора с подзарядкой от солнечных батарей. При этом, параметры солнечных батарей были подобраны таким образом, чтобы обеспечить надежную автономную работу станции в течение всего срока ее службы в пять лет. Для этого были применены наиболее экономичные в плане энергопотребления конструктивные решения, которые позволяли добиться того, чтобы разряд аккумуляторов в момент активной работы станции компенсировался их зарядкой от солнечных батарей в светлое время суток. Предполагалось, что во время полярной ночи продолжительностью до трех месяцев, когда невозможна подзарядка аккумуляторов, питающее напряжение не будет опускаться ниже 10,5 В. В результате, как показал многолетний опыт эксплуатации, даже при температуре воздуха ниже -45°С, обеспечивалась нормальная работоспособность станции, включая спутниковый передатчик.

Вся полученная измерительная и служебная техническая информация записывалась во внутреннюю энергонезависимую память и передавалась по спутниковому

каналу связи системы Иридиум (Iridium) в виде SBD сообщений. Для реализации такой связи была использована активированная пара модем и SIM-карта с выбранным тарифным планом в сети Iridium. Прием переданных данных производился по Internet-почте и накапливался на электронном архиве, привязанного к модему в момент активации устройства. Доступ к архиву осуществляется по паролю.

Первый образец этой станции был установлен в 2007г. в Антарктиде на полевой базе «Молодежная», как показано на рисунке 1.



Рисунок 1. Автоматическая автономная метеостанция на базе MAWS110 в Антарктиде

Конструкция станции была выполнена таким образом, чтобы центральный процессор вместе с буферными аккумуляторами питания и системой защиты внешних линий, датчиком атмосферного давления и спутниковым модемом связи располагались внутри специального влагозащитного корпуса. Датчики ветра, температуры и влажности вместе со стандартной радиационной защитой DTR13 размещались на мачте, соответственно на высотах 4 м и 2 м. Сама мачта была снабжена рядом оттяжек из стального троса и установлена на специальном основании, в виде стального листа. Аккумуляторные батареи питания располагались под этим листом и таким образом были укрыты от снежных заносов. Вся данная конструкция вместе с солнечными батареями жестко крепились на скальном грунте. При этом мачта была сориентирована по сторонам света, а батареи – в направлении по максимальной освещенности. При вводе станции в эксплуатацию в ее показания с помощью переносного компьютера вводилась поправка начального атмосферного давления, учитывающая высоту места установки станции к уровню моря. Весогабаритные характеристики этой АМС были такими, чтобы она могла транспортироваться любыми видами транспорта, включая авиацию и тракторно-санный поезд.

Наиболее полный объем метеорологических данных, измеренных при помощи АМС на базе MAWS110 на полевой базе Молодежная, был получен в 2009 году. На основании этого был проведен анализ репрезентативности и достоверности полученной метеорологической информации по сравнению с результатами многолетних наблюдений, накопленных ранее в период 1957-1999 гг. (таблица 2). В рамках проведенного сравнения были получены показатели, незначительно отличающиеся от средних многолетних значений наблюдаемых параметров, что говорит о репрезентативности метеорологических данных, полученных на оборудовании MAWS110. Следовательно, можно с уверенностью предполагать, что ряды накопленной информации в дальнейшем не будут нарушены при использовании автоматического метода измерения.

Таблица 2.

