

**Федеральная служба по гидрометеорологии  
и мониторингу окружающей среды**



**Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«ГЛАВНАЯ ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ им. А.И. ВОЕЙКОВА»**

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ПИСЬМО**

**ОБ ИТОГАХ РАБОТЫ В 2013 ГОДУ  
ФУНКЦИОНИРУЮЩЕЙ СЕТИ «МРЛ-ШТОРМОПОВЕЩЕНИЯ» И  
СЕТИ ДМРЛ-С, СОЗДАВАЕМОЙ В РАМКАХ ФЦП.**

**Санкт-Петербург  
2014**

Поручением Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромета) от 29.11.1999 г. № 140-2652 решение задач по методическому руководству сетью «МРЛ-Штормооповещения» возложено на Главную геофизическую обсерваторию им. А.И. Воейкова.

Согласно нормативным документам ([3,6] и др.), а также Уставу (утвержденного Руководителем Росгидромета от 25.05.2011 г. № 285) ФГБУ «ГГО» является научно-исследовательским и координационно-методическим центром Росгидромета по руководству радиолокационными метеорологическими наблюдениями.

Ежегодное «Методическое письмо о работе сети МРЛ и АМРК», традиционно рассылаемое до 2012 года включительно, второй год подряд дополнено сведениями об устанавливаемых и введенных в эксплуатацию доплеровских метеорологических радиолокаторах, а также рекомендациями по применению информации, получаемой с их использованием. Ввиду этого поменялось и официальное название рассылаемого на сеть итогового отчета, второй год именуемого как «Методическое письмо об итогах работы в 2013 году функционирующей сети «МРЛ-Штормооповещения» и сети доплеровских метеорологических радиолокаторов С-диапазона (ДМРЛ-С), создаваемой в рамках ФЦП».

Радиометеорологические наблюдения, производимые с помощью локаторов сети «МРЛ-Штормооповещения», являются незаменимым источником информации об опасных явлениях погоды как в мезо, так и в синоптическом масштабе. Синоптический масштаб наблюдаемых и прогнозируемых явлений достигается путем объединения на единой картографической основе информации нескольких метеорадиолокаторов. В этом смысле представляется целесообразным объединить функционирующие МРЛ, АМРК и устанавливаемые в рамках ФЦП ДМРЛ-С в единую сеть штормового оповещения (без разделения на технические возможности) с единым методическим центром, созданным в ФГБУ «ГГО». Предполагается, что действующая сеть «МРЛ-Штормооповещения» первоначально будет расширена за счет установки метеорадиолокаторов нового поколения, а уже в последствии заменена ими.

«Методическое письмо об итогах работы в 2013 году функционирующей сети «МРЛ-Штормооповещения» и сети ДМРЛ-С, создаваемой в рамках ФЦП» подготовлено сотрудниками ФГБУ «ГГО» на основании обобщения и анализа представленных отчетов и материалов инспекций специалистов ФГБУ «ГГО» за 2013 год.

Документ подготовили:

И.А. Тарабукин	Заведующий ОРМИ, заведующий лабораторией НМОРН, к. ф.-м. н.
Е.В. Дорофеев	Заведующий лабораторией РМИ и КАВ, к. ф.-м. н.
О.А. Дмитриева	Ведущий геофизик
М.В. Львова	Научный сотрудник
И.Б. Попов	Научный сотрудник
В.Б. Попов	Ведущий инженер-программист
И.С. Басов	Ведущий геофизик
В.В. Зверев	Ведущий геофизик

## Оглавление

Введение	5
1. Область применения	8
2. Научно-методическое руководство сетью «МРЛ-Штормооповещения»	8
2.1 Структура и реквизиты научно-методического центра	8
2.2 Основные функции научно-методического центра	9
3. Нормативные документы, регламентирующие порядок наблюдений и применения информации сети «МРЛ-Штормооповещения»	10
4. Общие сведения о сети «МРЛ-Штормооповещения»	12
4.1 Функциональное назначение сети «МРЛ-Штормооповещения»	12
4.2 Организация сети «МРЛ-Штормооповещения» в 2013 году	12
5. Техническое состояние и функционирование МРЛ-5 в период проводимой модернизации	15
5.1 Эксплуатационная надежность аппаратуры МРЛ	17
5.2 Оценка качества и регламента работы МРЛ (АМРК)	20
5.3 Выполнение дополнительных работ	24
5.4 Инспекции МРЛ (АМРК) специалистами ФГБУ «ГГО»	26
5.5 Трудности в работе специалистов сети МРЛ	28
5.5.1 Неуккомплектованность штатов	28
5.5.2 Отсутствие ЗИПов	29
5.5.3 Сбои в энергоснабжении и связи	29
5.5.4 Недостаток данных аэрологического радиозондирования	30
5.5.5 Состояние зданий и помещений МРЛ	30
6. Режимные обобщения	31
7. Методическое сопровождение ДМРЛ-С, введенных в эксплуатацию в 2011 – 2013 году	33
7.1 Оценка качества работы ДМРЛ-С, введенных в опытную эксплуатацию	33
7.2 Выбор метеорологической информации, используемой для сопоставления	38
8. Использование информации ДМРЛ-С	41
8.1 Создание единого радиолокационного поля над территорией РФ	41
8.2 Использование данных о радиальной доплеровской скорости в синоптической практике Росгидромета	42
Выводы	50
Предложения	52
Библиография	54

## ВВЕДЕНИЕ

По данным Росгидромета [1], прошедший 2013 год стал выдающимся в истории метеонаблюдений сразу по нескольким метеорологическим и гидрологическим параметрам. Во-первых, для России год оказался очень теплым: шестым среди наиболее тёплых лет с 1886 г., при этом ноябрь 2013 г. был самым тёплым за весь период инструментальных наблюдений (выше нормы на  $5.3^{\circ}\text{C}$ ). Температурная аномалия осеннего (а в ряде регионов и зимнего) периода привела к небывалой продолжительности «грозового сезона» в большинстве регионов РФ. Опасные явления погоды (ОЯП), связанные с конвективной облачностью, наблюдались на всей территории России вплоть до конца декабря. Так, например, 3 декабря 2013 года зимняя гроза обрушилась на Иркутск, что для городов Сибири является довольно редким явлением. Еще более уникальна гроза, произошедшая на фоне аномально высоких дневных температур 24 декабря в Санкт-Петербурге. Во-вторых, говоря об исключительности ушедшего года, необходимо отметить экстремально высокое количество выпавших осадков: их годовая сумма, усредненная по территории России, оказалась максимальной за период с 1936 года [1]. Летнее наводнение 2013 года, охватившее огромные территории Дальнего Востока, стало одним из наиболее масштабных стихийных бедствий последнего десятилетия – по продолжительности, площади распространения, числу пострадавших и экономическому ущербу. К сезонному избытку осадков привела и аномально теплая осень: в Центральном регионе (125% от нормы), в Южном федеральном округе (158 % от нормы).

Анализ отчетов и архивов радиолокационных метеорологических наблюдений, полученных с сети «МРЛ-Штормооповещения» в 2013 году, подтвердил затянувшийся процесс грозовой активности. Многие МРЛ, расположенные в центральной и северной широтной зоне, фиксировали ОЯП (продолжительные ливни, грозы, шквалы и даже смерчи) в период с октября по декабрь, что обычно несвойственно данным регионам. Это очередной раз подтверждает необходимость использования МРЛ не только в оперативной практике штормооповещения (для предотвращения ущерба от наблюдаемых природных стихий). Чрезвычайно полезно рассматривать возможность применения радиолокационных данных в климатических описаниях и обобщениях. Однако, редкая метеорологическая сеть, выработанный технический ресурс, моральное устаревание аппаратуры МРЛ-5 делают радиолокационные наблюдения с их использованием, в основном, малоэффективными.

С 2010 года на смену некогерентным радиолокаторам типа МРЛ-5 приходят современные доплеровские метеорологические радиолокаторы

(ДМРЛ) С-диапазона отечественного производства, обладающие значительно более высокими техническими и эксплуатационными характеристиками. Как ожидается, при полном развертывании сети ДМРЛ-С большая часть ЕТР, юга Сибири и Дальнего Востока будут находиться в едином радиолокационном поле (п. 8.1). Создание единого радиолокационного поля позволит, безусловно, поднять на качественно более высокий уровень решение задач штормооповещения, повысить заблаговременность прогноза, а за счет применения доплеровского и поляризационного каналов проводить многосторонний диагноз полей облачности.

С сожалением приходится констатировать, что модернизация радиолокационной метеорологической сети несколько запаздывает и не укладывается в предполагаемый график. На 1 квартал 2014 года в опытной эксплуатации находится 19 комплектов ДМРЛ-С из 140 запланированных. Ответственность за установку, пуско-наладочные работы и ввод ДМРЛ-С в опытную эксплуатацию несет ФГБУ «ЦАО». Опытная эксплуатация подразумевает собой комплексную проверку готовности радиолокационного оборудования к оперативной эксплуатации, адаптацию программного обеспечения к физико-географическим особенностям региона установки, отработку алгоритмов и критериев распознавания ОЯП на примере 2-3 грозных сезонов, обучение персонала, занятого эксплуатацией ДМРЛ-С, получением и интерпретацией радиолокационной метеорологической информации (РМИ). Такая работа применительно к каждому пункту установки ДМРЛ-С ведется (или будет проведена в ближайшее время) при участии ведущих научно-исследовательских центров Росгидромета (ФГБУ «ГГО», «ВГИ», «ЦАО»). Результаты этих работ (проводимых с участием ГГО) будут подробно освещены в рамках ежегодных методических писем, рассылаемых на сеть, а также на сайте ФГБУ «ГГО» <http://voeikovmgo.ru> в разделе Публикации.

В разделе 7.1 для ознакомления сотрудников сети приведены результаты качества радиолокационных данных об ОЯП, связанных с кучево-дождевой облачностью, которые получены в ходе опытной эксплуатации трех ДМРЛ на позициях Валдай, Архангельск и Казань в 2013 году. Эта работа проводилась сотрудниками ОРМИ ГГО на основании радиолокационных архивов, полученных от ФГБУ «ЦАО». Подобного рода работы позволяют оценить стабильность функционирования радиолокационного оборудования и сделать вывод о готовности ДМРЛ-С к оперативным наблюдениям.

Наряду с дистанционными методами оценки качества производимых наблюдений сотрудники ГГО согласно плану Росгидромета ежегодно инспектируют от 3 до 8 МРЛ-5 с целью оценки технического состояния метеоборудования, качества проводимых наблюдений, организации работы в каждом конкретном месте установки с последующей

выдачей Удостоверения годности к эксплуатации. С 2013 года в план проводимых инспекций включены ДМРЛ-С. Комплекс работ, выполняемых в ходе проведения инспекции, безусловно несколько отличается для МРЛ-5 и ДМРЛ-С, однако и в том, и в другом случае Удостоверение годности установленного образца (см. Приложение Ж [4]), выданное полномочным органом (ФГБУ «ГГО»), легализует использование информации ДМРЛ-С в метеобеспечении авиации.

Плановые инспекции МРЛ-5 и ДМРЛ-С, выдача Удостоверений годности к эксплуатации выполняются за счет средств Росгидромета и не требуют дополнительных вложений со стороны руководства метеоподразделений и какой-либо специальной подготовки со стороны персонала, задействованного в наблюдениях.

Несмотря на то, что формально вопрос преемственности сетей МРЛ-5 и ДМРЛ-С не решен до сих пор, ГГО не видит оснований для разделения радиолокационных сетей по техническому признаку. Напротив, преемственность должна быть обеспечена в том числе за счет сохранения и дальнейшего развития научно-методических основ радиолокационных наблюдений. В этой связи ГГО настаивает на сохранении методических групп при УГМС, занимающихся вопросами оценки радиолокационной метеорологической информации (путем сопоставления с альтернативными источниками наблюдений), адаптацией алгоритмов распознавания ОЯП к конкретному климатическому региону (в том числе с использованием методики дискриминантного анализа) и т.д. Тем более, как показывает опыт методического руководства сетью, штат, задействованный в наблюдениях, имеет высокий профессиональный уровень и в ходе проводимой модернизации готов взять на себя весь комплекс работ, выполняемых согласно [2] на МРЛ-5 (раздел 5.3).

ОРМИ ФГБУ «ГГО», выполняя обязанности методического сопровождения создаваемой сети доплеровских локаторов, принимает к рассмотрению вопросы, связанные с режимом наблюдений, интерпретацией и последующим анализом данных (в части количественных и качественных характеристик), полученных в результате обзора ДМРЛ-С, архивированием и передачей оперативной информации потребителям.

## 1. Область применения

Данное Методическое письмо предназначено для ознакомления руководителей и специалистов АМЦ, АМСГ, Федеральных государственных бюджетных учреждений: «Управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (ФГБУ «УГМС»), «Центр (областной, краевой, республиканский) по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (ФГБУ «ЦГМС»), «Центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды с региональными функциями» (ФГБУ «ЦГМС-Р»), ответственных за эксплуатацию сетевых МРЛ и ДМРЛ-С, устанавливаемых по плану Росгидромета на территории Российской Федерации.

## 2. Научно-методическое руководство сетью «МРЛ-Штормооповещения»

### 2.1 Структура и реквизиты научно-методического центра

В настоящее время, научно-методическим центром по руководству метеорологическими радиолокационными наблюдениями является Отдел радиометеорологических исследований (ОРМИ) ФГБУ «ГГО». Структура ОРМИ выглядит следующим образом:



Напоминаем, что с 2010 года ОРМИ функционирует в составе ФГБУ «ГГО». Годовые отчеты, заявки на выдачу (продление) удостоверений годности и прочую корреспонденцию просьба отправлять по адресу:

**194021, Санкт-Петербург, ул. Карбышева, д. 7**

на имя директора ФГБУ «ГГО»

**Владимира Михайловича Катцова.**



На поменявшиеся реквизиты (наименование организации, адрес получателя и ФИО директора ФГБУ «ГГО») просим обратить внимание корреспондентов:

- ФГБУ «Западно-Сибирского УГМС» (АМРК Кемерово);
- ФГБУ «Приволжского УГМС» (АМРК Самара, Ульяновск);
- Северо-Кавказского филиала ФГБУ «Авиаметтелеком Росгидромета» (АМРК Краснодар);
- Дальневосточного филиала ФГБУ «Авиаметтелеком Росгидромета» (АМРК Хабаровск).

