

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДОСТОВЕРНОСТИ ИНФОРМАЦИИ, ПОЛУЧАЕМОЙ НАЗЕМНОЙ НАБЛЮДАТЕЛЬНОЙ СЕТЬЮ РОСГИДРОМЕТА: МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ НАДЁЖНОСТЬ И СТАБИЛЬНОСТЬ АВТОМАТИЧЕСКИХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Представлена оценка нормируемых метрологических характеристик метеорологических средств измерений, входящих в состав автоматизированных метеорологических комплексов и автоматических метеорологических станций, вводимых в процесс эксплуатации на первом этапе модернизации наземной наблюдательной сети Росгидромета для обеспечения международных обязательств Российской Федерации в области обмена информацией о состоянии окружающей природной среды, а также подготовки прогностической информационной продукции.

Ключевые слова:

воспроизводимость измерений, метеорологические средства измерений, метрологическая надёжность и стабильность, метрологические характеристики.

С 2008 г. непрерывно идет широкомасштабный процесс модернизации метеорологической наземной наблюдательной сети Росгидромета. Необходимость проведения данного процесса обусловлена самыми различными факторами, к которым можно отнести и моральный износ прежнего оборудования, и темпы технического прогресса во всех областях знаний, и повышение значимости достоверности метеорологической информации, соответствующей действительности, в связи с тем, что не без её участия происходят многие как производственные и технологические, так и транспортные процессы. А с учетом того, что практически каждое производство, транспорт – источники повышенной опасности, то от достоверности используемой в этих процессах информации может зависеть не только качество выпускаемой продукции или услуг, но и жизнь, здоровье людей, принимающих в этих процессах непосредственное участие.

Говоря о метрологической надёжности и стабильности, необходимо четко представлять, что это такое. По А.С. Дойникову, Л.Н. Брянскому и Б.Н. Крупину [1], метрологическая надёжность средства измерения – надёжность средства измерения в части сохранения его метрологической исправности, а метрологическая стабильность средства измерений – свойство средства измерений, отражающее неизменность во времени его метрологических характеристик.

В результате первого этапа модернизации на сети размещено 1627 автоматизированных метеорологических комплексов (АМК) (рис. 1) и 210 автоматических метеорологических станций (АМС) (рис. 2). Сете-

вые АМК и АМС, внедренные в наземную наблюдательную сеть Росгидромета, предназначены для автоматического сбора, первичной обработки, накопления и передачи (с применением ПК) таких результатов измерений (удовлетворяющих рекомендациям Всемирной метеорологической организации – ВМО [2]), как: температура воздуха, температура почвы, относительная влажность воздуха, скорость и направление воздушного потока, атмосферное давление, количество осадков, высота снежного покрова и радиационный фон [3].



Рис.1. АМК – автоматизированный метеорологический комплекс.

Область применения АМК и АМС (далее – метеорологические комплексы специальной, МКС) – обеспечение метеорологической информацией работ, связанных с метеорологией, климатологией, экологией, научными исследованиями.

Основной целью реализации проекта технического перевооружения наземной метеорологической наблюдательной сети является повышение качества и объема информации о текущих метеорологических условиях, которая используется Росгидрометом для выпуска прогностической продукции и обеспечивает международные обязательства Российской Федерации в области обмена информацией о состоянии окружающей природной среды.



Рис. 2. АМС – автоматическая метеорологическая станция.

МКС построены по системно-модульному принципу и состоят из измерительных каналов, в состав которых входят метеорологические датчики, преобразователи измерительные, линии связи и центральная система сбора и обработки информации. Общая архитектура модернизированной наземной метеорологической наблюдательной сети Росгидромета представлена на рис. 3.

Подсистема метеонаблюдений – аппаратно-программный комплекс (АПК) метеостанций для производства наблюдений (АМК и АМС) включает в себя средства измерения, АРМы (автоматизированные рабочие места) операторов и оборудование инженерного обеспечения.