Сравнение метеорологических данных по температуре воздуха

Месяц	Средняя месячная и годовая температура воздуха, приведенная к периоду 1957-1970гг., °С	Средняя месячная температура за период 1963-1999гг., °С	Средняя месячная температура по MAWS110 за 2009г., °С	Стандартное отклонение средней месячной температуры воздуха за 11 лет, °С	Стандартное отклонение средней месячной температуры воздуха за 11 лет, °С	Отклонение от средней месячной температуры по MAWS110 за 2009г.
1	-0,9	-0,7	-1,7	0,6	1,0	0,6
2	-3,4	-4,1	-3,8	1,0	0,9	0,4
3	-7,7	-8,3	-7,4	1,3	1,1	0,3
4	-10,7	-11,7	-14,2	1,2	1,6	3,5
5	-13,4	-14,6	-15,3	1,7	1,6	1,9
6	-16,7	-16,2	-11,9	1,2	1,7	4,8
7	-18,8	-17,5	-16,0	1,9	2,5	2,8
8	-18,6	-18,8	-19,8	2,5	2,3	1,2
9	-17,9	-17,8	-16,1	2,1	2,4	1,8
10	-13,7	-13,6	-13,5	1,3	1,3	0,2
11	-6,4	-6,8	-8,3	1,1	1,0	1,9
12	-1,4	-1,6	-1,1	0,8	1,0	0,3
За год	-10,8	-11,0	-11,6	1,4	1,5	1,6

В таблице 2 для определения репрезентативности метеорологических данных, полученных с автоматической метеостанции MAWS110 полевой базы Молодежная, использовались параметры:

- средней месячной и годовой температуры воздуха в °С, приведенные к периоду 1957-1970гг. [6],

- стандартное отклонение среднемесячной температуры воздуха в °С за 11 лет, охватывающее период работы первых лет метеонаблюдений станции Молодежная [7],

- среднемесячная температура воздуха в °С и среднее отклонение в °С за период 1963-1999гг. станции Молодежная [8].

В результате сравнений определено, что средняя температура воздуха за год, вычисленная по данным, полученным с помощью MAWS110, отличается от средней годовой температуры воздуха, определенной за период с 1963-1999гг. на 0,6 °С, а среднее отклонение за год отличается на 0,1 °С.

Таблица 3.

Сравнение метеорологических данных по атмосферному давлению и влажности воздуха

Месяц	Среднее месячное давление воздуха на уровне моря, приведенное к периоду 1957-1970 гг., гПа	Среднее месячное давление на уровне моря за период 1963 – 1999 гг., гПа	Среднее месячное давление на уровне моря по MAWS110 за 2009г., гПа	Средняя месячная и годовая относительная влажность воздуха, приведенная к периоду 1957-1970гг., %	Средняя месячная и годовая относительная влажность воздуха за период с 1963 по 1999гг., %	Средняя месячная и годовая относительная влажность воздуха, по MAWS110 за 2009г., %
1	990,2	991,0	987,2	62	63,5	77
2	990,3	988,5	983,2	62	63,5	76
3	985,4	985,9	983,8	67	68,3	74
4	986,6	986,2	989,6	67	69,8	70
5	989,0	988,4	994,6	67	68,8	73
6	992,4	990,1	993,7	68	66,5	80
7	987,8	986,9	989,4	69	68,5	79
8	984,0	984,2	991,3	68	70,0	83
9	983,5	983,5	986,7	66	69,5	81
10	984,4	983,1	986,3	62	68,3	75

Месяц	Среднее месячное давление воздуха на уровне моря, приведенное к периоду 1957- 1970 гг., гПа	Среднее месячное давление на уровне моря за период 1963 – 1999гг., гПа	Среднее месячное давление на уровне моря по MAWS110 за 2009г., гПа	Средняя месячная и годовая относительная влажность воздуха, приведенная к периоду 1957- 1970гг., %	Средняя месячная и годовая относительная влажность воздуха за пе- риод с 1963 по 1999гг., %	Средняя месячная и годовая относительная влажность воздуха, по MAWS110 за 2009г., %
11	986,4	986,4	993,1	62	35,3	73
12	989,2	989,6	988,6	63	64,0	70
За год	987,4	987,0	988,8	65,3	67,2	75,9

В таблице 3 для определения репрезентативности метеорологических данных, полученных с автоматической метеостанции MAWS110 полевой базы Молодежная, данные по среднему месячному атмосферному давлению, полученному со станции MAWS110, и данные по среднему месячному и среднему годовому давлению воздуха мбар, приведенные к периоду 1957-1970гг, относительная влажность воздуха % за 11 лет, охватывающие период работы первых лет метеорологических наблюдений станции Молодежная [6], а также среднее месячное и среднее годовое атмосферное давление воздуха гПа, средняя месячная и средняя годовая относительная влажность воздуха % за период 1963-1999гг. [7].

