

## **2.2. Системы автоматизированной обработки данных радиозондирования**

По состоянию на конец 2010 года аэрологическая сеть Росгидромета насчитывает 115 аэрологических станций (АЭ). 36 АЭ оснащены АРВК АВК-1 и АВК-1М. Остальные 79 АЭ оснащены новыми АРВК МАРЛ-А и «Вектор-М». На некоторых АЭ с новыми АРВК все еще сохраняются в качестве резервных комплексы АВК, на одной АЭ в качестве резервного сохраняется один из первых образцов МАРЛ-А.

Комплексы АВК устанавливались на аэрологической сети с 1986 г. Основная масса АВК была установлена до 1992 г., но отдельные комплексы устанавливались вплоть до 2001 г., а всего на аэрологической сети Росгидромета было установлено 111 АВК.

АВК оснащен специализированной цифровой вычислительной машины (СЦВМ) А-15 класса мини-ЭВМ, которая обеспечивает по заранее заданной жесткой программе управление функционированием основных систем, индикацию, регистрацию на АЦПУ и обработку данных радиозондирования. В связи с ограниченным объемом оперативной памяти обработка в А-15 производится на сетке стандартных высот (до 6 км - 200 м, с 6 км до 14 км - 500 м, выше 14 км – 1000 м), уровни особых точек, тропопаузы и максимального ветра выбираются из стандартных высот. А-15 обеспечивает вычисление данных на уровнях стандартных изобарических поверхностей, выдачу таблицы с результатами обработки и кодирование аэрологических телеграмм КН-04 ТЕМП и КН-03 ПИЛОТ. Обработка производится в реальном времени. В связи с отсутствием внешних запоминающих устройств А-15 не может обеспечивать сохранение сырых данных и результатов обработки на технических носителях. После отключения А-15 вся накопленная информация о выпуске теряется.

С 1990 гг. на сеть поставлялась модификация АВК-1М, в которой был введен дополнительный блок для сопряжения с ПЭВМ по последовательному порту, что открывало возможность для развития внешнего ПО обработки и сохранения данных на технических носителях. Однако эта возможность так и не была реализована, так как выдача данных в последовательный порт обеспечивалась только при функционировании А-15, обеспечивать которое к середине 90-х годов становилось все труднее и труднее. Применяемая в АВК-1 модификация А-15А была снята с производства, а применяемая в АВК-1М модификация А-15-13 оказалась настолько ненадежной, что АВК-1М комплектовались двумя СЦВМ. Производство и ремонт А-15 были сосредоточены в республике Молдова на кишиневском ПО «Сигма», что по известным причинам резко ограничило возможности Росгидромета по поддержке работоспособности А-15. В связи с этим в экстренном порядке были развернуты работы по замене А-15 на IBM-совместимую ПЭВМ.

Всего было разработано и внедрено три варианта модернизации комплексов АВК-1 и АВК-1М с заменой СЦВМ А-15 на ПЭВМ:

1. Программно-аппаратный комплекс АП (аэрологический процессор) «ЭОЛ». Разработан в НТЦР ЦАО. Обеспечивает прием и обработку данных радиозондов МРЗ-3А и совместимых с ними. ПО АП «ЭОЛ» работает под

управлением ОС Windows 95 и 98. Координатно-телеметрические данные и результаты обработки сохраняются на диске ПЭВМ. Обработка производится на сетке с высоким вертикальным разрешением, подробные результаты обработки выводятся на экран в графическом виде, но не сохраняются. Программное обеспечение обработки в АП «ЭОЛ» встроено в ПО «Контрольный центр комплекса «ЭОЛ», который, в том числе, обеспечивает управление передатчиком, приемником, антенной и регистрацию координатно-телеметрической информации в реальном масштабе времени, однако обработка производится не в реальном времени, а по достижению уровня 100 гПа, завершению выпуска или запросу оператора, причем каждый раз заново обрабатывается весь массив данных, начиная с момента выпуска радиозонда. АП «ЭОЛ» устанавливался с 1998 по 2005 гг. Всего на аэрологической сети Росгидромета с использованием АП «ЭОЛ» было модернизировано 52 комплекса АВК-1 и АВК-1М.

2. Программно-аппаратный комплекс АРМ (автоматизированное рабочее место) Аэролога. Разработан в отделе аэрологии ЦАО, поставлялся ФГУП «КОМЕТ». Обеспечивает прием и обработку данных радиозондов МРЗ-ЗА и совместимых с ними, а также радиозондов РФ-95. ПО АРМ Аэролога работает под управлением ОС Windows 3.11, Windows 95, 98, ME и XP. Обработка производится в реальном времени на сетке с высоким вертикальным разрешением, подробные результаты обработки выводятся на экран в текстовом и графическом виде и сохраняются на диске. Программное обеспечение обработки в АРМ Аэролога состоит из ПО ИСР (ПО интерфейса с комплексом АВК-1), которое обеспечивает прием и отображение координатно-телеметрической информации с АВК-1 в реальном масштабе времени и ее сохранение на диске ПЭВМ, и ПО ОРД (ПО обработки данных радиозондирования), которое, в частности, производит в реальном времени отображение и автоматическую обработку регистрируемой ПО ИСР координатно-телеметрической информации и выдачу результатов радиозондирования, а также автоматическое кодирование телеграмм по достижению уровня 100 гПа и завершению выпуска, сохранение результатов обработки и телеграмм на диске ПЭВМ. АРМ Аэролога устанавливался с 1998 по 2005 гг. Всего на аэрологической сети Росгидромета с использованием АРМ Аэролога было модернизировано 19 комплексов АВК-1 и АВК-1М.