Подсистема низовой связи представляет собой совокупность АПК управлений и центров гидрометеослужб (УГМС, ЦГМС), связи метеостанций (АМК и АМС) и центров сбора данных для доставки результатов измерений в центры коммутации сообщений (ЦКС) и обмена информацией между ними.

Подсистема энергообеспечения представляет собой совокупность аппаратных комплексов для организации электропитания первых двух подсистем. Связь уровней подсистем обеспечивает автоматизированная система передачи данных (АСПД «Моком»).

Перечисленные выше метеорологические комплексы предназначены для автоматического сбора, первичной обработки, накопления и передачи, (с применением

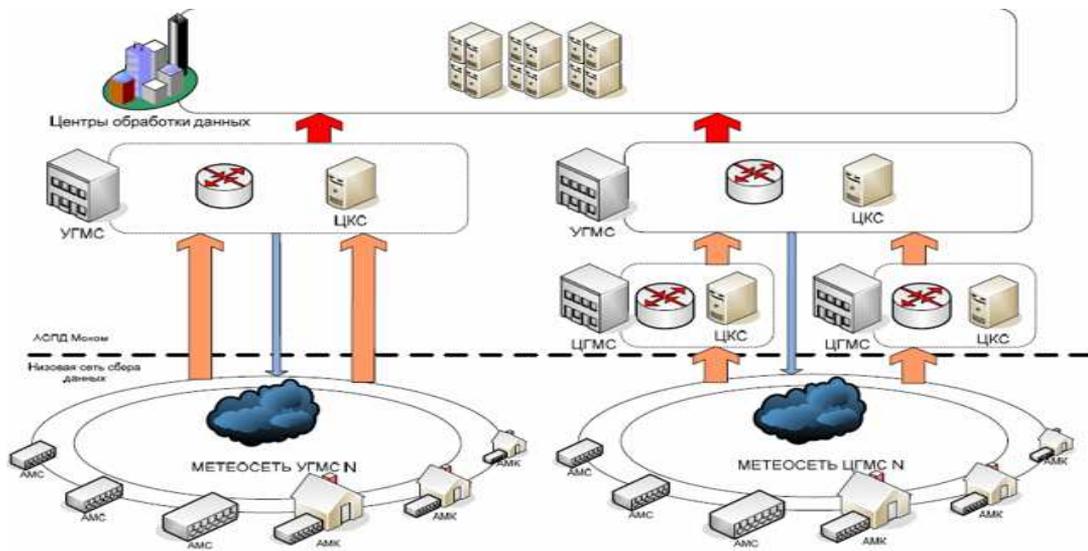


Рис. 3. Общая архитектура модернизированной наземной метеорологической наблюдательной сети Росгидромета. УГМС и ЦГМС – соответственно управления и центры гидрометеорологических служб, ЦКС – центры коммутации сообщений, АСПД – автоматизированная система передачи данных, АМС – автоматические метеорологические станции, АМК – автоматизированные метеорологические комплексы.

ПК), результатов измерений удовлетворяющих рекомендациям ВМО [2].

Принцип действия МКС основан на дистанционном измерении посредством контактных датчиков метеорологических параметров. Метеорологические параметры преобразовываются в цифровой код преобразователями измерительными и передаются по кабельной линии связи в центральную систему. В центральной системе метеорологические параметры обрабатываются, отображаются на дисплее оператора, регистрируются и архивируются, а также формируются метеорологические сообщения для передачи их в линию связи.



Рис. 4. Датчик температуры и влажности НМР45D.

Модуль измерительный состоит из метеорологических датчиков, дополнительного и вспомогательного оборудования, размещенных на метеоплощадке. Модуль преобразователей измерительных состоит из непосредственно самих преобразователей измерительных, а также линий связи, размещенных совместно с метеорологическими датчиками. Модуль центральной системы сбора и обработки информации состоит из основного и резервного ПК, источника бесперебойного питания, линий связи, базово-



Рис. 5. Датчик измерения абсолютного давления воздуха РТВ 220.