В результате сравнений определено, что среднее давление на уровне моря за год, определенное по метеорологическим данным, полученным с помощью MAWS110, отличается от среднего годового давления воздуха на уровне моря, определенного за период с 1963-1999гг. на 1,8 гПа, а средняя годовая относительная влажность воздуха отличается на 8,7 %.

На основе данных, получаемых от MAWS110, были сформированы таблицы по измеряемым метеорологическим данным (таблица 4), и построены графики по измеряемым параметрам ветра (рисунки 2, 3).

Таблица 4.

Метеоданные MAWS 110 полевой базы Молодежная за 2009 г.

Месяц	Температура воздуха °С			Относительная влажность %			Результирующий ветер		
	Среднее	Макс.	Мин.	Среднее	Макс.	Мин.	Направление Град.	Скорость м/с	Устойчивость %
1	-1,7	2,4	-7,6	77	102	46	91	5,7	82
2	-3,8	1,6	-13,1	76	102	48	111	8,4	86
3	-7,4	-1,8	-18,2	74	100	45	115	10,8	89
4	-14,2	-3,5	-22,7	70	100	45	130	13,7	93
5	-15,3	-3,9	-23,8	73	100	41	129	14,5	92
6	-11,9	-1,3	-22,0	80	101	47	111	9,2	86
7	-16,0	-5,8	-27,7	79	104	47	114	9,0	85
8	-19,8	-7,1	-34,2	83	104	54	106	7,3	91
9	-16,1	-7,6	-28,6	81	104	50	121	10,3	87
10	-13,5	-2,2	-25,0	75	104	45	112	6,3	82
11	-8,3	-0,8	-18,8	73	104	50	111	7,3	86
12	-1,1	-4,3	-5,8	70	104	48	95	2,0	57
Год	-11,3	4,3	34,2	76,4	104,0	41,0	117	9,1	86
Месяц	Измеренное давление, гПа			Давление на уровне станции, гПа			Давление на уровне моря, гПа		
	Среднее	Макс.	Мин.	Среднее	Макс.	Мин.	Среднее	Макс.	Мин.
1	981,0	993,2	962,5	981,2	993,5	962,8	987,2	999,5	968,6
2	977,0	994,8	949,5	977,3	995,1	949,8	383,2	1001,1	955,5
3	977,5	993,0	953,5	977,7	993,2	953,7	983,8	999,4	959,5

Месяц	Измеренное давление, гПа			Давление на уровне станции, гПа			Давление на уровне моря, гПа		
	Среднее	Макс.	Мин.	Среднее	Макс.	Мин.	Среднее	Макс.	Мин.
4	983,1	998,3	969,9	983,4	998,6	970,2	989,6	1004,9	976,3
5	988,1	1021,5	964,5	988,3	1021,7	964,7	994,6	1028,2	970,7
6	987,2	1009,4	965,7	987,4	1009,6	966,0	993,7	1015,9	971,9
7	982,9	1007,3	953,2	983,2	1007,6	953,5	989,4	1014,0	959,4
8	984,6	1002,8	953,4	984,9	1003,0	953,6	991,3	1009,5	959,6
9	980,2	998,3	950,9	980,5	998,5	951,2	986,7	1005,0	957,1
10	979,8	992,3	958,6	980,1	992,5	958,9	986,3	998,8	964,8
11	986,8	999,5	963,1	987,0	999,7	963,3	993,1	1006,1	969,1
12	982,4	991,9	970,0	982,7	992,1	970,2	988,6	998,2	976,0
Год	982,4	1021,5	949,5	982,7	1021,7	949,8	988,8	1028,2	955,5