## *2.2 Основные функции научно-методического центра*

Лабораторией научно-методических основ радиометеорологических наблюдений в рамках ежегодного календарного плана ведется работа по следующим основным направлениям:

- систематический мониторинг сети «МРЛ-Штормоповещения»;
- техническая и методическая помощь сотрудникам УГМС, ЦГМС;
- инспекции МРЛ (ДМРЛ) согласно плану (распоряжению) Росгидромета, оценка технического состояния метеооборудования;
- выдача Удостоверений годности метеооборудования к эксплуатации;
- ежеквартальный прием, обработка и занесение в Банк Данных сети «МРЛ-Штормоповещения» режимных материалов радиолокационных метеорологических наблюдений в коде RADOB, их предоставление в согласованном формате ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД»;
- ведение Банка данных сети «МРЛ-Штормоповещения» (архивация режимной и оперативной радиолокационной метеорологической информации, разработка оптимальных форматов хранения данных и обеспечение доступа к ним для решения научно-методических и практических задач);
- разработка методов статистического и семантического контроля информации (оперативной, режимной, расчетной и т.д.);
- контроль информации программными средствами ФГБУ «ГГО». Государственная регистрация интеллектуальной собственности программных средств и методик контроля РМИ;
- ежегодный отчет о работе сети «МРЛ-Штормоповещения» в виде Методического письма.

Вышеперечисленные функции ФГБУ «ГГО» и порядок взаимодействия с сетью «МРЛ-Штормооповещения» прописаны в ряде нормативных документов ([2], [4], [5] и др.) и являются неизменными на протяжении всего периода существования радиолокационной метеорологической сети Росгидромета. В этом большая заслуга штата, ежегодно участвующего в оперативных и методических работах на каждой позиции МРЛ-5. Именно эта слаженность и точное выполнение всех инструкций и рекомендаций по производству наблюдений, оформлению документации, ведению и представлению архивов радиолокационных наблюдений позволяет добиться большой эффективности в вопросах контроля, сопровождения и ежегодного обобщения всех результатов деятельности сети.

### **3. Нормативные документы, регламентирующие порядок наблюдений и применения информации сети «МРЛ-Штормооповещения»**

Основным документом на сети «МРЛ-Штормооповещения», регламентирующим производство наблюдений и первичную обработку данных, получаемых с помощью метеорологических радиолокаторов МРЛ-5, является РД 52.04.320 – 91 [2].

«Правила эксплуатации метеорологического оборудования аэродромов гражданской авиации» (РД 52.04.716-2009) [4], разработанные в 2009 году в ФГБУ «ГГО», устанавливают порядок ввода и дальнейшей эксплуатации, в том числе, радиолокационного оборудования (включая организацию работ по техническому обслуживанию, проведению инспекций, продлению эксплуатационного ресурса, выдачу удостоверения годности к эксплуатации МРЛ (ДМРЛ), ведению сопроводительной документации и т.д.). В Приложениях документа приведены образцы Актов приемки метеоборудования в эксплуатацию (рекомендовано для составления по окончании приемо-сдаточных испытаний ДМРЛ-С на каждой позиции), оценки технического состояния метеоборудования и рекомендуемая форма заявления на получение Удостоверения годности.

В 2013 году в ФГБУ «ГГО» подготовлен руководящий документ, включающий в себя перечень и типовые критерии опасных и неблагоприятных гидрометеорологических явлений погоды, а также устанавливающий порядок подготовки и форму передачи информации от наблюдательных подразделений Росгидромета в ситуационные центры. РД 52.04.563–2013 «Инструкция по подготовке и передаче штормовых сообщений наблюдательными подразделениями» подготовлен взамен РД

52.04.563–2002 «Инструкция. Критерии опасных гидрометеорологических явлений и порядок подачи штормового сообщения» и является обязательным для организаций наблюдательной сети Росгидромета, привлекаемых к передаче штормовых сообщений об опасных и неблагоприятных природных гидрометеорологических явлениях. В данный руководящий документ включен Национальный вариант международного кода RF 6/04 WAREP, разработанный ФГБУ «ГГО» для использования на модернизированной метеорологической сети с целью передачи штормовых сообщений. Использование данного кода применительно к задачам сети «МРЛ-Штормооповещения» изложено в п. 7.2.

Ознакомиться с РД 52.04.716-2009 и РД 52.04.563–2013 можно на сайте Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова в разделе **«Деятельность»→«Публикации»**:

<http://voeikovmgo.ru/ru/deyatelnost/publikacii>.

В 2012 году сотрудниками ОРМИ разработан Проект «Методических указаний по производству метеорологических радиолокационных наблюдений на сети ДМРЛ Росгидромета». В 2013 году данный документ был улучшен в части методологии доплеровских и поляризационных методов наблюдений, совершенствования навыков работы с программным обеспечением вторичной обработки ДМРЛ-С, использования данных об отражаемости, доплеровской скорости и поляризации метеообъектов для идентификации явлений, фазового состояния осадков и отдельных типов облаков в разные сезоны года.

Ориентируясь на пожелания синоптиков, использующих информацию ДМРЛ-С в своих краткосрочных прогнозах погоды, создан раздел «Использование радиолокационной информации ДМРЛ-С в синоптической практике», в котором изложен качественно новый подход к оценке синоптической ситуации на основании данных о доплеровской радиальной скорости совокупности гидрометеоров. В настоящее время этот документ [3] представлен на сайте Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова, готовится к брошюрной печати и рассылке в НИУ Росгидромета.

## **4. Общие сведения о сети «МРЛ-Штормооповещения»**

### *4.1. Функциональное назначение сети «МРЛ-Штормооповещения»*

Метеорологическая радиолокационная сеть «МРЛ-Штормооповещения» является частью Государственной наблюдательной сети Росгидромета, на которой, согласно [5], осуществляется:

- проведение регулярных метеорологических наблюдений;
- выполнение наблюдений за опасными метеорологическими явлениями (ОЯ);
- выполнение первичной обработки результатов наблюдений;
- передача в установленном порядке оперативной информации об ОЯП, в соответствии с указаниями руководящих органов;

а также (в зависимости от интересов потребителя) проводится:

- штормовое оповещение РМИ об облаках, осадках и связанных с ними неблагоприятных и опасных явлениях погоды прогностических подразделений Росгидромета;
- организация метеообеспечения авиации в соответствии с требованиями, предъявляемыми к автоматизированным системам управления воздушным движением, изложенными в [4];
- измерение интенсивности и количества осадков для использования в метеорологических и гидрологических прогнозах и др.

### *4.2. Организация сети «МРЛ-Штормооповещения» в 2013 году*

В 2013 году контроль за состоянием и работоспособностью действующих локаторов сети, а также установкой и вводом в опытную эксплуатацию новых ДМРЛ-С осуществляли (на местном уровне) 14 территориальных Управлений по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (УГМС). В соответствии со своими уставами УГМС несли ответственность за организацию работы штата МРЛ (ДМРЛ), надежное функционирование радиолокационной аппаратуры, полноту и качество получаемой и передаваемой радиометеорологической информации.

Сеть «МРЛ-Штормооповещения» к началу 2014 года включала 28 комплектов некогерентных метеорадиолокаторов типа МРЛ-5, один ДМРЛ «Метеор-Метеоячейка», восьмой год эксплуатируемый в аэропорту

Пулково (Санкт-Петербург), и 19 комплектов ДМРЛ-С, работающих в тестовом режиме, в ближайшее время призванных обновить существующую сеть метеорологических радиолокаторов и значительно расширить ее инфраструктуру. Метеорадиолокаторы, в основном, принадлежат регионально-распределенным подразделениям Росгидромета, за исключением:

- АМПК Новосибирск (принадлежит ОАО «Новосибирский авиаметеорологический центр»);
- АМПК Хабаровск (принадлежит МО РФ).

Часть МРЛ сдается в аренду ФГУ «Авиаметтелетком» и аэропортам.

Рисунок 1 наглядно иллюстрирует функционирующие на территории каждого УГМС метеорадиолокаторы сети «МРЛ-Штормооповещения». Как было сказано выше, развертываемая сеть доплеровских локаторов в ближайшее время позволит обновить существующую сеть «МРЛ-Штормооповещения», тем самым, открыв новую страницу в истории метеорологических радиолокационных наблюдений РФ. В этой связи ДМРЛ и ДМРЛ-С, устанавливаемые на сети «МРЛ-Штормооповещения» и введенные в эксплуатацию в течение 2010-2013 годов, ассоциативно изображены на схеме в правом нижнем углу обновляемой страницы, оставляя на перелистываемой странице функционирующие некогерентные МРЛ-5. ДМРЛ-С с программным обеспечением вторичной обработки «Гимет-2010», устанавливаемые в рамках ФЦП, выделены на схеме розовым маркером.

Цветным маркером на перелистываемой странице выделены автоматизированные метеорологические комплексы (АМПК). Каждый цвет определяет техническое оснащение МРЛ-5 одной из четырех автоматизированных систем управления («АКСОПРИ», «МЕРКОМ», «Метеоячейка», «АСУ-МРЛ»), действующих в настоящее время на территории сети. МРЛ-5, работающие без применения систем автоматизации, на рисунке 1 обозначены черным маркером.

Также на схеме обозначены:

- ДМРЛ Сочи (WRM200, производство Vaisala с программным обеспечением обработки и визуализации радиолокационных данных IRIS), установленный в целях метеообеспечения зимней олимпиады 2014 года;
- ДМРЛ Санкт-Петербург («Метеор 500С» немецкой фирмы «Selex Si/Gematronik» с программным обеспечением «Метеор-Метеоячейка»).

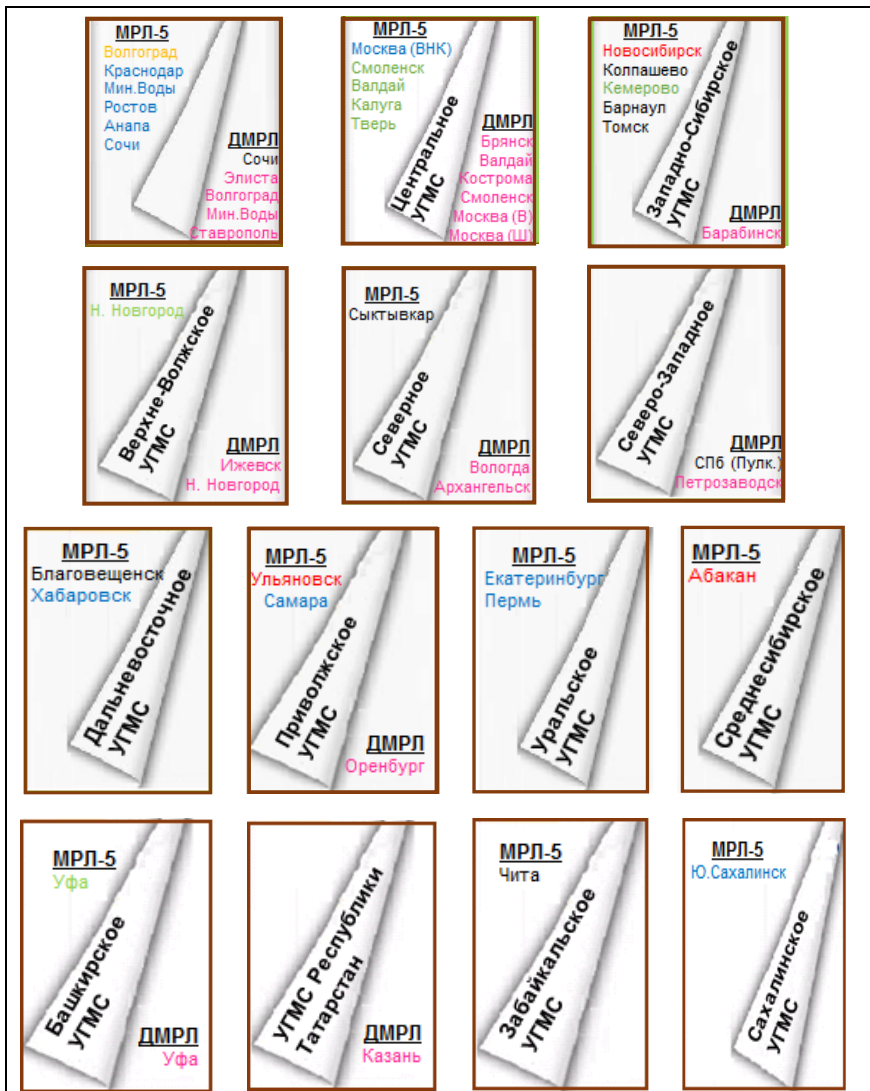


Рисунок 1. Структурная схема функционирования сети «МРЛ-Штормоповещения» на 1 квартал 2014 года

## **5. Техническое состояние и функционирование МРЛ-5 в период проводимой модернизации**

В 2013 году на сети «МРЛ-Штормооповещения» эксплуатировалось 23 комплекта некогерентных радиолокаторов типа МРЛ-5 (еще 5 комплектов МРЛ-5 находится на консервации). Большинство из них нуждаются в проведении ремонтно-восстановительных и профилактических работ, пополнении резерва запасных частей.

Неоднократно отмечалось, что после установки в месте наблюдений более современного ДМРЛ-С и введения его в опытную эксплуатацию, заменяемый радиолокатор (МРЛ-5), при условии хорошего технического состояния, может быть использован в целях обеспечения достоверной и репрезентативной метеорологической информацией на этапе пуско-наладочных работ. Другими словами, на основании синхронно получаемой информации о радиолокационной отражаемости, высоте верхней границы радиозеха и углах закрытия радиогоризонта, легко выявить технические и методические ошибки, возникающие при установке ДМРЛ-С. В частности, может быть выявлено неправильное позиционирование антенны радиолокатора, определены расхождения в измерении радиолокационной отражаемости, связанные с проблемой абсолютной калибровки приемо-передающего тракта, а также проведена оценка правильной настройки (адаптации) алгоритмов вторичной обработки РМИ в данном климатическом регионе.