го и специального программного обеспечения, размещенных в пункте наблюдений.

Метрологически значимым в составе специальных метеорологических комплексов является программное обеспечение (ПО), которое обеспечивает управление работой комплексов, поверку состояния комплексов, сбор, обработку, отображение и анализ результатов измерений, и формирование метеорологических сообщений.

В состав МКС входят, в основном, датчики производства фирмы «Вайсала» (Финляндия), в том числе: измеритель температуры и относительной влажности воздуха НМР45D, НМР155 (рис. 4), измерители атмосферного давления РТВ220 (рис. 5) или РМТ16А (рис. 6), датчик осадков QMR-370 (рис. 7), преобразователь скорости и направления воздушного потока RMYoung 05103 (рис. 8), датчик температуры почвы ТСПТ300 (рис. 9), а также некоторые другие датчики в зависимости от комплектации.

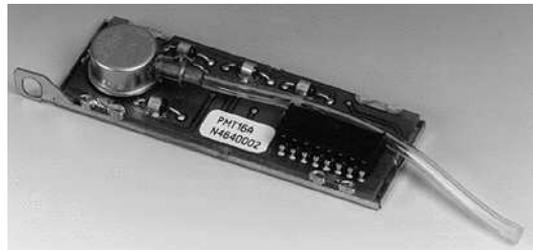


Рис. 6. Датчик измерения абсолютного давления воздуха РМТ16А.



Рис. 7. Датчик измерения жидких осадков QMR370.

На сегодняшний день МКС имеют и ряд существенных недостатков. Можно отметить следующие: на момент поставки датчиков, применяемых в МКС, имелись свидетельства об утверждении типа средства измерений (СИ), однако на настоящий момент срок их действия



Рис. 8 Датчик измерения скорости и направления воздушного потока RYoung 05103.

закончился [4]. В 2010 г. фирма «Вайсала» сняла эти датчики с производства, Свидетельства об утверждении типа СИ для этих датчиков не продлены. В состав ЗИП для АМК и АМС частично вошли уже новые типы датчиков: температуры и влажности – НМР155, атмосферного давления – РТВ330. Однако они отличаются от установленных в МКС датчиков по габаритам и конфигурации, что, безусловно, затрудняет их использование.

При этом следует иметь в виду, что срок действия Свидетельства об утверждении типа МКС [5] истекает в декабре 2013 г., и из-за отсутствия действующих Свидетельств об утверждении типа СИ для датчиков, снятых с производства и входящих в состав МКС, его нельзя продлить. На автоматизированные актинометрические комплексы (ААК) нет не только Свидетельства об утверждении типа СИ, но и эксплуатационной документации.

При поставке АМК и АМС были допущены грубые ошибки в документации. Так, метрологические характеристики (диапазоны и пределы допускаемой погрешности) датчиков температуры, влажности, скорости воздушного потока и осадков, приведенные в Свидетельстве об утверждении типа СИ МКС, не совпадают с метрологическими характеристиками, указанными в Свидетельствах об утверждении типа тех же датчиков. Дрейф нормируемых метрологических характеристик (НМХ) датчиков МКС в целом ряде случаев превышает установленные Свидетельством об утверждении типа пределы допускаемой погрешности.

Наряду с техническими трудностями, возникли довольно серьезные проблемы с разработкой и внедрением ПО АМК, предназначенной для обеспечения автоматизированной передачи оперативных сообщений в кодовых формах (SYNOP, WAREP). Именно по этой причине внедряемое программное обеспечение АМК не предусматривает передачу информации датчика температуры почвы на глубине узла кушущия. Недостатком ПО АМК является также невозможность корректировки оперативного сообщения (вводимых вручную данных) на экране монитора ПК до его отправки в Центр сбора.