Рисунок 2. Повторяемость направления ветра по румбам (P), % за 2009г.
Полевая база Молодежная

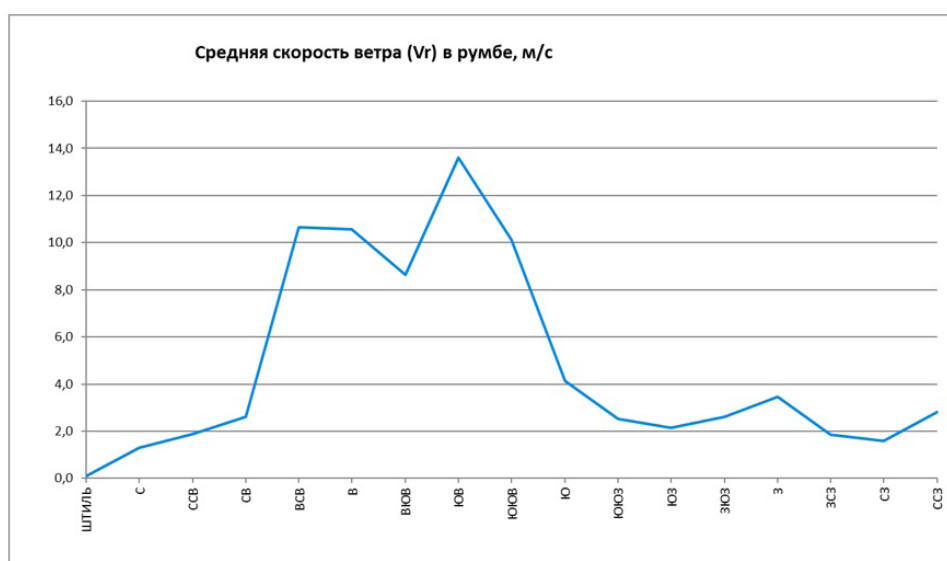


Рисунок 3. Средняя скорость ветра (V_r) в румбе м/с. за 2009г.
Полевая база Молодежная

Впоследствии конструкция станции совершенствовалась. В ней стали применяться акустические датчики ветра WMT700, новые спутниковые модемы Iridium 9522B с пассивной антенной AD510, датчики температуры и влажности воздуха HMP155 с цифровым выходом и более мощные солнечные батареи, до 50 Вт каждая. В итоге к 2017г. в Антарктике было установлено и по сегодняшний день эксплуатируется 6 подобных автоматических метеорологических станций (Молодежная, Русская, Ленинградская, Дружная 4, Оазис Бангера, ВПП ст. Прогресс). С их помощью создана локальная сеть метеорологических наблюдений, обеспечивающая получение, накопление и передачу данных из Антарктики без непосредственного участия человека. Следует отметить, что данная локальная антарктическая сеть продолжает успешно функционировать по настоящее время.

Дополнительно в 2022 году в Антарктиде в районе горы Вечерняя была развернута уникальная автоматическая метеостанция со спутниковой связью, приспособленная к работе от автономных источников питания как переменного 220В, так и постоянного тока, соответственно дизеля-генератора и аккумулятора 12В с солнечными батареями. Данная станция была дополнена датчиками нижней границы облачности и видимости соответственно CL31 и FS11 (Vaisala)[7], без которых могла работать во время полярной ночи от одних только аккумуляторов.