Кроме того, только на основании результатов длительных (не менее года) параллельных наблюдений можно обеспечить преемственность сети «МРЛ-Штормооповещения» по отношению к формируемой сети ДМРЛ-С. Как известно, для целей режимно-справочных обобщений ГГО формирует банк данных РМИ в коде RADOB и передает эту информацию для длительного хранения в Госфонд (ВНИИГМИ-МЦД). По некоторым станциям сети длительность накопленных рядов данных превышает 40 лет. В планах ГГО осуществлять дальнейшее пополнение режимного банка данных после технического переоснащения сети.

В связи с переходом на новые автоматизированные типы ДМРЛ-С, которые превосходят прежние некогерентные МРЛ по ряду характеристик, имеющих принципиальное значение в радиометеорологии, а также использующие другую длину несущей волны радиопульса, вполне вероятно появление систематического расхождения в определении основных радиолокационных характеристик облаков и осадков и, как следствие, в нарушении однородности накопленных рядов данных РМИ.

Избежать нарушения однородности, и в этом смысле обеспечить научную преемственность сети «МРЛ-Штормооповещения», позволит проведение синхронных наблюдений. Эта задача может быть выполнена только при наличии рядом с ДМРЛ-С заменяемого радиолокатора, находящегося в хорошем техническом состоянии, должным образом откалиброванного и обеспеченного достаточным ЗИПом на период параллельных наблюдений. Конечно же необходимо понимание и финансовое содействие в проведении таких наблюдений со стороны всех хозяйствующих подразделений Росгидромета (в частности, региональных УГМС, ЦГМС, ФГУ «Авиаметтелетком») и арендаторов.

Однако с сожалением нам приходится констатировать, что:

➤ С 1 сентября 2010 года по причине неисправности радиолокационного оборудования и отсутствия ЗИПов наблюдения не проводятся на МРЛ-5 Благовещенск. Требуется капитальный ремонт.

➤ С июня 2011 г. из-за отсутствия ЗИПов наблюдения не проводятся на МРЛ-5 Барнаул.

➤ С августа 2011 г. не работает АМРК Уфа. В начале 2012 года в Уфе установлен и введен в опытную эксплуатацию ДМРЛ-С.

➤ С августа 2012 г. не ведутся наблюдения на МРЛ-5 Колпашево.

➤ В 2013 году список законсервированных радиолокаторов пополнил МРЛ-5 Томск, не производящий наблюдения по причине выхода из строя магнетрона и отсутствия денежных средств на его приобретение.

➤ 15 августа 2013 года выведен из наблюдений и демонтирован АМРК Москва (Внуково), находящийся в хорошем техническом состоянии (несмотря на высокую наработку за весь период эксплуатации), по результатам наблюдений сезонов 2012-2013 г. демонстрирующий одни из лучших показателей эксплуатационной надежности и оправдываемости ОЯП.



Перечисленные факты показывают, что модернизация сети запоздала на несколько лет. Обеспечение преемственности в таких условиях является достаточно трудно реализуемой задачей. Со своей стороны ГГО поднимает вопрос перед руководством Росгидромета о выделении (и дальнейшем поддержании) нескольких реперных станций МРЛ для проведения параллельных наблюдений, которые позволят, по крайней мере, частично решить вопрос о возможных систематических расхождениях в рядах данных при переходе на ДМРЛ-С.

### *5.1 Эксплуатационная надежность аппаратуры МРЛ*

Анализ отчетов сети «МРЛ-Штормоповещения», ежегодно поступающих в ФГБУ «ГГО», показывает, что технический ресурс выработан у всех МРЛ-5. Быстро растет наработка МРЛ-5, работающих в автоматизированном режиме. На многих локаторах ощущается острая нехватка ЗИПов, недостаток квалифицированных кадров, как следствие недостаточного и несвоевременного финансирования, но даже в условиях кризиса МРЛ продолжают свою работу благодаря усилиям штатов, содействию руководства подразделений Росгидромета и методической группы ГГО.

Оценка эксплуатационной надежности аппаратуры МРЛ проводится на основании наработки на отказ (среднего времени работы аппаратуры между отказами) в 2013 году. Расчет надежности проведен на основании технических отчетов групп по радиометеорологии УГМС, поступивших к установленному сроку. Напоминаем, что краткий предварительный отчет о работе МРЛ в форме таблицы должен быть выслан почтой на адрес ФГБУ «ГГО» не позднее 25 декабря текущего года, а полный годовой отчет – не позднее 31 января следующего года.

В таблице 1 приведены исходные данные, необходимые при расчете средней эксплуатационной надежности, а также сам показатель эксплуатационной надежности (наработки на отказ) для каждого МРЛ-5, эксплуатируемого на сети «МРЛ-Штормоповещения».

Таблица составлена по убыванию показателя эксплуатационной надежности.

Таблица 1

## Эксплуатационная надежность аппаратуры МРЛ

Место установки МРЛ	Тип МРЛ	Наработка за период эксплуатации (час)	Наработка за 2013 г. (час)	Число отказов МРЛ	Эксплуатационная надежность (час/отказ) МРЛ
Калуга	МРЛ-5	149044	8350	4	2088
Самара	МРЛ-5	82188	4031	2	2016
Москва (Внуково)	МРЛ-5	128059	5006	3	1668
Сыктывкар	МРЛ-5	39510	1330	1	1320
Н. Новгород	МРЛ-5	107097	7500	6	1250
Волгоград	МРЛ-5	24862	1241	1	1241
Анапа	МРЛ-5	36530	2330	2	1165
Сочи	МРЛ-5	42420	3405	3	1135
Краснодар	МРЛ-5	39855	1725	2	863
Тверь	МРЛ-5	146843	8555	11	778
Ульяновск	МРЛ-5	29740	1390	2	695
Екатеринбург	МРЛ-5	43498	3298	5	660
Пермь	МРЛ-5	27815	1924	3	641
Ростов-на-Дону	МРЛ-5	45582	2063	4	516
Абакан	МРЛ-5	38488	1218	3	406
Хабаровск	МРЛ-5	47081	2762	7	395
Новосибирск	МРЛ-5	42925	1722	5	344
Чита	МРЛ-5	22843	1018	3	339
Кемерово	МРЛ-5	40550	600	5	130
Мин. Воды	МРЛ-5	47000	2054	20	103
Барнаул	МРЛ-5	На консервации			
Благовещенск	МРЛ-5	На консервации			
Колпашево	МРЛ-5	На консервации			
Томск	МРЛ-5	На консервации			
Уфа	МРЛ-5	На консервации			
Валдай	МРЛ-5	Отчет не предоставлен			
Смоленск	МРЛ-5	Отчет не предоставлен			
Ю.Сахалинск	МРЛ-5	Отчет не предоставлен			

Примечание к таблице 1.

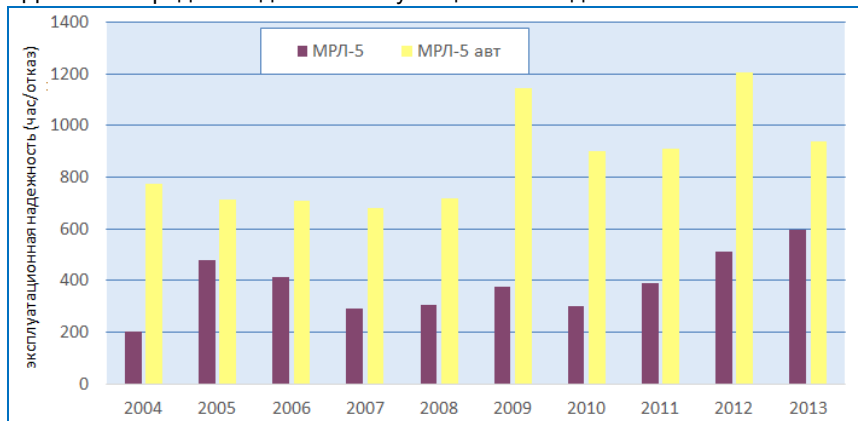
- В таблице учитывались исключительно отказы аппаратуры МРЛ. Выходы из строя программного обеспечения АМРК в учет не принимались.

Как видно из таблицы 1, эксплуатационная надежность отдельных МРЛ колеблется в широких пределах. Это объясняется различной длительностью эксплуатации и опытом (квалификацией) обслуживающего персонала. Средняя наработка на отказ составляет для неавтоматизированных МРЛ-5 – 596 час/отказ, для автоматизированных МРЛ-5 – 939 час/отказ.

Рисунок 2 наглядно иллюстрирует динамику эксплуатационной надежности за десятилетний период.

*Рисунок 2*

**Динамика средней годовой эксплуатационной надежности 2004 – 2013 гг.**



В 2013 году среднегодовая эксплуатационная надежность аппаратуры МРЛ снизилась по сравнению с аналогичным показателем прошлого 2012 года, но остается на уровне 2010-2011 годов. Среднее время между отказами автоматизированных МРЛ-5 составляет более 900 часов (для десятиминутного темпа обновления информации аналогично 1-1,5 месяцам безотказной работы), что является вполне приемлемым. Неавтоматизированные МРЛ-5 демонстрируют меньшую надежность в сравнении с АМРК, но максимальную за весь десятилетний период наблюдений.

## 5.2 Оценка качества и регламента работы МРЛ (АМПК)

На сети «МРЛ-Штормооповещения» задача распознавания ОЯП, связанных с кучево-дождевой облачностью, решается в преобладающем большинстве только с использованием информации о профиле отражаемости  $Z$  [2]. В том числе, в вероятностной форме определяется грозовое состояние облаков с использованием так называемого комплексного  $Y$ -критерия, учитывающего высоту верхней границы облака и максимальную величину  $Z$  в слое, где обычно происходит массовая коагуляция облачных частиц.

Вероятностный характер  $Y$ -критерия обусловлен тем, что его пороговые значения, при превышении которых облако идентифицируется как грозовое, основано на статистической обработке большого количества эмпирических данных, проводимых в нашей стране с момента начала метеорациолокационных наблюдений и вплоть до экономического кризиса конца 1980-х. На начальном этапе таких исследований для различных климатических регионов были получены пороговые или критические ( $Y_{кр}$ ) значения, определяющие вероятность нахождения  $Cu$  в грозовом состоянии с вероятностью не менее 90%, 70% и 30%, обозначаемые, соответственно, как  $R$ ,  $R$  и  $(R)$ . Таким образом, значок  $R$  на бланк-карте МРЛ означает, что 9 из 10 конвективных облаков в статистической выборке, характеризуемой параметром  $Y > Y_{кр(90\%)}$ , находились в грозовом состоянии. Другими словами, вероятность ложной тревоги для облака со значком  $R$  не должна превышать 10%.

В дальнейшем были проведены исследования возможности динамического определения  $Y_{кр}$ , адаптируемого к конкретным синоптическим условиям в период проведения обзора. Широкое применение получил метод идентификации гроз с использованием для расчета  $Y_{кр}$  высоты изотермы  $-22^{\circ}$  ( $H_{-22}$ ) и статистических данных о минимальных значениях  $IgZ_{min}$  в грозах (для конкретного региона и в конкретный период года).

В более прогрессивных методах обнаружение грозоопасных облаков выполняется на основе применения дискриминантной функции, построенной по наиболее информативным предикторам:  $H_{вг}$ ,  $IgZ_3$  и  $H_{-22}$ . Данный метод обещает большую надежность по сравнению с использованием  $Y$ -критерия [2], однако требует длительных и скрупулезных статистических исследований для каждой позиции МРЛ. Тем не менее, метод квадратичного дискриминантного анализа находит применение в работе штата сети «МРЛ-Штормооповещения» (МРЛ-5 Чита, Абакан и др.).

Безотносительно типов используемых радиолокаторов (автоматизированных систем управления) и применяемой методики обнаружения (распознавания) ОЯП необходим объективный контроль качества радиолокационной информации. В этой связи предыдущий выпуск Методического письма содержит основные определения, на основании которых можно оценить качество работы алгоритмов распознавания ОЯП. Показатель оправдываемости ( $P_{Oя}$ , %), хоть и является основной характеристикой качества производимых наблюдений, в полной мере не отражает достоверность получаемой информации. Часто случается так, что в силу ряда причин (завышенный потенциал МРЛ, заниженные критерии распознавания ОЯП и т.д.) радиолокатор видит все грозы (оправдываемость ОЯП при этом, безусловно, близка к 100%), но вместе с тем, часть ливневых облаков трактуется как грозоопасные, т.е. наблюдается высокий процент ложных тревог МРЛ ( $F_{Oя}$ , %).

Приведенное выше описание  $Y$ -критерия и способов расчета его пороговых значений относятся к базовым понятиям отечественной радиометеорологии, однако большинством сотрудников сети вероятностный характер идентификации гроз попросту игнорируется. Методическая лаборатория ФГБУ «ГГО» в очередной раз информирует о том, показателями качества радиолокационной информации об ОЯП является совокупность двух статистических величин – вероятности распознавания (оправдываемости) некоторого класса ОЯП ( $P_{Oя}$ ) и процента случаев ложной идентификации ( $F_{Oя}$ ) этих явлений. Сведения об этих показателях должны быть в полной мере отображены в годовых отчетах методических групп при МРЛ. В разделе 7.1 будет показано, как эти два параметра были использованы нами при оценке качества радиолокационных наблюдений ДМРЛ-С на позициях Казань, Архангельск, Валдай.

Пока же большинство отчетов сети «МРЛ-Штормооповещения» содержат сведения об оправдываемости ОЯП, причем методика расчета данной статистической величины различна для разных систем автоматизации (Метеоячейка, АКСОПРИ, МЕРКОМ и АСУ-МРЛ) и качественным образом отлична от критериев расчета оправдываемости на неавтоматизированных МРЛ. Ввиду этого, сводные таблицы 2-5 данного раздела содержат сведения об оправдываемости ОЯП в радиусе 180-200 км от МРЛ (отдельно для каждой автоматизированной системы управления в силу принципиальной несопоставимости данных по оправдываемости и большого различия в методической терминологии) и регулярности работы.