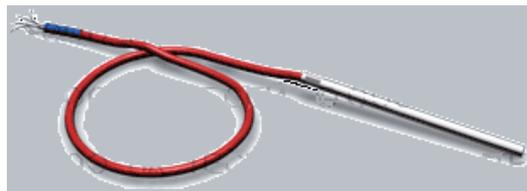


Рис. 9 Датчик измерения температуры почвы ТСПТ300.

Сложность разработки ПО АМК была вызвана несколькими причинами:

- отсутствие опыта у специалистов поставщика;
- отсутствие надежной связи многих НП с Центрами сбора;
- отсутствие удаленного доступа к АМК,
- несовершенство и непригодность кода КН-01 к применению на автоматизированной сети;
- изменение содержания кода WAREP по мере его внедрения в оперативную работу сети;



Рис. 10. Контроллер Vaisala QML201.

– несоответствие установленного временичисления в ряде УГМС, ЦГМС фактическому местоположению конкретных НП.

В 2012–2013 гг. поставщиком (ЗАО «Л***») дорабатывалось программное обеспечение АМК, АМС и, возможно, какие-то недочеты удалось устранить, однако заработать в штатном режиме даже после доработки программного обеспечения сеть вряд ли сможет, т.к. изначально был

выбран неверный алгоритм обработки и передачи информации, в результате чего контроллер QML201 (рис. 10) оказался перегружен, что является следствием неудачной архитектуры системы сбора информации.

Учитывая также, что аппаратные средства (за исключением системных блоков и средств отображения), датчики АМК и АМС находятся в естественных условиях эксплуатации, влияние климатических ус-

Таблица 1

Наименование элемента	Условное обозначение	Диапазон измерения	Погрешность	Стабильность, ед.изм./год	Наработка до метрологического отказа, мес.*	Недостатки, отмеченные в ходе эксплуатации АМК (АМС)
Измерители температуры и влажности	НМР45D	-60 ÷ +60°C	±0,3°C	0,1°C	36	Длительная инерция после высокой относительной влажности.
		0,8÷90%	±2%	1%	24	
		90÷100%	±3%		36	
	НМР155	-69 ÷ +60°C	±0,2°C	0,1°C	24	
		0,8÷90%	±2 %	1 %	24	
		90÷100%	±3 %			
Термопреобразователи сопротивления	ТСПТ 300	-60 ÷ +60°C	±0,3°C	0,1°C	36	
Первичные преобразователи параметров воздушного потока	RMYoung 05103/05103-45	0,5÷30 м/с	± 0,3 м/с	0,03 %	36	Теряет чувствительность вследствие налипания мокрого снега на ветроприёмник, либо явный отказ из-за обледенения элементов конструкции.
		30÷60 м/с	± 1 %			
		0÷360°	± 3°	1°	36	
Барометры цифровые	РТВ200	600÷1100 гПа	0,25 гПа	0,1 гПа	30	
	РТВ330	500÷1100 гПа	0,25 гПа	0,1 гПа	30	
	РМТ16А	600÷1100 гПа	0,3 гПа	0,3 гПа	12	
Осадкомер	QMR370	0÷12 мм/ч	±0,5%	0,25%	24	Невозможно автоматическое измерение осадков в холодное время года, что является источником дополнительной погрешности при определении суммы осадков за сезон и год. Начальная чувствительность датчика составляет 0,25 мм, что не позволяет автоматически фиксировать слабые осадки. Не имеет планочной защиты.
		12÷75 мм/ч	±1%	0,5%	24	
		75÷250 мм/ч	±5%	2,5 %	24	

Примечание: Измерительный преобразователь (логгер) QML201 имеет нестабильность в работе ввиду ввода дополнительных функций управления связью и формирования телеграмм, а также нарушение связи. Грозозащита недостаточная, так как не обеспечивает надёжной защиты от молниевых разрядов. Радиационная защита DTR 13; DTR 502 закуплена без учёта модификации датчика температуры/влажности НМР 155. Измерители высоты снежного покрова DSU7210 не функционирует при снегопаде, а также в отсутствие наста.