Учитывая антарктический опыт, НПО «Аквастандарт» на той же технологической основе реализовал арктический проект автоматических метеостанций (АМС) РМ-2020. Функциональная схема АМС РМ-2020 приведена на рис. 4, а общий вид конструкции - на рис. 5. Основные технические и метеорологические характеристики РМ-2020 аналогичны станциям, применяемым в Антарктике. Однако конструкция этих метеостанций уже была дополнена датчиками солнечной радиации и уровня снега, а мачты имели высоту 10 метров. Они представляли собой трубу с нижним основанием диаметром 120 см, с уменьшением его от основания к верху до 60 см. Основание мачты при установке ориентируется по сторонам света, а сама мачта для обслуживания имеет возможность наклоняться на шарнире на высоте 1.5 м от основания. На мачте располагаются кронштейны для крепления датчиков, влагопылезащитный контейнер процессорного блока и узлы крепления тросовых оттяжек, молниеотвод, при необходимости заградительный огонь. Комбинированный датчик ветра размещается на верхнем конце мачты, а температуры и влажности воздуха в радиационной защите - на высоте 2 м от основания мачты. Там же располагаются датчики солнечной радиации, высоты снежного покрова и датчик дождя. Процессорный блок крепится непосредственно на мачту, на высоту 1 м. Внутри располагаются все электронные узлы и элементы АМС, а также датчик атмосферного давления. На мачту также крепятся уже одна солнечная панель 75 Вт; антенна спутникового передатчика (для РМ-2020 Iridium) D и рядом располагается аккумулятор 220 А/ч, 14 В, NiCd.