Таблица 2

Место установки МРЛ	Система автоматизации МРЛ	Р <sub>оя</sub> , %	Регулярность наблюдений, %	Штат (ед./%)
Москва (Внук.)	МЕТЕОЯЧЕЙКА	98,9	99,3	10/100
Самара	МЕТЕОЯЧЕЙКА	98,7	99,9	7/100
Сочи	МЕТЕОЯЧЕЙКА	98,4	91,0	5/100
Екатеринбург	МЕТЕОЯЧЕЙКА	95,5	93,0	7/100
Краснодар	МЕТЕОЯЧЕЙКА	94,7	95,8	6/100
Волгоград	АСУ-МРЛ	94,0	77,0	10/100
Анапа	МЕТЕОЯЧЕЙКА	89,7	99,6	7/-
Ростов-на-Дону	МЕТЕОЯЧЕЙКА	89,7	99,1	8/100
Мин. Воды	МЕТЕОЯЧЕЙКА	76,4	98,9	9/100
Пермь	МЕТЕОЯЧЕЙКА	67,5	99,8	7,5/100
Хабаровск	МЕТЕОЯЧЕЙКА	63,0	100	-75
Ю. Сахалинск	МЕТЕОЯЧЕЙКА	Отчет не предоставлен		

Таблица 3

Место установки МРЛ	Система автоматизации МРЛ	Р <sub>оя</sub> , %	Регулярность наблюдений, %	Штат (ед./%)
Тверь	АКСОПРИ	-	97,5	5/100
Калуга	АКСОПРИ	-	96,0	-/100
Н. Новгород	АКСОПРИ	-	95,1	8/100
Валдай	АКСОПРИ	Отчет не предоставлен		
Смоленск	АКСОПРИ	Отчет не предоставлен		

Таблица 4

Место установки МРЛ	Система автоматизации МРЛ	Р <sub>оя</sub> , %	Регулярность наблюдений, %	Штат (ед./%)
Ульяновск	МЕРКОМ	96,3	81,0	6/100
Новосибирск	МЕРКОМ	92,7	92,5	7/100
Абакан	МЕРКОМ	91,7	99,8	6/85,7

Таблица 5

Место установки МРЛ	Система автоматизации МРЛ	Р <sub>оя</sub> , %	Регулярность наблюдений, %	Штат (ед./%)
Чита	неавтомат.	97,4	98,2	8/100
Сыктывкар	неавтомат.	96,7	99,5	8/100
Кемерово	неавтомат.	77,9	79,0	6/100

#### Примечания к таблицам 2-5.

- АМПК Волгоград с системой автоматизации АСУ-МРЛ внесен в таблицу оправдываемости с системой автоматизации МЕТЕОЯЧЕЙКА в связи с однотипной методикой расчета показателя оправдываемости.
- Результаты работы МРЛ-5 Кемерово внесены в таблицу неавтоматизированных радиолокационных наблюдений ввиду того, что на протяжении 2013 года система автоматизации «АКСОПРИ» МРЛ-5 не работала.
- Проверк в ячейках таблиц означает отсутствие данных в предоставленных отчетах.
- В случае совпадения процента оправдываемости ОЯ более высокий приоритет имели те МРЛ (АМПК) регулярность работы которых была выше.
- В графе Штат (ед. / %) первое число указывает количество единиц в штате МРЛ, второе – процент согласно приказу руководства метеоподразделений.
- Расчет оправдываемости ОЯ АМПК Сочи произведен для штормового кольца  $R=50$  км, ввиду того, что все метеостанции, участвующие в сопоставлении, расположены на удалении до 50 км от МРЛ-5.
- Расчет оправдываемости ОЯ АМПК Москва (Внуково) выполнен за период 01.01.2013 по 15.08.2013 г.

Еще раз с сожалением приходится констатировать, что наивысшая оправдываемость ОЯ была достигнута на АМПК Москва (Внуково), выведенном из оперативных наблюдений во второй половине 2013 года. Хочется отметить высокий процент оправдавшихся явлений, обнаруженных АМПК Самара, Сочи, Екатеринбург, Ульяновск. Особенно приятно видеть результаты работ штата неавтоматизированных МРЛ-5 (Сыктывкар, Чита), достигнутые относительно вероятности обнаружения гроз.

Как было отмечено выше, для комплексной оценки работы МРЛ-5, применяемых критериев и алгоритмов распознавания гроз наряду с оправдываемостью необходимо указывать процент правильно распознанных гроз (или процент ложных тревог МРЛ). Сведения о пропущенных и зафиксированных ОЯП в том или ином виде содержатся практически во всех присланных отчетах (многие составители учли пожелания методистов ГГО по занесению результатов наблюдений в таблицу, рекомендованную ГГО в прошлом Методическом письме). Однако, как и с оправдываемостью, сведения о достоверности РМИ (в %) необходимо указывать в явном виде.

### 5.3 *Выполнение дополнительных работ*

В 2013 году специалисты сети МРЛ, кроме основной оперативной работы, выполняли ряд дополнительных оперативных и неоперативных работ, направленных на расширение возможностей и повышение эффективности информации МРЛ.

#### 1) Оперативные работы:

- расчет шквалов согласно [7] – 10 МРЛ;
- определение видимости в твердых и смешанных осадках – 12 МРЛ;
- определение интенсивности обледенения и турбулентности (болтанки) - 7 МРЛ;
- определение электроактивных зон в слоистообразных облаках – 11 МРЛ.

#### 2) Неоперативные работы:

- расчет региональных радиолокационных характеристик гроз, проверка надежности алгоритмов принятия решений об опасных явлениях погоды – 19 МРЛ;
- анализ неоправдавшихся ОЯП – 19 МРЛ;
- сопоставление накопленных сумм осадков по данным МРЛ и ННС – 13 МРЛ;
- сопоставление данных АМРК об обледенении в облаках с данными бортовой погоды – 5 МРЛ;
- проверка кодирования радиолокационной информации согласно [8] – 8 МРЛ;
- запись данных МРЛ на технические носители для режимных обобщений – 14 МРЛ;
- заполнение в течение года журнала с данными ближней зоны – 5 МРЛ;
- использование информации МРЛ для ежегодных климатологических обобщений – 5 МРЛ.



Структурным и отраслевым подразделениям Росгидромета, осуществляющим или планирующим осуществлять контроль работоспособности сети «МРЛ-Штормоповещения» (которая в ближайшем будущем пополнится радиолокаторами нового поколения ДМРЛ-С), необходимо обратить внимание на весь спектр работ, выполняемых штатом в рамках ежегодного плана сопровождения радиолокационных наблюдений. Практически на каждой радиолокационной позиции, за исключением АМРК АКСОПРИ (работы по оценке оправдываемости ОЯП АМРК АКСОПРИ традиционно проводит ФГБУ «ЦАО»), в течение грозового сезона ведется работа по расчету региональных характеристик ОЯП, проверка надежности применяемых критериев и алгоритмов, их дальнейшая корректировка. С помощью каждого второго радиолокатора ведутся работы по определению видимости в осадках, электроактивных зон, интенсивности обледенения воздушных судов. Оправдываемость по этим явлениям зачастую превышает 80%.

Ввиду этих и многих других обстоятельств кажется совершенно необдуманным решение о полной или даже частичной ликвидации штата в период проводимой модернизации радиолокационной сети. Методическая работа по введению ДМРЛ-С сначала в опытную, а затем и в оперативную эксплуатацию, по мнению коллектива ГГО, должна быть организована в тесном сотрудничестве с инженерами-радиометеорологами и методистами каждой позиции радиолокационного размещения. В противном случае мы рискуем загубить все отечественные наработки в области радиометеорологии, годами используемые для успешного диагноза и прогноза погоды радиолокационным методом, а также нивелировать столь значимые особенности каждого региона внутри огромной страны.

#### 5.4 Инспекции МРЛ (АМРК) специалистами ФГБУ «ГГО»

Инспекции МРЛ на территории ответственности ФГБУ «УГМС», «ЦГМС» проводят представители ФГБУ «ГГО» по ежегодно составляемому плану (распоряжению) Росгидромета с целью контроля организации работ на МРЛ, достоверности получаемых данных, своевременным и высококачественным обеспечением АМЦ и АМСГ радиолокационной метеоинформацией.

По результатам инспекции составляют акт оценки технического состояния метеооборудования (с образцом составляемого акта можно ознакомиться в Приложении К [4]) в трех экземплярах: 1-й для Росгидромета, 2-й для ФГБУ «УГМС», «ЦГМС», 3-й для ФГБУ «ГГО».

В 2013 году сотрудниками ОРМИ были проведены инспекции на территории ответственности ФГБУ «Северное УГМС» (Вологда, Архангельск, Сыктывкар), «Уральское УГМС» (Пермь, Екатеринбург), «Среднесибирское УГМС» (Абакан), «Северо-Кавказское УГМС» (Сочи).

При инспектировании действующих МРЛ было обращено внимание на:

- техническое состояние МРЛ;
- качество информации и своевременность доведения ее до потребителей;
- выполнение требований руководящих документов по эксплуатации оборудования, методике наблюдений и обработке материалов МРЛ;
- укомплектованность штата МРЛ и его квалификацию;
- правильность ведения эксплуатационной документации МРЛ, своевременность предоставляемых сведений о работе радиолокатора;
- состояние условий, безопасности труда и производственной санитарии на рабочих местах, соблюдение работниками инструкций по технике безопасности и других нормативных актов по вопросам охраны труда;
- организацию технических учеб, регулярность и качество профилактических работ;
- устранение недостатков, указанных в актах предыдущих инспекций;
- организацию методической и технической помощи штату МРЛ со стороны руководства подразделений ССИ, ФГБУ «УГМС», «ЦГМС».

В 2013 году по результатам инспекции АМПК Пермь включен в состав сети «МРЛ-Штормоповещения» (до этого момента АМПК находился в непосредственном ведомстве и обслуживании ФГУП «Пермские авиалинии»). Сотрудниками ОРМИ ФГБУ «ГГО» отмечено хорошее техническое состояние станции и ветрозащитного укрытия антенны МРЛ-5, высокий профессиональный уровень штата, задействованного в наблюдениях. Однако, как и на большинстве станций МРЛ-5, имеются проблемы в комплектности ЗИПа (магнетроны, тиратроны). Значительные трудности при проведении наблюдений, получении и интерпретации радиолокационной метеорологической информации на АМПК Пермь создают большие углы закрытия радиогоризонта (до 3 градусов) выросшим лесом. Удостоверение годности к эксплуатации метеооборудования выдано сроком на два года.

В пунктах наблюдений Вологда и Архангельск (ФГБУ «Северное УГМС») зафиксирован факт консервации устаревшего радиолокационного оборудования МРЛ-2, произведен контроль над организацией работ по вводу ДМРЛ-С в опытную эксплуатацию. По результатам инспекции МРЛ-5 Сыктывкар было отмечено хорошее техническое состояние радиолокационного оборудования, линий связи и электроснабжения. На основании Акта инспекции МРЛ-5 Сыктывкар выдано удостоверение годности к эксплуатации метеооборудования сроком на 3 года.

По результатам инспекции АМПК Екатеринбург и Абакан выданы Удостоверения годности к эксплуатации сроком на 3 года. Инспектирующими сотрудниками отмечено хорошее состояние станций МРЛ-5, а также высокий профессионализм штата, участвующего в оперативных наблюдениях. Удостоверение годности к эксплуатации метеооборудования АМПК Екатеринбург и Абакан выдано сроком на 3 года.

Инспекция АМПК Сочи подтвердила готовность МРЛ-5 к метеорологическому обслуживанию зимних Олимпийских и Параолимпийских игр, проводимых в феврале-марте 2014 года. В качестве первоочередных задач комиссия ФГБУ «ГГО» рекомендовала произвести покраску ветрозащитного укрытия антенны МРЛ-5 (даны рекомендации по подбору и использованию лакокрасочных материалов, апробированных в 2012 году применительно к МРЛ-5 Воейково), выполнить ремонт аппаратного зала МРЛ-5, выполнить косметический ремонт фасада здания МРЛ-5. Удостоверение годности к эксплуатации метеооборудования выдано сроком на два года (в связи с тем, что при наработке 45000 часов станции положен капитальный ремонт) при ежегодной оценке технического состояния МРЛ-5 ССИ ФГБУ «Северо-Кавказское УГМС».

## 5.5 Трудности в работе специалистов сети МРЛ

Необходимо, как и в прежние годы, отметить основные трудности, с которыми встречаются в своей работе специалисты сети МРЛ.

### 5.5.1 Неукомплектованность штатов

Неукомплектованность штатов возникает, в основном, как следствие недостаточного финансирования. В том числе и по этой причине прекращены наблюдения на МРЛ-5 Колпашево, Томск (Западно-Сибирское УГМС), последнее время проводимые только в дневное время.

Особенно необходимо обратить внимание руководителей УГМС, ЦГМС, филиалов ФГУ «Авиаметтелеком» на те МРЛ, где:

- отсутствуют инженеры-радиометеорологи и инженеры по радиолокации. В частности, инженер по радиолокации отсутствует на МРЛ-5 Абакан, инженер-радиометеоролог отсутствует на МРЛ-5 Анапа. Это не мешает круглосуточному режиму наблюдений, однако требует пристального внимания со стороны УГМС;
- инженерами по радиолокации работают совместители (Томск, Барнаул (Западно-Сибирское УГМС)). На МРЛ-5 Кемерово должностные обязанности инженера по радиолокации исполняют два совместителя;
- имеются вакансии инженеров по радиолокации: на МРЛ-5 Самара – 0,5 ставки. Инженер по радиолокации МРЛ-5 Минеральные Воды работает всего на четверть ставки.