3. Программно-аппаратный комплекс и ПО «Аэрология» разработки ОКБ «Пеленг». Обеспечивает прием и обработку данных радиозондов МРЗ-ЗА и совместимых с ними, а также радиозондов РФ-95. ПО «Аэрология» работает под управлением MS DOS. Координатно-телеметрические данные и результаты обработки сохраняются на диске ПЭВМ. Обработка воспроизводит обработку СЦВМ А-15 и осуществляется в реальном времени. В период с 1999 по 2000 гг. на аэрологической сети Росгидромета с использованием данного решения было модернизировано 3 комплекса АВК-1.

Из 36 АЭ, оснащенных на конец 2010 г. комплексами АВК, на 31 АЭ проведена модернизация АВК с заменой СЦВМ А-15 на ПЭВМ: на 24 из них используется АП «ЭОЛ», на 6 – АРМ Аэролога и на одной – модернизация по варианту ОКБ «Пеленг».

Первый опытный образец нового АРВК МАРЛ-А поступил на аэрологическую сеть Росгидромета в 2001 г., первые серийные образцы начали поступать с 2003 г., а массовое переоснащение началось с конца 2007 г. в ходе реализации Проекта «Модернизация и техническое перевооружение учреждений и организаций Росгидромета», в рамках которого на сеть было поставлено 34 АРВК МАРЛ-А. Всего на сеть поставлен 51 комплекс, из которых в настоящее время в

постоянной эксплуатации находятся 50 МАРЛ А (1 МАРЛ-А из первых серийных образцов находится в резерве на АЭ, на которой в качестве основного используется установленный в рамках Проекта модернизации АРВК «Вектор-М». Время от времени на нем производится зондирование). Комплексы МАРЛ-А обеспечивают прием и обработку данных радиозондов МРЗ-3А и совместимых с ними с несущей частотой 1680 МГц. ПО МАРЛ-А работает под управлением ОС Windows XP. Оно состоит из комплекса управляющих программ «Аэрологический процессор радиолокатора МАРЛ-А», который, в частности обеспечивает регистрацию в реальном времени координатно-телеметрической информации, и ПО «Телеграмма» для анализа и обработки данных и записи ее результатов на диск ПЭВМ. Обработка производится не в реальном времени, а по достижению уровня 100 гПа, завершению выпуска или запросу оператора, причем каждый раз заново обрабатывается весь массив данных, начиная с момента выпуска радиозонда. Обработка производится на сетке с высоким вертикальным разрешением, подробные результаты обработки выводятся на экран в графическом виде и сохраняются на диске. Первоначально ПО обработки данных в МАРЛ-А разрабатывалось на основе ПО АП «ЭОЛ», его первые версии методически и алгоритмически были весьма сходно с последним, однако в дальнейшем ПО обработки МАРЛ-А отошло, и весьма существенно, от алгоритмов АП «ЭОЛ».

Первый опытный образец «Вектор-М» был установлен в 2006 г, серийные образцы начали поступать с 2008 г. в ходе реализации Проекта «Модернизация и техническое перевооружение учреждений и организаций Росгидромета», в рамках которого на сеть было поставлено 26 АРВК «Вектор-М». Всего на сеть поставлено 29 комплексов. Комплексы «Вектор-М» обеспечивают прием и обработку данных радиозондов МРЗ-3А и совместимых с ними с несущей частотой 1680 МГц. ПО «Вектор-М» работает под управлением ОС Windows XP. Оно состоит из управляющей программы, которая, в частности, в реальном времени обеспечивает регистрацию и запись на диск координатно-телеметрической информации, и ПО для обработки данных и записи ее результатов на диск ПЭВМ. Первые три образца «Вектор-М» оснащены ПО обработки на базе АП «ЭОЛ», а комплексы, поступившие в рамках реализации «Проекта модернизации» – специальной версией ПО «Телеграмма». В обоих случаях обработка производится не в реальном времени, а по достижению уровня 100 гПа, завершению выпуска или запросу оператора, причем каждый раз заново обрабатывается весь массив данных, начиная с момента выпуска радиозонда. Обработка производится на сетке с высоким вертикальным разрешением, подробные результаты обработки выводятся на экран в графическом виде, но не сохраняются на диске.