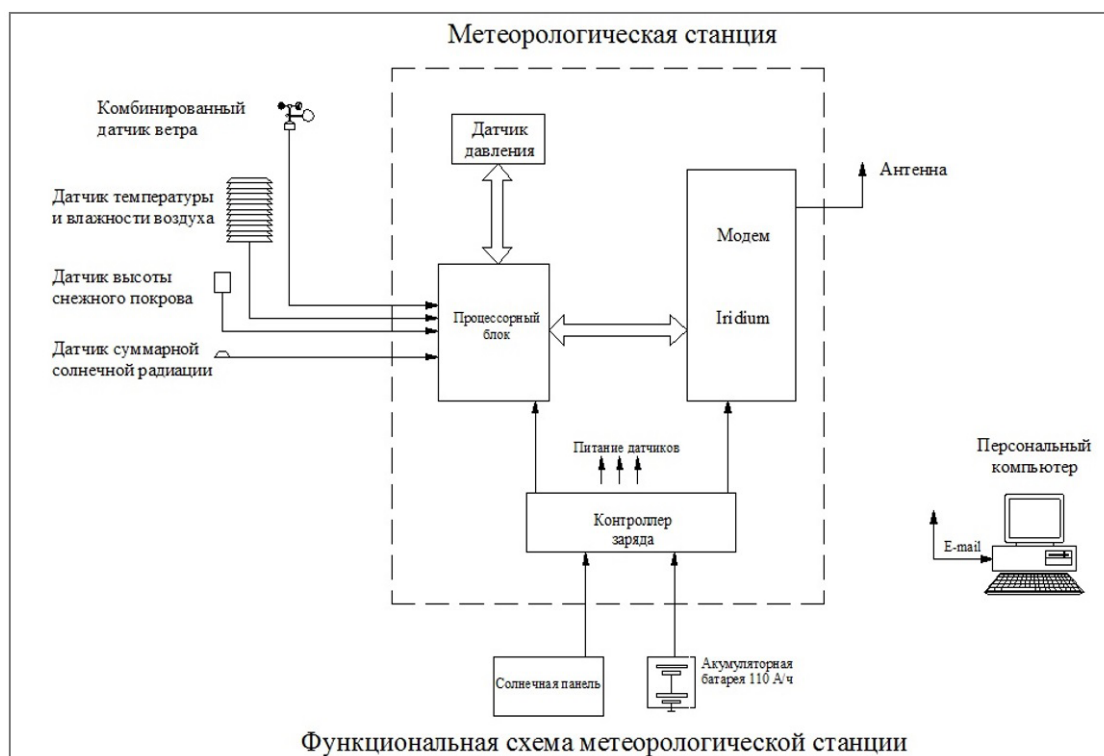


Рисунок 4. Функциональная схема метеорологической станции

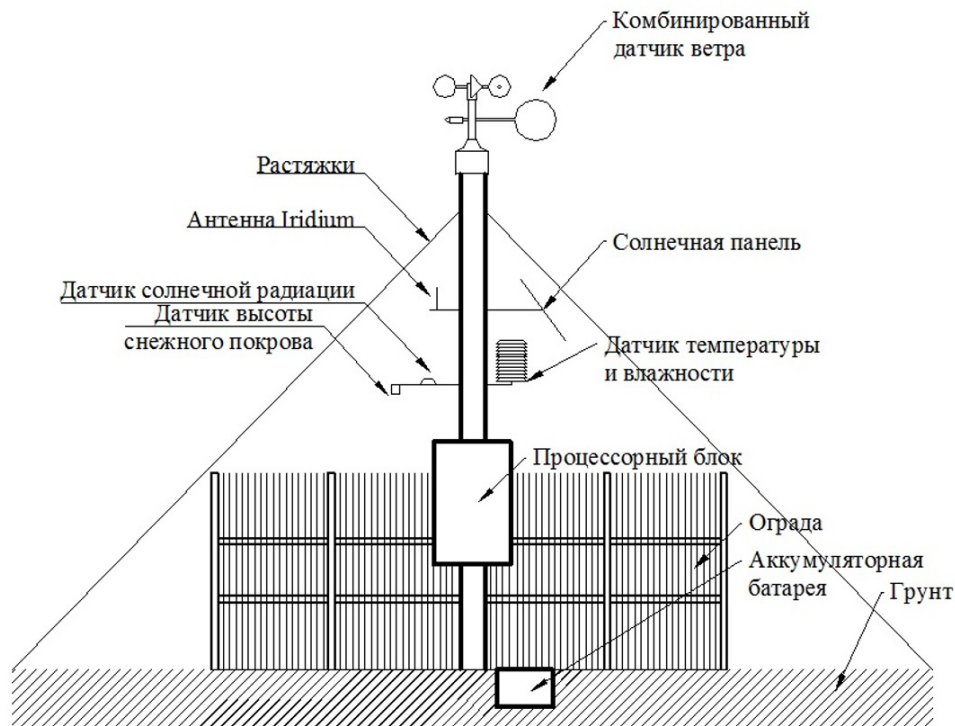


Рисунок 5. Общий вид конструкции АМС РМ-2020

Эти АМС устанавливались на островах в российской Арктике и эксплуатировались в количестве до 8 штук в период в 2012-2020 гг.. Карта расстановки таких АМС приведена на рис.6, где места их установки отмечены звёздочками, а фото самой станции - на рис.7