Отсутствие инженеров-радиометеорологов, инженеров по радиолокации и постоянная текучесть кадров существенным образом снижает эффективность радиолокационных наблюдений. Очевидно, что такими сокращенными штатами, учитывая очередные, декретные и учебные отпуска, невозможно выполнить весь объем работ, как это предусмотрено [2] и как этого требуют руководящие документы Росгидромета.

Централизованное обучение вновь принятых на работу сотрудников и повышение квалификации специалистов по радиолокации и радиометеорологии не проводятся в УГМС и ФГБУ «ГГО» из-за отсутствия денежных средств.

### 5.5.2 *Отсутствие ЗИПов*

Все локаторы сети «МРЛ-Штормооповещения» работают в условиях **острой** нехватки запасных инструментов и приборов (ЗИПов). Промышленность прекратила выпуск многих электровакуумных приборов, необходимых для нормального функционирования МРЛ. Комплектуемые, приобретаемые у сторонних организаций, зачастую уже имеющие некоторый срок службы, не всегда оказываются качественными и долговечными.

Из-за отсутствия ЗИПа в данный момент наблюдения не проводятся на:

- МРЛ-5 Колпашево с 26.07.2012 г. (отсутствие в ЗИП магнетрона);
- МРЛ-5 Благовещенск с 01.09.2010 г. (необходим капитальный ремонт);
- МРЛ-5 Барнаул с 22.05.2011 г. (отсутствие в ЗИП магнетрона);
- МРЛ-5 Томск с 01.01.2013 г. (отсутствие в ЗИП магнетрона и других электро-вакуумных приборов, необходим капитальный ремонт);
- МРЛ-5 Уфа с 2010 г. (необходим капитальный ремонт).

В прошлом, вопрос поставки и ремонта необходимых ЗИПов решался централизованно, на данный момент такая практика отсутствует, ввиду чего возникают длительные простои в наблюдениях. Сотрудники многих МРЛ и АМРК обращаются с просьбой возобновить централизованное снабжение запасными частями.

### 5.5.3 *Сбои в энергоснабжении и связи*

В 2013 году продолжались случаи пропуска наблюдений из-за отключения электроэнергии. По этим причинам были пропущены наблюдения на:

- АМРК Сочи 624 30-минутных сроков;
- АМРК Москва (Внуково) 23 10-минутных срока (1-ая половина 2013 г.);
- АМРК Ульяновск 12 синоптических срока.
- АМРК Екатеринбург 12 30-минутных сроков;
- АМРК Тверь 10 10-минутных сроков;
- АМРК Краснодар 2 30-минутных срока;
- АМРК Волгоград 1 синоптический срок;
- АМРК Абакан 1 синоптический срок;

Остается актуальным вопрос о восстановлении резервного дизельного электрического питания МРЛ.

Проблемы со связью, регулярно отмечаемые в отчетах (АМРК Волгоград и др.), стали причиной несвоевременного получения радиолокационной метеорологической информации потребителями.

#### *5.5.4 Недостаток данных аэрологического радиозондирования*

В настоящее время аэрологическая сеть Росгидромета включает 115 станций аэрологического зондирования на территории РФ. Тем не менее, многие сотрудники МРЛ продолжают работать в условиях недостатка данных температурно-ветрового зондирования. С отсутствием данных ближайших аэрологических станций сталкиваются, например, метеорологи и операторы АМРК Анапа, Нижний Новгород, Ульяновск.

Сокращение количества сроков аэрологического зондирования (в основном за 00 час.) и высокий процент отказа радиозондов в полете (до 10%) вынуждают сотрудников МРЛ при анализе радиоэха конвективной облачности на грозоопасность переходить от более совершенной методики дискриминантного анализа, в которой заложено использование данных аэрологического зондирования, к автономной методике, без использования данных аэрологического зондирования, что в конечном итоге приводит к снижению вероятности обнаружения гроз.

#### *5.5.5 Состояние зданий и помещений МРЛ*

В ряде пунктов здания и рабочие помещения МРЛ требуют ремонта. Капитальный ремонт зданий необходим МРЛ-5 Барнаул, Кемерово, Томск, Волгоград, Краснодар, Колпашево, Благовещенск (замена полов, оконных рам, электрической проводки и др.). Большинству зданий, где расположены МРЛ, требуется косметический ремонт.

## 6. Режимные обобщения

В целях проведения режимных обобщений результатов радиолокационного зондирования атмосферы в ФГБУ «ГГО» создан и пополняется режимно-справочный банк данных (РСБД) «МРЛ-Штормооповещения». Информационную базу для РСБД «МРЛ-Штормооповещения» образуют данные сети МРЛ в коде RADOB, включающие результаты наблюдений за состоянием облачности, количеством и типом выпадающих осадков, а также классом опасных явлений в радиусе 200 км. Наряду с ежегодным пополнением РСБД, в ФГБУ «ГГО» производится автоматизированная подготовка режимно-справочных материалов для последующего предоставления в Единый государственный фонд данных (ЕГФД) ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД». Кроме того, ведется работа по сопоставлению информации, полученной с помощью МРЛ, с данными наземной наблюдательной сети (ННС). Такое сопоставление позволяет судить о достоверности получаемой информации и, как следствие, о работоспособности локаторов. Таким образом, качественная и своевременно полученная архивная информация в коде RADOB является необходимым условием подготовки удостоверения годности на МРЛ.

В 2012 году Федеральной службой России по интеллектуальной собственности в адрес правообладателя РСБД «МРЛ-Штормооповещения» - ФГБУ «ГГО» выдано свидетельство о государственной регистрации базы данных и программных средств контроля целостности архива. Данное свидетельство удостоверяет исключительное право ФГБУ «ГГО» на владение всеми материалами РСБД, накопленными за период с 1986 года по настоящее время, а также подтверждает эффективность работы алгоритмов, заложенных в программном обеспечении контроля качества, как отдельных телеграмм, так и архива в целом.

В 2013 году режимно-справочный Банк данных ежеквартально пополнялся радиометеорологической информацией следующих МРЛ и АМРК:

- Анапа, Волгоград, Минеральные Воды, Краснодар, Ростов (Северо-Кавказское УГМС);
- Сыктывкар (Северное УГМС);
- Нижний Новгород (Верхне-Волжское УГМС);
- Самара, Ульяновск (Приволжское УГМС);
- Чита (Забайкальское УГМС);
- Новосибирск, Кемерово (Западно-Сибирское УГМС);

- Абакан (Средне-Сибирское УГМС);
- Екатеринбург (Уральское УГМС).

Как и прежде, телеграммы, не прошедшие синтаксический (семантический) контроль программными средствами ФГБУ «ГГО» и не подлежащие смысловому редактированию, были объединены в «файлы ошибок» и разосланы электронной почтой по адресу создания в марте 2014 г. для повторной верификации.

На протяжении нескольких лет радиолокационные данные не поступают из Москвы, Смоленска, Твери, Калуги, Валдая (Центральное УГМС). Претензии в адрес АМПК Сочи (Северо-Кавказское УГМС) ввиду неудовлетворительного состояния предоставляемого архива, к сожалению, не утратили актуальность. Просим методистов Северо-Кавказского УГМС разобраться в сложившейся ситуации и в дальнейшем взять на себя ответственность за качество представляемой РМИ.

Небезосновательно приходится сожалеть о том, что вывод из оперативных наблюдений и демонтаж МРЛ-2 и МРЛ-5 влечет за собой прекращение использования кода RADOB в практике штормового оповещения (в программном обеспечении ДМРЛ-С кодирование радиолокационной информации в RADOB никак не предусмотрено). Это обстоятельство, во-первых, затрудняет интеграцию неавтоматизированных МРЛ в единое радиолокационное поле РФ, во-вторых, препятствует международному обмену радиолокационной метеорологической информацией между национальными гидрометеорологическими службами, нарушая единую стратегию развития гидрометеорологической деятельности государств-участников СНГ, принятую Советом глав правительств 30 мая 2012 года.

В исторически преемственном плане с постепенным упразднением RADOB'a иссякнет информационное наполнение банка данных сети «МРЛ-Штормоповещения», формируемого с середины 70-х годов прошлого столетия, а также ЕГФД о состоянии окружающей среды Росгидромета, основу которого составляют, в том числе, метеорологические радиолокационные наблюдения. Между тем, коллегия Росгидромета признает, что одной из основных функций гидрометеорологической службы является «непрерывное накопление информации о состоянии окружающей среды». Таким образом непонятно, как в ближайшее время будет организован процесс сбора режимных данных радиолокационной сети и пополнения ЕГФД Росгидромета.



## **7. Методическое сопровождение ДМРЛ-С, введенных в эксплуатацию в 2011 – 2013 году**

### *7.1 Оценка качества работы ДМРЛ-С, введенных в опытную эксплуатацию*

С научно-методической точки зрения при построении сети на этапе опытной эксплуатации ДМРЛ-С необходимо обеспечить контроль качества получаемой радиолокационной информации, определяемого, в том числе, корректностью используемых алгоритмов. Текущий раздел посвящен одной из таких проблем, а именно исследованию качества заложенных в алгоритмы ВО критериев распознавания опасных явлений погоды (ОЯП), связанных с кучево-дождевой облачностью (Cb) на примере ДМРЛ-С Архангельск, Валдай, Казань.

В п. 5.2 были коротко охарактеризованы критерии распознавания ОЯП, связанных с кучево-дождевой облачностью, и применяемые в алгоритмах ВО РМИ некогерентных МРЛ-5. При введении в опытную эксплуатацию новых типов ДМРЛ-С ПО ВОИ по-прежнему ориентировано на методику, разработанную для некогерентных и неполяриметрических локаторов типа МРЛ-5. Методический подход к оценке качества радиолокационных наблюдений ДМРЛ-С также не претерпел значительных изменений. По-прежнему:

- качество радиолокационной информации ДМРЛ-С характеризуют две статистические величины – оправдываемость ( $P_{оя}$ ) и вероятность ложной идентификации ( $F_{оя}$ );
- в качестве достоверного источника информации об ОЯП выбрана ННС Росгидромета, в обязанности которой входит формирование сообщений о наблюдаемых явлениях погоды в установленные моменты времени (восемь раз в сутки), оперативное оповещение об ОЯП (штормовые телеграммы), а также составление режимных данных о зафиксированных явлениях погоды по окончании календарного месяца.

Единый методический подход к оценке качества наблюдений, проводимых с использованием автоматизированных МРЛ-5 и ДМРЛ-С, реализован в программе для ЭВМ «Статистика», разработанной в ОРМИ ФГБУ «ГГО» (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2014612041 от 17.02.2014 г.). Внешний вид рабочих окон программы «Статистика» изображен на рисунках 3-4.

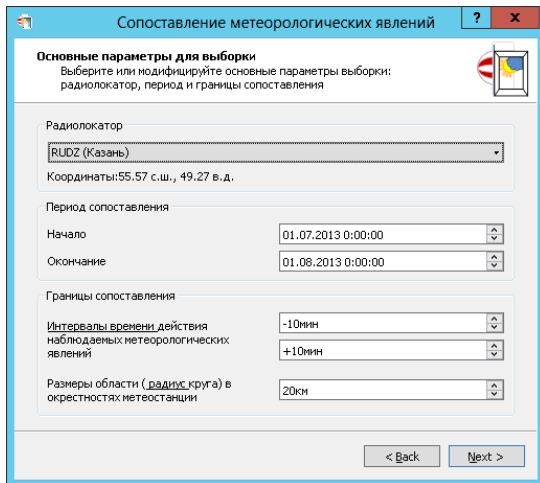


Рисунок 3. Внешний вид рабочего окна СПО «Статистика» на этапе задания основных параметров сопоставления

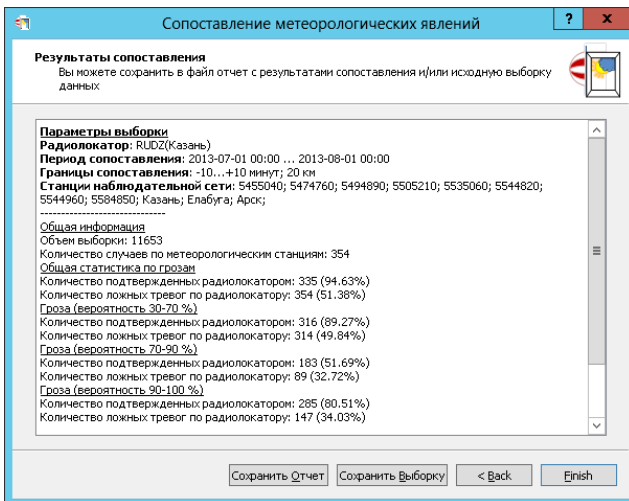


Рисунок 4. Внешний вид рабочего окна СПО «Статистика» на этапе отображения результатов сопоставления

Пространственно-временной интервал сопоставления для гроз был выбран с учетом рекомендаций, изложенных в предыдущем Методическом письме (пространственный радиус (R) обнаружения гроз для станций ННС принимался равным 20 км, временной интервал обнаружения ( $\Delta T$ ) – «-10» минут от времени начала обзора ДМРЛ-С и «+10» минут ко времени конца обзора). Необходимо заметить, что программа «Статистика» позволяет по усмотрению пользователя варьировать границы сопоставления R и  $\Delta T$  в зависимости от задачи сопоставления.

С помощью разработанной программы было проведено сопоставление и рассчитаны значения  $P_{Oя}$  и  $F_{Oя}$  грозовых  $S_b$  ( $P_{Гроз}$  и  $F_{Гроз}$ ) за грозовой период 2013 года для ДМРЛ-С Валдай, Архангельск и Казань, введенных в эксплуатацию в первую очередь программы модернизации. Интерес, в частности, представляет сравнительный анализ качества распознавания грозовых  $S_b$  радиолокаторами, установленными в различных климатических регионах. Фактически, представленные ниже результаты отражают то, насколько качественно работают реализованные в программных средствах ДМРЛ-С алгоритмы вторичной обработки радиолокационных данных и настроены пороговые значения критериев, разделяющих ливневые и грозовые  $S_b$ .