Таким образом, только на 5 из 115 АЭ аэрологической сети Росгидромета не используется автоматическая обработка с применением ПЭВМ и сохранением данных на диске ПЭВМ. При этом на разных АЭ (а зачастую на одной и той же АЭ, если она оснащена одним из новых АРВК, при периодическом использовании резервного АРВК) применяется 7 систем автоматической обработки (и это еще без учета разнообразия применяемых на разных АЭ версий одного и того же ПО):

1. СЦВМ А-15
2. АП «ЭОЛ»
3. АРМ Аэролога
4. ПО «Аэрология»

5. ПО «Телеграмма» для МАРЛ-А
6. ПО первых образцов «Вектор-М»
7. ПО «Телеграмма» для «Вектор-М».

Необходимо отметить, что используемые в ПО обработки данных алгоритмы, состав, содержание и форматы сохраняемых файлов данных документированы производителями недостаточно полно или вообще не документированы, при этом из систем с обработкой данных радиозондирования на базе ПЭВМ только АП «ЭОЛ» и АРМ Аэролога рассматривались на ЦКПМ Росгидромета, в процессе эксплуатации новых АРВК появилось много замечаний по качеству обработки поставленным ПО.

Для обеспечения сопоставимости аэрологических данных актуальной является необходимость единого унифицированного ПО обработки данных радиозондирования, которое должно:

- обеспечить единообразные обработку, пользовательский интерфейс, состав, содержание и форматы выходных данных (включая новые таблично-ориентированные кодовые формы) и соответствующих файлов для всех систем радиозондирования, применяющихся на аэрологической сети Росгидромета;
- разрабатываться под контролем Росгидромета с тщательным документированием, тестированием и апробацией перед внедрением на сеть и с предоставлением исходного кода для гарантии обеспечения сопровождения на долгосрочную перспективу.

Необходимо также обеспечить документирование изменений, вносимых в ПО обработки, и контроль за внедрением новых версий на АЭ. Следует подчеркнуть, что при обновлении ПО обработки необходимо вносить соответствующие отметки в техническое дело АЭ и информировать об этом НТЦР ЦАО.

В Приложении приведена информация о составе и форматах файлов современных систем радиозондирования, собранная по результатам анализа файлов, полученных с аэрологической сети в рамках научно-методического сопровождения Проекта «Модернизация и техническое перевооружение учреждений и организаций Росгидромета» и сбора файловых архивов данных радиозондирования на технических носителях, а также информации, полученной от разработчиков ПО.

В последнее время, в связи с проблемами с ПО автоматической обработки в новых АРВК, на аэрологической сети начала распространяться несанкционированная практика внесения изменений в исходные файлы. Официальная позиция ЦАО по вопросу ручного внесения любых изменений в файлы с исходной координатно-телеметрической информацией изложена в информационно-методическом письме от 08.06.2009 за № 522/14-04 - это недопустимо (письмо можно найти на сайте НТЦР по адресу <http://cao-ntcr.mipt.ru/monitor/stuff/infmeth.txt09-1.pdf>). Файлы с координатно-телеметрической информацией относятся к первичным данным наблюдений и должны сохраняться в файловом архиве станции в исходном виде. Вместе с тем, алгоритмы входного контроля достоверности координатной и телеметрической информации существующего программного обеспечении автоматической обработки данных радиозондирования действительно не являются абсолютно совершенными – более того, как показано в разделе 4 они имеют серьезные недостатки. В некоторых случаях это может приводить к тому, что при сбоях телеметрии, срывах Системы автоматизированной обработки данных радиозондирования

сопровождения и т.п. отдельные недостоверные значения координат или телеметрии не отбраковываются, а включаются в обработку, что приводит к искажению ее результатов. Поэтому до решения вопроса о соответствующей доработке ПО в ряде случаев единственным способом получить результаты обработки до конца подъема является исключение отсчетов с кодами пропусков из оригинальных файлов. Другие изменения в файлах tu и crd **недопустимы**. При этом категорически **недопустимо** изменять исходные файлы, которые должны быть сохранены в файловых архивах АЭ в неизменном виде. Все изменения можно производить **только** в копиях оригинальных файлов – исходные файлы предварительно должны быть сохранены путем переименования с вставкой **org.** перед расширением, например, 20100513-1730.tu должен быть переименован в 20100513-1730.org.tu.

Это же относится и к корректировке наземных данных в info-файлах в случае ошибок их ввода. Не рекомендуется редактировать исходные данные в текстовом редакторе вручную – слишком часто это приводит к ошибкам, наиболее частая – использование запятой вместо точки в качестве десятичного разделителя. Для исключения недостоверных отсчетов в tu- и crd-файлов и корректировки наземных данных в info-файлах удобнее воспользоваться ПО «Корректор», которое автоматически обеспечивает корректное переименование и сохранение исходных файлов (см. раздел 2.3). В любом случае, редактирование, или «правка», исходных файлов должно осуществляться **только** под руководством и при контроле аэрологов-методистов ЦГМС-Р/УГМС.