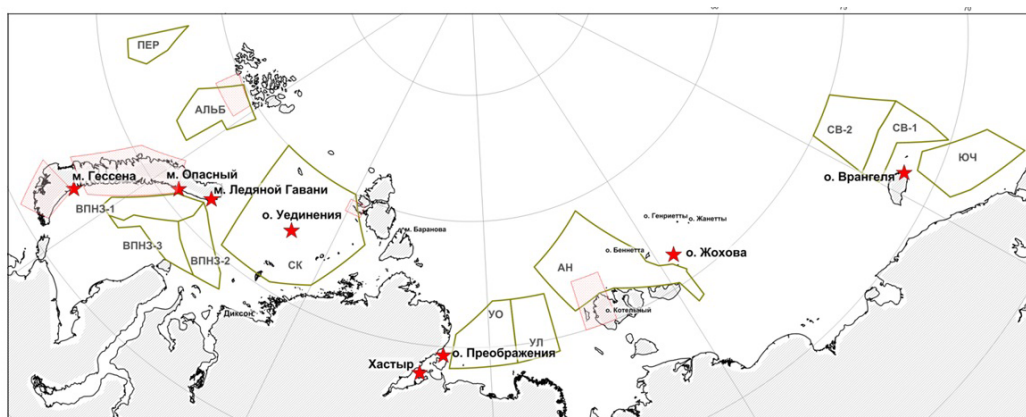


Рисунок 6. Карта расстановки АМС РМ-2020 в Арктике

Работа АМС РМ-2020 осуществляется в автоматическом режиме, при котором датчики в основные синоптические сроки измеряют и передают полученные значения метеорологических параметров в процессорный блок, где производится их обработка, запоминание и формирование выходного сообщения для передачи его по спутниковой связи. Тогда на заранее запрограммированные адреса электронной почты по Интернет приходят электронные письма с вложенными файлами типа *.txt со значениями метеорологических параметров данной АМС. Установленное на компьютере специализированное программное обеспечение формирует архив, а также выводит сообщение на общую карту оценки метеорологических условий.

Многолетняя надежная работа, указанных технических средств подтвердила правильность принятых конструктивных решений, которые могут быть положены в основу создания сети автоматических гидрометеорологических станций автономного базирования для российской Арктики, включая её прибрежную и островную зону. Вместе с тем, в ходе выполнения работ по созданию такой сети в труднодоступных районах с неразвитой инфраструктурой необходимо решить следующие научно-технические задачи:

- выполнить замену основных конструктивных элементов и датчиков иностранного производства на отечественные с максимально возможным повышением уровня соб-

ственной локализации производства и комплектующих;

- для реализации передачи данных наблюдений произвести замену зарубежной системы спутниковой связи «Iridium», используемой для передачи от АМС, на отечественную систему - «Гонец»;

- предусмотреть в конструкции антивандальное исполнение и защиту от белых медведей;

- решить вопросы периодического технического обслуживания и метрологического обеспечения на местах эксплуатации.

Другим надежным источником получения метеорологической, а также гидрофизической (гидролого-акустической) информации в Арктике являются ледовые автономные автоматические дрейфующие буи. Ранее своё применение здесь нашли отечественные дрейфующие метеорологические станции (ДАРМС) с радиоканалом связи и зарубежные ледовые буи ARGOS со спутниковой связью [9]. В настоящее время одним из наиболее известных подобных буев, используемых и за рубежом, является отечественный буй «Марлин» компании «Навидалс-Юг» [10]. Однако учитывая расширение задач в Арктике, данное направление требует своего дальнейшего развития на основе новых технологических платформ с широким применением отечественных компонентов и систем связи [11]. При этом следует обратить отдельное внимание на развитие метрологического обеспечения, особенно применительно к необходимости достижения долговременной стабильности качества наблюдений.



Рисунок 7. АМС РМ-2020 в Арктике

Выводы

Можно констатировать, что к настоящему времени в техническом отношении сделано довольно много для эффективного информационного метеорологического обеспечения в Российской Арктике путём создания современной технологической базы, включающей в себя автоматические метеостанции и дрейфующие буи, приспособленные для установки и функционирования в труднодоступных районах Крайнего Севера и на льду СЛО соответственно. Они позволяют собирать и оперативно передавать в центры сбора данных необходимую метеорологическую и гидрофизическую информацию с помощью систем спутниковой радиосвязи. Однако работающие в настоящее время в Арктике АМС и буи в своих конструкциях используют много импортных компонентов, а по принадлежности являются ведомственными. Они не дают информацию по всему арктическому региону, не поддерживаются действующими структурами Росгидромета и не подключены к его наблюдательной сети. Преодоление такого положения с учётом возросшей роли для нашей страны Северного морского пути и Арктики в целом настоятельно требует решений в этом направлении на правительственном уровне.