### **Результаты сопоставления**

Сопоставление радиолокационной информации проводилось по данным наблюдений на ГМС, расположенных в радиусе 200 км относительно каждого радиолокатора. В таблице 6 представлены полученные результаты по  $P_{Гроз}$ , в таблице 7 – результаты по  $F_{Гроз}$ , соответственно. Исследования проведены отдельно для каждого месяца, а также в целом для всего периода сопоставления. Границы сопоставления выбирались равными  $\pm 10$  минут относительно времени окончания обзора, а величина R выбиралась равной 20 и 10 км при расчете  $P_{Гроз}$  и  $F_{Гроз}$ , соответственно, для того, чтобы, в первом случае, по возможности устранить погрешности пространственной локализации ячеек на радиолокационной карте, а во втором снизить влияние на результаты контроля случаев, когда наблюдателем не фиксировались относительно далеко расположенные грозы.

Таблица 6

**Результаты оценки процента оправдываемости и число подтвержденных радиолокатором случаев (в скобках) обнаружения грозовых облаков по каждой позиции ДМРЛ-С**

<i>Позиция ДМРЛ</i>	<i>Май 2013г.</i>	<i>Июнь 2013г.</i>	<i>Июль 2013г.</i>	<i>Август 2013г.</i>	<i>Май- Август 2013г.</i>
«Архангельск»	–	62,7 (195)	60,0 (151)	–	–
«Валдай»	78.5 (601)	73,9 (909)	73.4 (614)	53.2 (284)	70.6 (2576)
«Казань»	100 (20)	84,0 (198)	94,6 (335)	80,0 (88)	89,2 (641)

Таблица 7

**Результаты оценки процента ложной идентификации гроз и число неподтвержденных станциями ННС случаев гроз (в скобках) по каждой позиции ДМРЛ-С**

<i>Позиция ДМРЛ-С</i>	<i>Май 2013г.</i>	<i>Июнь 2013г.</i>	<i>Июль 2013г.</i>	<i>Август 2013г.</i>	<i>Май- Август 2013г.</i>
«Архангельск»	–	23,4 (30)	18,1 (15)	–	–
	–	13,5 (5)	13,0 (3)	–	–
	–	6,3 (4)	6,3 (3)	–	–
«Валдай»	16,9 (63)	22,9 (139)	41,3 (207)	45,3 (92)	28,4 (512)
	9,8 (13)	22,9 (14)	29,6 (37)	34,1 (15)	21,9 (80)
	4,8 (17)	10,9 (45)	13,0 (35)	8,4 (7)	9,1 (107)
«Казань»	78,6 (11)	43,7 (55)	33,2 (107)	44,7 (34)	38,5 (207)
	66,7 (2)	29,8 (14)	18,2 (18)	32,1 (9)	24,3 (43)
	68,3 (28)	23,8 (40)	21,7 (45)	37,9 (25)	28,6 (138)

Примечания:

- Прочерки в ячейках таблиц означают отсутствие данных.
- В каждой ячейке (сверху вниз) таблицы 7 перечислены значения, соответствующие принятым вероятностным градациям радиолокационного распознавания гроз 30-70%, 70-90% и 90-100%.

На основании представленных в таблицах 6 и 7 результатов можно сделать вывод о том, что как сами радиолокационные критерии распознавания грозовых облаков, так и их пороговые значения, заложенные в программу вторичной обработки радиолокационных данных, дают результаты, в целом согласующиеся с данными ГМС, и таким образом, являются достаточно адекватными. Однако считать полученные результаты удовлетворительными для целей штормового оповещения нельзя. По всей видимости, на этапе опытной эксплуатации разработчиками ПО были использованы общие критерии, т.к. результаты сопоставления демонстрируют зависимость  $R_{ГРОЗ}$  и  $F_{ГРОЗ}$ , от климатического региона – чем южнее расположен ДМРЛ-С, тем выше уровень оправдываемости и выше процент ложной идентификации гроз. Это в очередной раз подтверждает необходимость адаптации критериев распознавания для каждого климатического региона.

Также следует отметить, что для ДМРЛ на позиции «Казань» процент ложной идентификации грозовых облаков значительно превышает допустимые соответствующей вероятностной градацией пределы. Вместе с тем фактом, что процент оправдываемости гроз на этой позиции более высок при той же структуре применяемых для распознавания радиолокационных критериев, что и на других позициях ДМРЛ, наиболее вероятным объяснением полученных результатов являются заниженные пороговые значения критериев распознавания. Здесь стоит повторить неоднократно сформулированное специалистами ГГО требование проведения оценки качества работы МРЛ не только по величине оправдываемости, которая может быть высокой вследствие заниженных критериев распознавания или неправильно откалиброванном оборудовании и ПО радиолокатора, но также по уровню (проценту) ложной идентификации ОЯП.

Таким образом, на данный момент основную научную ценность представляют не сами результаты сопоставления, а разработанная методика. Информация ДМРЛ-С требует постоянной критической оценки, которую, в том числе, следует проводить специалистам УГМС.

## *7.2 Выбор метеорологической информации, используемой для сопоставления*

Результат, полученный в предыдущем разделе, основан на сопоставлении радиолокационной и режимной метеорологической информации об ОЯП. В качестве режимной метеорологической информации используются данные в формате исходных файлов, предназначенных для ввода в систему «ПЕРСОНА-МИС» и последующей передачи в Госфонд (ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД») [10].

Преимущество выбора такого типа информации обусловлено, во-первых, дополнительным контролем полноты и качества формируемого архива сотрудниками отдела метеорологии УГМС. Во-вторых, период действия ОЯП в режимных сообщениях указан с точностью до минуты, в отличие от результатов срочных наблюдений ННС. Единственным недостатком используемой режимной информации является неоперативность ее формирования и представления в ОРМИ ГГО: для ее получения из мест постоянного хранения (Госфонда) требуется от 2 до 3 месяцев; при обращении в УГМС – несколько быстрее, однако такой вид сотрудничества в данный момент никак не регламентирован руководящими документами и происходит в инициативном порядке.

Для оперативного сопоставления РМИ с данными ННС традиционно используются срочные и межсрочные сообщения в кодах KN-01, METAR, SPECI и т.д., циркулирующие в сети АСПД Росгидромета. Однако кодирование периода действия явлений ни одним из этих кодов не предусмотрено.

В 2013 году внимание специалистов ГГО было обращено на возможность использования в сопоставлении штормовых сообщений в коде WAREP, содержащих информацию о возникновении, усилении и окончании ОЯП. Разработкой (адаптацией) кода WAREP применительно к ННС занимались сотрудники Отдела методического руководства и экономических исследований (ОМРЭИ) ФГБУ «ГГО» [9]. Совместными усилиями ОРМИ и ОМРЭИ было разработано программное обеспечение, позволяющее осуществлять прием сообщений в коде WAREP, декодировку, занесение в многопользовательскую базу данных, ведение журнала штормовых сообщений и нанесение специальных символов на единую картографическую основу, содержащую разнородную метеорологическую информацию, в том числе и радиолокационную (рис.5):

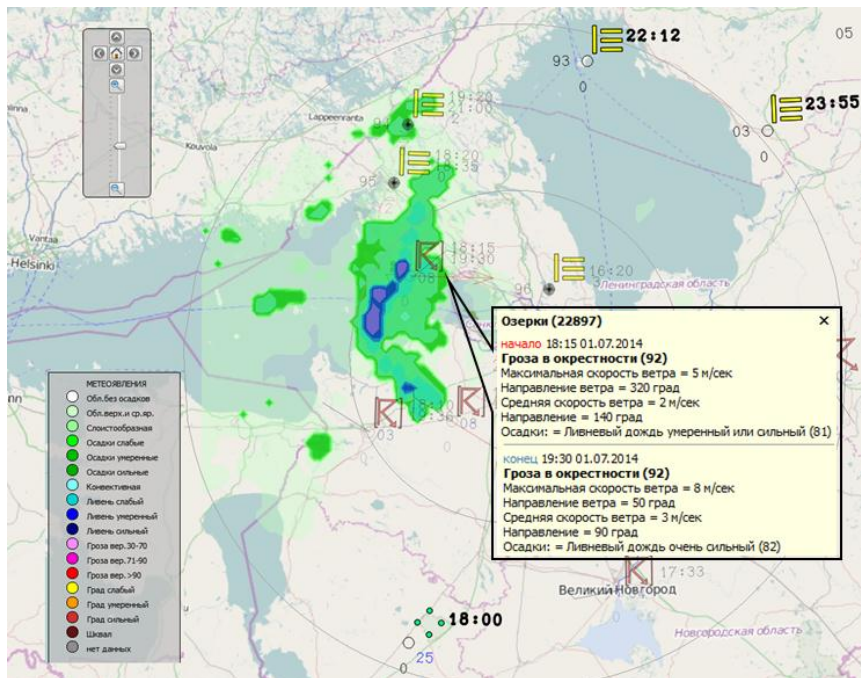


Рисунок 5. Отображение на единой картографической основе РМИ и раскодированных данных WAREP

Кодом WAREP предусмотрено кодирование 48 явлений (в том числе и тех, что представлены в легенде радиолокационных карт метеоявлений). Для большинства явлений существуют аналогичные символы из Наставления гидрометеорологических станций и постов и из кода КН-01. Для некоторых явлений таких символов ранее не существовало, поэтому во время разработки ПО они были созданы нашим коллективом при согласовании с синоптиками Северо-Западного УГМС. Новые символы представлены на рисунке 6.



Рисунок 6. Новые символы ОЯП, используемые для графического представления результата декодирования сообщений WAREP

В наших ближайших планах расширение возможностей программы «Статистика» за счет проведения оперативного сопоставления данных об ОЯП АМРК (ДМРЛ) и ННС Росгидромета на основе штормовых сообщений в коде WAREP.



## 8. Использование информации ДМРЛ-С

### 8.1 Создание единого радиолокационного поля над территорией РФ

Как было сказано во введении, информация одного МРЛ (ДМРЛ) позволяет анализировать ход атмосферных процессов только в мезомасштабе, при этом эффективность проводимых наблюдений может быть значительно снижена за счет ограничения радиолокационных методов зондирования (особенностей рельефа местности, экранирующего влияния осадков и т.д.). Минимизировать недостатки информации одного МРЛ (ДМРЛ) и расширить возможности использования радиолокационной информации в синоптическом масштабе позволяет сеть МРЛ (ДМРЛ), целью создания которой является получение единого радиолокационного метеорологического поля над территорией РФ.

Пример построения единого радиолокационного поля (композиционной карты) над европейской территорией Российской Федерации приведен на рисунке 7. Подобные карты доступны в режиме реального времени на сайте Гидрометцентра России (<http://meteoinfo.ru/radanim>).

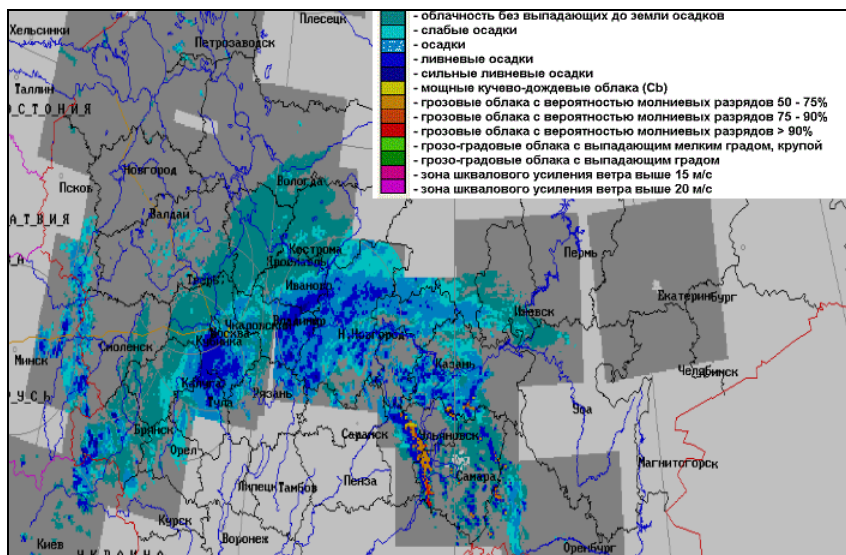


Рисунок 7. Отображение текущих данных о наблюдаемых явлениях погоды над территорией ЕТР по данным радарных наблюдений

## 8.2 Использование данных о радиальной доплеровской скорости в синоптической практике Росгидромета

В первом квартале 2014 года на сети штормового оповещения эксплуатировалось 19 доплеровских радиолокаторов, а это значит, что потребителям информации этих ДМРЛ-С доступен расширенный (по сравнению с перечисленным в [6]) перечень карт – доплеровских характеристик гидрометеоров, представленных в радиусе 120 км от места установки ДМРЛ-С.

В данном разделе будет идти речь об интерпретации карт доплеровской радиальной скорости как вспомогательном элементе ситуационного синоптического анализа метеообстановки.

Каждые 10 минут в режиме реального времени синоптику доступна информация о распределении скоростей воздушного потока в облачных слоях тропосферы. Благодаря этому, можно не только наблюдать изменение скорости и направления потока в 1000-метровых слоях тропосферы, но и идентифицировать такие синоптические ситуации, как:

- барические ложбины;
- фронтальные разделы;
- зоны дивергенции и конвергенции;
- центральные области и периферии циклонических образований;

сопровожаемые осадками, взвешенными частицами воды, льда, пыли. Быстрый темп обновления информации ДМРЛ-С позволяет проследить динамику процесса изменения скорости и направления воздушного потока, не привязываясь к данным аэрологического зондирования атмосферы.

Радиальную составляющую скорости гидрометеоров ДМРЛ-С измеряет вдоль линии (луча), проведенной в направлении от радиолокатора к метеоцели, с дискретом представления 250 метров.

В ПО ВОИ «ГИМЕТ-2010», прошедшим государственные испытания, радиальная скорость совокупности гидрометеоров считается **положительной**, если проекция скорости рассеивающих целей на луч направлена к локатору. Если проекция скорости рассеивающих целей на луч направлена от локатора, то радиальная скорость совокупности гидрометеоров считается **отрицательной**. Скорость движения метеоцелей, направление которой перпендикулярно радиолокационному лучу, не может быть оценена радиолокатором, т.к. проекция скорости воздушного потока на направление визирования в этом случае равна нулю.