* Наработка до метрологического отказа была получена расчетным путём с применением разработанных методик расчёта [6, 7].

ловий на их метрологическую надежность весьма значительно. Нестационарный характер воздействия климатических условий на датчики и аппаратные средства МКС вызывает (наряду с постепенными метрологическими отказами) особый вид метрологических отказов (исчезающий после окончания воздействия) – сбой, который очень трудно обнаружить и устранить при первичной и периодической поверке. Непрерывный режим эксплуатации МКС требует специфического подхода к обеспечению их надежности – все виды метрологических отказов должны быть обнаружены и устранены в кратчайшие сроки непосредственно на месте их эксплуатации без потерь качества метеорологической информации.

Некоторые основные метрологические характеристики МКС с недостатками, отмеченными в ходе эксплуатации, приведены в табл. 1.

Для обеспечения высокой метрологической надежности АМК и АМС в ФБГУ «Главная геофизическая обсерватория» (ГГО) разработаны и внедрены в систему Росгидромета мобильные автоматизированные лаборатории (МАПЛА-1), которые оснащены портативными поверочными комплексами (КПП-1 – КПП-6) [6]. МАПЛА-1 реализуют комплектный метод поверки АМК и АМС на местах их эксплуатации с использованием автоматизированной системы анализа и управления метрологическим обеспечением (АСАУ МО). На сегодняшний день в отделе метрологии ГГО были получены показатели времени безотказной работы (ВБР) некоторых видов датчиков АМК и АМС расположенных

на территории «Северно» УГМС. А именно ВБР РТВ220 = 2,6 лет; ТСПТ300 = 3,0 года; РМУ = 2,4 года. Метод комплектной поверки эффективен для обнаружения и устранения постепенных метрологических отказов СИ, для предупреждения же внезапных отказов необходим постоянный мониторинг (контроль и прогнозирование) их нормируемых метрологических характеристик (НМХ) в реальном масштабе времени. Для этого предлагается реализовать нигде ранее не применявшийся на метеорологических комплексах и станциях дистанционный метод контроля и диагностики состояния датчиков и в целом всей системы на основе автоматизированной системы диагностики в сочетании с диагностическим комплектом оборудования, который дополнительно включается в структуру каждого АМК и АМС.

Метод реализуется за счет встроенной в АРМы оператора системы контроля и диагностики, которая включает в себя комплект дополнительного оборудования, а именно: круговой и шкаловой торсионметры, капсулы солевого гигростата, нулевой термостат, а также систему связи, позволяющую регулярно получать в режиме он-лайн данные о состоянии МКС и своевременно предпринимать превентивные меры по поддержанию метеорологических систем в исправном состоянии.

Помимо упомянутого выше метода контроля и диагностики, применение новых технологий метрологического обеспечения и технического обслуживания парков метеорологических СИ может стать ключевым фактором состояния всей наземной наблюдательной сети Росгидромета.

Список литературы:

- [1] Дойников А.С., Брянский Л.Н., Куприн Б.Н. Справочник по метрологии. – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2010. – 144 с.
- [2] ВМО «Рекомендации по предоставлению данных о неопределённости прогнозов». – PWS-18 WMO/TD, № 1422.
- [3] Окоренков В.Ю. Метрологическая надёжность метеорологических средств измерений и автоматизированных информационно-измерительных систем. – СПб.: Астерион, 2013. – 312 с.
- [4] Сертификат типа СИ F1.C.31.001.A № 6671, регистрационный номер № 18634-99.
- [5] Сертификат типа СИ (МКС: МКС-М1, МКС-М2, МКС-М3) RU.C.28.001A № 34225, регистрационный номер 39804-08.
- [6] Окоренков В. Ю. Методы и средства поверки метеорологических информационно-измерительных систем и средств измерений. – СПб.: Астерион, 2006. – 520 с.
- [7] Окоренков В. Ю. МИ 2918-2005. ГСИ. Рекомендация. Анализ состояния и прогнозирование основных показателей метрологической надежности.