Список литературы:

1. Научные исследования в Арктике : [в 3 т.] // Федер. служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Аркт. и антаркт. науч.-исслед. ин-т ; гл. ред. И. Е. Фролов. СПб.: Наука, 2005-2007.
2. «Ланит-интеграция» модернизировала труднодоступные станции Росгидромета в Арктике. <http://www.lanit.ru.press>.
3. Ковчин И.С., Идрисов И.В., Мартьянов В.Л. Автоматическая метеогеофизическая станция в Антарктике. Новости МПГ 2007/08, №11, февраль 2008.
4. Ковчин И.С., Идрисов И.В. Российская сеть автоматических метеорологических станций в Антарктиде // Российские полярные исследования. 2022. №1. С. 16-19
5. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 9. Часть 1. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 312 с.
6. Справочник по климату Антарктиды// Гидрометеиздат. Ленинград. 1977г. том II Температура воздуха, атмосферное давление, ветер, влажность воздуха, облачность, осадки, атмосферные явления, видимость. С. 68,72,94,207.
7. Сводная таблица метеорологических данных антарктических станций РФ. Сайт Подпрограммы «Изучение исследований Антарктики», Арктический и антарктический научно-исследовательский институт (ААНИИ), <http://www.aari.aq>
8. Б.В. Бочарников, С.О. Гусев, П.Я. Никишков, А.С. Солонин Метеорологические измерения на аэродромах. СПб.: Гидрометеиздат , 2008. 427 с.
9. Руководство по гидрологическим работам в океанах и морях. Гидрометеиздат. Ленинград 1977г. С.725
10. Toole, J.M., R.A. Krishfield, M.-L. Timmermans, and A. Proshutinsky. 2011. The Ice-Tethered Profiler: Argo of the Arctic. *Oceanography* 24(3), pp. 126-135, <http://dx.doi.org/10.5670/oceanog.2011.64>.
11. Шарков А.М., Ковчин И.С., Дроздов А.Е., Чубаров Р.В. Особенности состава и структуры построения морского дрейфующего буя для измерения гидрометеорологических параметров в интересах ГМО ВМФ // Навигация и гидрография 68, 2022. С.67-75

References:

1. Scientific research in the Arctic: [in 3 volumes] / Feder. service for hydrometeorology and environmental monitoring, Arctic and antarctic. scientific research in-t; ch. ed. I. E. Frolov. St. Petersburg: Science, 2005-2007.
2. "Lanit-Integration" upgraded hard-to-reach Roshydromet stations in the Arctic. <http://www.lanit.ru.press>.
3. Kovchin I.S., Idrisov I.V., Martyanov V.L. Automatic meteorological station in Antarctica. *IPY News* 2007/08, No. 11, February 2008.
4. Kovchin I.S., Idrisov I.V. Russian network of automatic meteorological stations in Antarctica // *Russian polar research*. 2022, No. 1. pp. 16-19.
5. Instruction to hydrometeorological stations and posts. Issue 9. Part 1. L.; Gidrometeoizdat., 1985, p. 312.
6. Reference book on the climate of Antarctica // Gidrometeoizdat. Leningrad. 1977 volume II Air temperature, atmospheric pressure, wind, air humidity, cloudiness, precipitation, atmospheric phenomena, visibility. Pp. 68, 72, 94, 207.
7. Summary table of meteorological data from the Antarctic stations of the Russian Federation. Site of the Subprogramme "Study of Antarctic Research", Arctic and Antarctic Research Institute (AARI), <http://www.aari.aq>
8. B.V. Bocharnikov, S.O. Gusev, P.Ya. Nikishkov, A.S. Solonin Meteorological measurements at airfields. St. Petersburg: Gidrometeoizdat, 2008, 427 p.
9. Guidelines for hydrological work in the oceans and seas. Gidrometeoizdat. Leningrad, 1977, P. 725.
10. Toole, J.M., R.A. Krishfield, M.-L. Timmermans, and A. Proshutinsky. 2011. The Ice-Tethered Profiler: Argo of the Arctic. *Oceanography* 24(3), pp.126-135, <http://dx.doi.org/10.5670/oceanog.2011.64>.
11. Sharkov A.M., Kovchin I.S., Drozdov A.E., Chubarov R.V. Features of the composition and structure of the construction of a marine drifting buoy to measure hydrometeorological parameters in the interests of the GMO Navy // *Navigation and Hydrography* 68, 2022, p.67-75.