Результаты измерений радиальной компоненты скорости в направлении на радиолокатор (отображаются в красных (теплых) тонах) и от радиолокатора (отображаются в синих (холодных) тонах). Белая полоса, разделяющая эти цвета, означает, что в этих местах проекция радиальной скорости движения гидрометеоров на направление визирования равна

нулю, т.е. в этих местах скорость гидрометеоров не может быть оценена ДМРЛ-С.

Внешний вид карты распределения радиальных составляющих скоростей гидрометеоров в ПО ВОИ «ГИМЕТ-2010» представлен на рисунке 8:

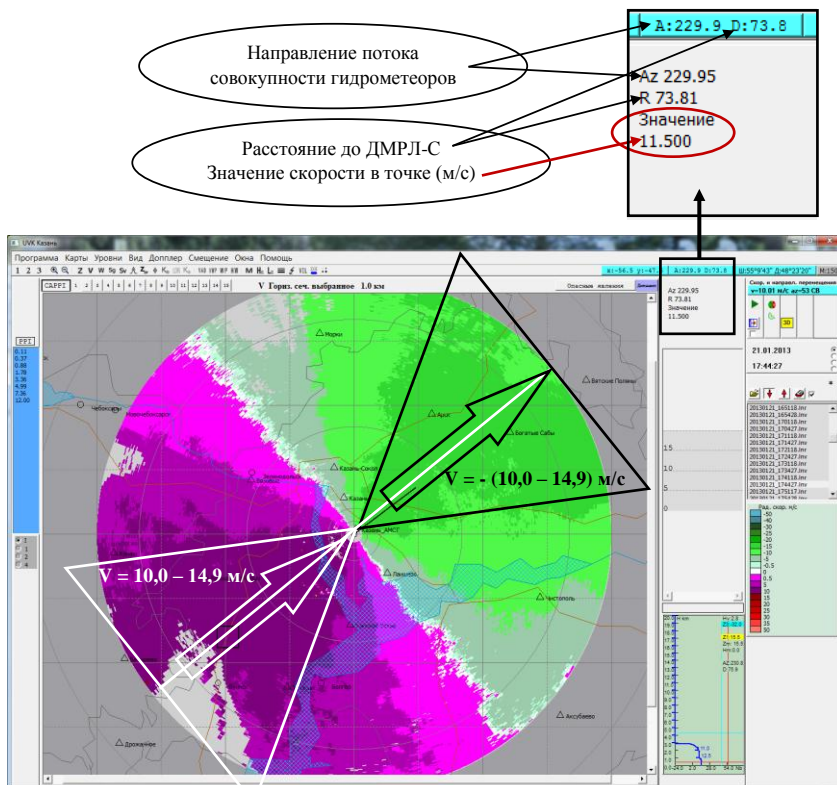


Рисунок 8. Пример карты распределения радиальных составляющих скоростей гидрометеоров в слое 0 – 1,0 км

Данные о локализации объекта на карте (Az - азимут и R - расстояние до ДМРЛ-С), а также среднее значение скорости совокупности гидрометеоров в месте установки курсора (черный квадрат в поле карты) отображены в правом углу экрана на сером фоне (рис. 8).

## **Определение скорости и направления воздушного потока в слое по данным о радиальной компоненте доплеровской скорости**

Пожалуй, одним из самых значимых преимуществ доплеровских измерений является возможность определения скорости и направления перемещения облачных образований, т.е. оценки среднего вектора скорости ветра  $U$  в зоне ответственности радиолокатора. Известно, что в системах некогерентных МРЛ в основу метода оценки  $U$  заложено сопоставление карт отражаемостей двух последовательно выполненных обзоров. Погрешность метода зависит от тенденции и скорости развития облаков; метод чаще всего не применяется, если временной интервал между обзорами превышает 10 минут. Как следствие, при переходе в штормовой режим работы (учащенного проведения обзоров) получить информацию об  $U$  можно только по окончании второго обзора, при этом теряется оперативность построения штормового прогноза, для которого в первую очередь необходима информация о перемещении облачных образований.

ДМРЛ-С лишен этого недостатка, т.к. скорость и направление перемещения на основании доплеровской информации могут быть в большинстве случаев вычислены сразу же по окончании обзора, проведенного в режиме «Скорость». Однако метод, основанный на доплеровской информации, нельзя назвать универсальным, дающим правильные результаты оценки  $U$  в любой синоптической ситуации.

При наличии устойчивого потока, основным признаком которого служит ориентация линии нулевых скоростей (ярко выражена, близка к прямой и проходит через точку расположения ДМРЛ-С), результаты определения скорости и направления перемещения облачных образований хорошо согласуются с данными аэрологического (КН-04) и самолетного зондирования (AMDAR) атмосферы.

На рисунке 8 в районе ДМРЛ-С наблюдается устойчивый поток юго-западного направления со скоростью перемещения в диапазоне 10,0 – 14,9 м/с. Каждый цветной элемент карты распределения радиальной компоненты скоростей гидрометеоров означает наличие в данной точке пространства отражающих частиц, движущихся относительно ДМРЛ-С. Каждому цвету, согласно цветовой легенде, расположенной в правом нижнем углу экрана, соответствует свой диапазон скоростей, а цифрой справа указано минимальное значение скорости, соответствующей данному цветовому диапазону:

- «0» – от (-0,4) до +0,4 м/с;
- «0,5» – от 0,5 до 4,9 м/с;
- «5» – от 5,0 до 9,9 м/с и т.д.

Аналогичным образом соответствующие цвета привязаны к отрицательным скоростям (гидрометеоры удаляются от ДМРЛ-С):

- «-0,5» – от (-0,5) до (-4,9) м/с;
- «-5» – от (-5,0) до (-9,9) м/с;
- «-10» – от (-10,0) до (-14,9) м/с и т.д.

Направление движения совокупности гидрометеоров определяется по ориентации области максимальных скоростей в зоне обзора ДМРЛ-С. При этом в условиях устойчивого потока линия, проведенная сквозь зону максимальных скоростей гидрометеоров, перпендикулярна линии нулевых скоростей (обозначенных белым цветом на цветовой шкале), а рассчитываемые значения радиальной доплеровской скорости приближения и удаления гидрометеоров совпадают по модулю.

Аналогично определяется скорость и направление потока совокупности гидрометеоров по слоям толщиной 1000 метров во всей толще облачного слоя.

### **Определение зон дивергенции и конвергенции воздушного потока на основании оперативного анализа карт радиальной составляющей доплеровской скорости**

По распределению радиальных доплеровских скоростей можно узнать о дивергенции и конвергенции линий ведущего потока. На рисунке 9 видно, что гидрометеоры в слое 0 – 1,0 км приближаются к ДМРЛ-С с трех направлений ( $\approx 120^\circ$ ,  $\approx 190^\circ$  и  $\approx 270^\circ$ ), а удаляются только в одном направлении – на северо-запад ( $\approx 325^\circ$ ). При этом максимальная радиальная составляющая скорости гидрометеоров, приближающихся к ДМРЛ-С с юго-востока ( $120^\circ$ ), находится в диапазоне 15,0 -19,9 м/с, с других направлений гидрометеоры приближаются со скоростями, находящимися в диапазоне 10,0 – 14,9 м/с. Удаляются же гидрометеоры от ДМРЛ-С с максимальной скоростью, соответствующей диапазону 15,0 – 19,9 м/с. Такая картина распределения радиальных скоростей гидрометеоров свидетельствует о наличии **конвергенции** (сходимости воздушных потоков) в рассматриваемом воздушном слое, что и подтверждает рисунок 10.

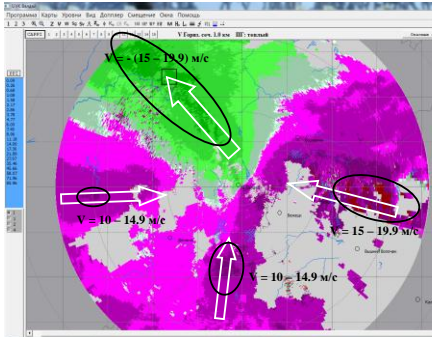


Рисунок 9. Карта радиальных составляющих скоростей гидрометеоров в слое 0 - 1,0 км за 12:07 UTC 22.05.2013

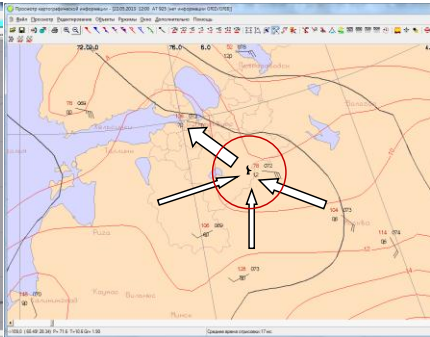


Рисунок 10. Карта абс. топографии изобарической поверхности 925 мб за 12:00 UTC 22.05.2013 в районе Валдая

На рисунке 11 в слое 5,0 – 6,0 км четко просматривается генеральное направление потока совокупности гидрометеоров ( $\approx 240 - 245^\circ$ ), выделенное черным овалом, но скорость, с которой гидрометеоры приближаются к ДМРЛ-С, находится в диапазоне 15 – 19,9 м/с и отличается от скорости удаления гидрометеоров от ДМРЛ-С на одну цветовую градацию.

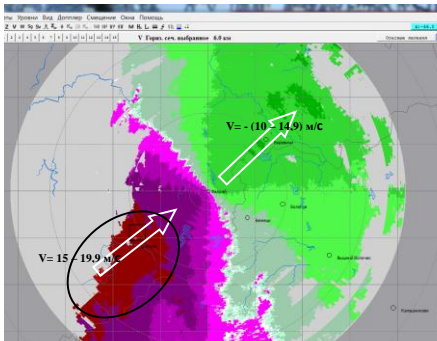


Рисунок 11. Карта радиальных составляющих скоростей гидрометеоров в слое 5,0 - 6,0 км за 00:07 UTC 10.06.2013

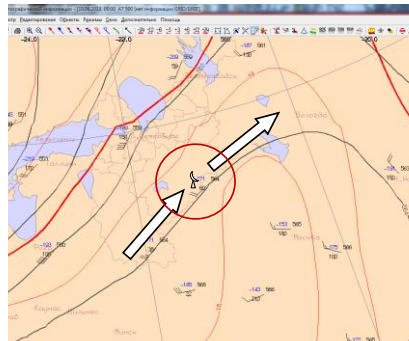


Рисунок 12. Карта абс. топографии изобарической поверхности 500 мб за 00:00 UTC 10.06.2013 в районе Валдая

Согласно данным аэрологического зондирования (рис. 12) на карте AT 500 мб зона обзора ДМРЛ-С находится в западной части высотного гребня, и скорость потока, приближаясь к оси гребня, действительно ослабевает, т.е. наблюдается **дивергенция** потока.

Поэтому ДМРЛ-С и определяет радиальную составляющую скорости удаления гидрометеоров на градицию меньше, чем скорости приближения. Направление потока ( $\approx 240 - 245^\circ$ ) при этом сохраняется.

### Распределение радиальной составляющей скорости потока гидрометеоров в центральных частях малоактивных циклонов

Для центральных частей малоактивных циклонов характерно квазихаотичное распределение радиальных составляющих скоростей гидрометеоров, в случаях, когда поток направлен к центру циклона с нескольких направлений одновременно.

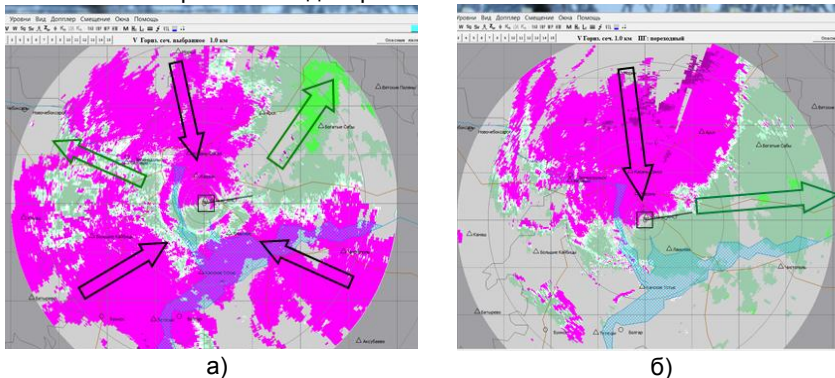


Рисунок 13. Карты радиальных составляющих скоростей гидрометеоров в районе ДМРЛ-С Казань в атмосферном слое 0 - 1,0 км за срок а) 21:13 UTC 07.04.2013 б) 00:04 UTC 08.04.2013

На рисунке 13а представлено распределение радиальной составляющей скорости гидрометеоров, наблюдавшееся в центральной части неглубокого циклона в 21:00 UTC 07.04.2013 в районе ДМРЛ-С Казань, образовавшегося на волне холодного фронта.

Через 2 часа, в 00:00 UTC 08.04.2013, движения гидрометеоров в облаке стали более упорядоченными (рис.13б). В пограничном слое атмосферы (от уровня Земли до 1,0 км) появилась возможность определить направления движения гидрометеоров к ДМРЛ-С и от него (карта радиальных скоростей в верхней левой части экрана). Воздушный поток стал приближаться к ДМРЛ-С с севера, северо-запада. Это является

надежным признаком того, что центральная часть циклона удалилась от пункта наблюдения, и погода стала определяться тыловой частью циклона.

### Распределение радиальной составляющей скорости потока гидрометеоров в тыловых частях циклонов

Для тыловых частей циклонов и вторичных холодных фронтов характерна разрозненная кучевая облачность. На рисунке 14а представлена карта распределения радиальной составляющей скорости гидрометеоров в районе ДМРЛ-С Казань в 00:00 UTC 06.06.2013.

По распределению цветовой гаммы скоростей, с которыми гидрометеоры движутся в направлении к ДМРЛ-С и от него, даже в разрозненных кучевых облаках, легко определить устойчивый поток северного, северо-западного направления с максимальной скоростью 20,0 м/с (зона максимальных скоростей расположена в черном квадрате под белой стрелочкой). В 10:00 UTC 06.06.2013 направление потока изменилось на северное, северо-восточное (рис.14б) с максимальными скоростями диапазона 20,0 – 24,9 м/с (зона максимальных скоростей ограничена черным контуром треугольника). Подобный поворот ветра (с северо-западного на северо-восточный) с усилением скорости позволяет предположить, что за это время вторичный холодный фронт сместился южнее ДМРЛ-С Казань.

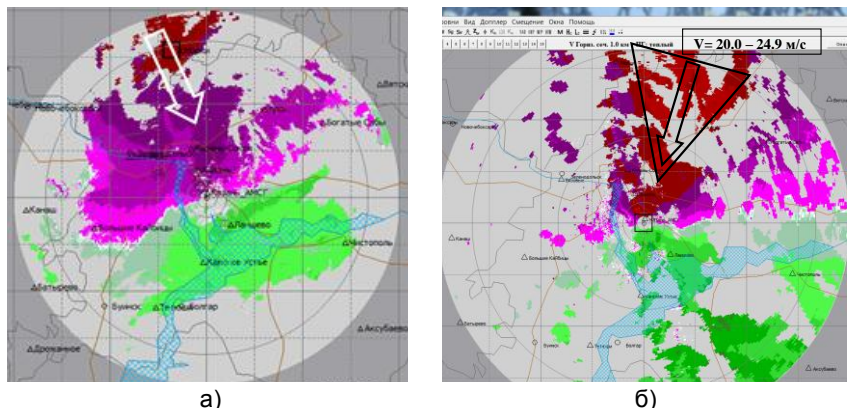


Рисунок 14. Карта радиальных составляющих скоростей гидрометеоров в районе ДМРЛ-С Казань в атмосферном слое 0 - 1,0 км за срок  
а) 00:03 UTC 06.06.2013      б) 10:03 UTC 06.06.2013

На рисунке 15 представлена карта распределения радиальной



составляющей скорости гидрометеоров в атмосферном слое 6,0 – 7,0 км. На цветовой палитре в зоне максимальных скоростей гидрометеоров, приближающихся к ДМРЛ-С, соответствующей диапазону 15 -19,9 м/с на расстоянии  $\approx$  50 км от локатора четко видны цветовые вкрапления скорости соседнего диапазона (20 – 24,5 м/с). Если данные аэрологического зондирования не подтверждают таких больших значений скоростей в этом слое атмосферы, то это означает, что в соседнем, как правило более высоком слое, скорость потока резко возрастает. Вероятно, это связано с размерами единичного импульсного объема, превышающего 1 км, и погрешностями определения высоты гидрометеоров на расстоянии 50 -60 км и более.

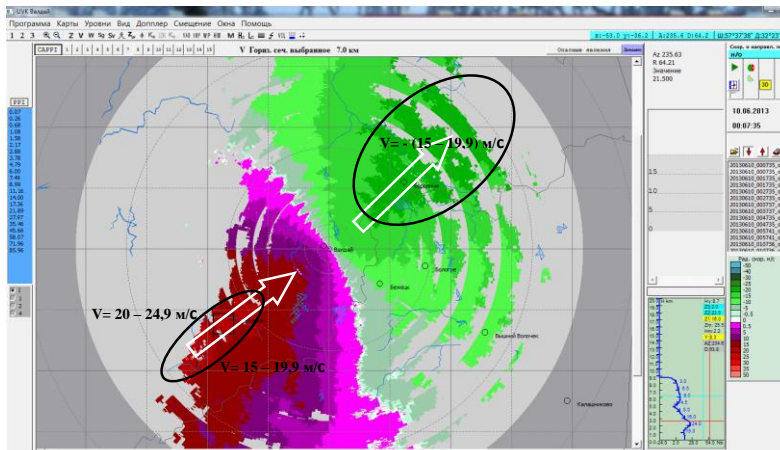


Рисунок 15. Карта радиальных составляющих скоростей гидрометеоров в атмосферном слое 6,0 - 7,0 км за 00:07 UTC 10.06.2013 (ДМРЛ-С Валдай)

В данном разделе рассмотрена принципиальная возможность использования информации о доплеровской радиальной скорости, полученной с помощью ДМРЛ-С, применительно к оперативной практике синоптика. Более подробную информацию можно получить на сайте ГГО <http://voeikovmgo.ru/ru/devatelnost/publikacii> в работе «Методические указания по производству метеорологических радиолокационных наблюдений на ДМРЛ-С на сети Росгидромета».

## Выводы

1. Основными трудностями технической эксплуатации МРЛ по-прежнему остаются:
  - плохая укомплектованность МРЛ-5 ЗИПами и отсутствие в большинстве УГМС, ЦГМС средств на их приобретение;
  - отсутствие централизованного сервисного обслуживания аппаратуры МРЛ;
  - неуккомплектованность штатов, текучесть кадров, особенно инженеров по радиолокации, работа в качестве инженеров по радиолокации совместителей;
  - недостаточный уровень знаний у персонала АМРК компьютерной техники и отсутствие в штате, на подавляющем большинстве АМРК, системных администраторов;
  - отсутствие централизованного обучения специалистов сети МРЛ;
  - отсутствие единых требований к документации, регламентирующей работу различных систем автоматизации наблюдений на МРЛ.
2. Ежегодно на ряде МРЛ ухудшаются условия радиолокационного обзора, в основном, из-за роста деревьев и высотной застройки.
3. Происходит разрушение лакокрасочного покрытия ветрозащитных колпаков, что приводит к ослаблению радиоволн в колпаке и снижению достоверности получаемой метеорологической информации на 10-12%.
4. В связи с отсутствием ЗИПов и средств на их приобретение остановлена работа на МРЛ-5 Барнаул, Благовещенск, Колпашево, Томск, Уфа; на грани остановки МРЛ-5 Чита.
5. Необходим срочный капитальный ремонт зданий МРЛ-5 Барнаул, Кемерово, Томск, Волгоград, Краснодар, Колпашево, Благовещенск. Большинству зданий, где расположены МРЛ, требуется косметический ремонт.
6. В 2013 г. средняя по сети эксплуатационная надежность составила: для неавтоматизированных МРЛ-5 – 596 час/отказ, для автоматизированных МРЛ-5 – 939 час/отказ.
7. Оценить качество работы МРЛ (ДМРЛ-С) и алгоритмов вторичной обработки можно только по совокупности двух статистических величин – оправдываемости ( $P_{оя}$ ) и вероятности ложной идентификации ОЯП ( $F_{оя}$ ). В

качестве достоверного источника информации об ОЯП выбраны режимные данные ННС Росгидромета.

8. При сопоставлении РМИ с данными ННС должен быть использован единый методический подход:

- временной интервал обнаружения ( $\Delta T$ ) – «-10» минут от времени начала обзора и «+10» минут ко времени конца обзора МРЛ (ДМРЛ);
- пространственный радиус (R) обнаружения гроз для станций ННС выбирается равным 20 и 10 км при расчете  $R_{ГРОЗ}$  и  $F_{ГРОЗ}$ , соответственно.

9. Краткий предварительный отчет в форме таблицы должен быть выслан почтой на адрес ФГБУ «ГГО» не позднее 25 декабря текущего года, а полный годовой отчет – не позднее 31 января следующего года. Для своевременного получения отчетов их можно присылать на электронный адрес ОРМИ ФГБУ «ГГО»: [mri-voeikovo@yandex.ru](mailto:mri-voeikovo@yandex.ru).

10. Сотрудникам АМРК «АКСОПРИ» необходимо рассмотреть вопрос о предоставлении годового отчета по формам, указанным в РД 52.04.320-91 (Таблицы 8.13-8.14-8.15), т.к. по присланным отчетам нельзя провести анализ работы МРЛ.

11. РД [2], устанавливающий порядок наблюдений, обработки, метеорологической интерпретации, передачи и критического контроля данных, получаемых с помощью МРЛ-2 и МРЛ-5, утратил свою актуальность применительно к ДМРЛ-С.

12. В процессе проводимой модернизации сотрудниками ФГБУ «ГГО» разработан новый документ [3], регламентирующий порядок проведения наблюдений на сети ДМРЛ-С и оценки полученных результатов. В 2014 году он будет разослан во все УГМС Росгидромета. Все вопросы относительно изложенного материала, а также предложения и пожелания по улучшению структуры документа можно высылать на адрес ОРМИ ФГБУ «ГГО» [mri-voeikovo@yandex.ru](mailto:mri-voeikovo@yandex.ru).

13. По техническим и методическим вопросам эксплуатации МРЛ, получения Удостоверения годности, плана инспекций, списания радиолокационного оборудования, установки и эксплуатации ДМРЛ-С просьба обращаться к заведующему ОРМИ ФГБУ «ГГО» **Тарабукину Ивану Алексеевичу** по телефонам:

8 813 70 75 153 (раб.) 8 812 297 86 81 (раб.) 8 921 793 99 82 (моб.)

## **Предложения**

*территориальным органам (Департаментам по округам), филиалам ФГУ «Авиаметтелеком», УГМС, ЦГМС, АМЦ, АМСГ относительно дальнейшей эксплуатации МРЛ-5.*

1. Обратить внимание на недопустимость консервации (списания) радиолокационного оборудования действующих МРЛ-5, особенно в период осуществляемой модернизации сети.
2. Рассмотреть вопрос об оказании финансовой поддержки тем МРЛ-5, техническое состояние которых находится в неудовлетворительном состоянии и требует капитального (средне-восстановительного) ремонта.
3. Восстановить централизованное снабжение ЗИПами за счет средств подразделений Росгидромета и ФГУ «Авиаметтелеком».
4. По достижении общей наработки 45000, 90000, 135000 часов в обязательном порядке проводить капитальный ремонт МРЛ-5. Средне-восстановительный ремонт осуществлять каждые 10000 часов или по мере необходимости.
5. Ремонт МРЛ-5 проводить силами фирм, имеющих лицензию. Составление дефектных ведомостей и приемку обязательно проводить совместно со специалистами ФГБУ «ГГО», предусмотрев в смете расходы на эти цели.
6. Совместно с местными органами власти и лесного хозяйства, решить вопросы, связанные с неудовлетворительным состоянием зоны обзора МРЛ-5. Активизировать работу по восстановлению лакокрасочного покрытия ветрозащитных колпаков.
7. Обеспечить своевременное предоставление ежегодных отчетов о работе МРЛ и АМПК в адрес ФГБУ «ГГО»:

**194021, Санкт-Петербург, ул. Карбышева, д. 7,**

на имя директора ФГБУ «ГГО»

**Катцова Владимира Михайловича.**

В первую очередь это адресовано АМПК Валдай, Смоленск, Южно-Сахалинск.

## Предложения

*относительно дальнейшего методического сопровождения сети ДМРЛ-С.*

На все тематические совещания Росгидромета, посвященные проблеме создания, функционирования и методического сопровождения сети ДМРЛ-С, ГГО выносит следующие основные вопросы:

1. Во время опытной эксплуатации ДМРЛ-С необходимо проведение комплекса работ по калибровке ДМРЛ-С, сопоставлению результатов радиолокационных метеорологических наблюдений с данными наземной наблюдательной сети, корректировке по результатам сопоставления критериев обнаружения и распознавания ОЯП.
2. Алгоритмы вторичной обработки СПО ДМРЛ-С, критерии распознавания ОЯП должны быть открытыми, обоснованными, вынесенными на общее обсуждение.
3. При введении ДМРЛ-С в оперативную работу (по окончании опытной эксплуатации) необходимо включать ДМРЛ-С в состав сети "МРЛ-Штормоповещения".
4. На уровне УГМС должны быть созданы методические группы, в круг полномочий которых будут входить:
  - регулярный критический контроль данных ДМРЛ-С в сравнении с данными соседних ДМРЛ-С или МРЛ-5, а также ННС и грозопеленгаторами, установленными в зоне ответственности ДМРЛ-С;
  - сопоставление радиолокационной метеорологической информации ДМРЛ-С об ОЯП с данными ННС, обобщение итогов сопоставления за период;
  - анализ неоправдавшихся ОЯП;
  - сопоставление накопленных сумм осадков по данным ДМРЛ-С и ННС;
  - расчет региональных радиолокационных характеристик гроз, проверка надежности алгоритмов принятия решений об ОЯП;
  - ведение сопроводительной документации ДМРЛ-С.

## Библиография

1. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2013 год. Росгидромет. – Москва, 2014. – 109 стр.
2. Руководство по производству наблюдений и применению информации с неавтоматизированных радиолокаторов МРЛ-1, МРЛ-2, МРЛ-5. РД 52.04.320-91. Ленинград, Гидрометеоиздат, 1974, 344 стр.
3. Методические указания по производству метеорологических радиолокационных наблюдений на ДМРЛ-С на сети Росгидромета. ФГБУ «ГГО», 2013, 178 стр.
4. Правила эксплуатации метеорологического оборудования аэродромов гражданской авиации (ПЭМОА-2009). РД 52.04.716-2009. Санкт-Петербург, Гидрометеоиздат 2002, 216 стр.
5. Положение о государственной наблюдательной сети. РД 52.04.567-2003. Санкт-Петербург, Гидрометеоиздат, 2003, 20 стр.
6. Приказ №95 о внедрении на радиолокационной сети Росгидромета «Основных технических требований к системе обнаружения опасных атмосферных явлений и штормового оповещения на базе метеорологических радиолокаторов». Москва. 21.06.2004 г.
7. Методические указания по определению шквалов с использованием данных МРЛ. Ленинград, 1988, 18 стр.
8. Методические рекомендации для подготовки и архивации данных на сети МРЛ в коде RADOB. Санкт-Петербург, 2008, 23 стр.
9. Инструкция по подготовке и передаче штормовых сообщений наблюдательными подразделениями. РД 52.04.563-2013. Санкт-Петербург, 2013, 49 стр.
10. Методические указания по автоматизированной обработке гидрометеорологической информации. Выпуск 3. Обнинск, 2000, 42 стр.