

**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 2015 ГОДУ
СЕТИ «МРЛ-ШТОРМООПОВЕЩЕНИЯ» РОСГИДРОМЕТА**

**Санкт-Петербург
2016**

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 (далее ФГБУ «ГГО»).

Согласно действующим нормативным документам, а также Уставу (утвержденному Руководителем Росгидромета от 04.02.2016 г. № 59) ФГБУ «ГГО» является научно-исследовательским и координационно-методическим центром Росгидромета по руководству радиолокационными метеорологическими наблюдениями.

«Методическое письмо об итогах работы в 2015 году сети «МРЛ-Штормооповещения» Росгидромета» (далее Методическое письмо) является официальным изданием ГГО, ежегодно готовится в рамках выполнения Государственного задания.

Методическое письмо составлено сотрудниками ФГБУ «ГГО» на основании обобщения и анализа представленных отчетов, материалов инспекций за 2015 год и собственных научных исследований.

Документ подготовили:

И.А. Тарабукин	Заведующий ОГМИ ФГБУ «ГГО», к. ф.-м. н.
Е.В. Дорофеев	Заведующий лабораторией РМИ и КАВ, к. ф.-м. н.
М.В. Львова	Заведующая лабораторией НМОРН, с.н.с.
О.А. Дмитриева	Ведущий геофизик
И.Б. Попов	Научный сотрудник
В.Б. Попов	Младший научный сотрудник
И.С. Басов	Младший научный сотрудник

Оглавление

1	Область применения.....	4
2	Научно-методическое руководство сетью «МРЛ-Штормооповещения» ...	4
3	Общие сведения о сети «МРЛ-Штормооповещения».....	6
4	Техническое состояние и функционирование МРЛ в период проводимой модернизации	9
4.1	Эксплуатационная надежность аппаратуры МРЛ.....	13
4.2	Сведения о регулярности работы МРЛ	16
4.3	Плановые и дополнительные работы штата МРЛ	20
4.4	Режимные обобщения	21
4.5	Трудности в работе специалистов сети МРЛ	22
4.5.1	Неукомплектованность штата	22
4.5.2	Отсутствие ЗИПов	23
4.5.3	Сбои в энергоснабжении и связи	23
4.5.4	Недостаток данных аэрологического радиозондирования.....	24
4.5.5	Состояние зданий и помещений МРЛ	24
4.6	Инспекции МРЛ (АМРК) специалистами ФГБУ «ГГО»	25
5	Оценка качества работы МРЛ	26
5.1	Сопоставление информации МРЛ об опасных явлениях погоды с данными гидрометеорологических станций наземной наблюдательной сети (ННС) Росгидромета	26
5.2	Сопоставление данных наблюдений за количеством жидких осадков, полученных по данным метеорологических радиолокаторов, и сети осадкомерных датчиков на примере ДМРЛ-С Воейково	36
	Выводы	42
	Рекомендации	45
	Позиция ГГО	46
	Библиография	47

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»), ответственных за эксплуатацию сетевых МРЛ, АМРК, ДМРЛ, а также ДМРЛ-С, устанавливаемых по плану Росгидромета на территории Российской Федерации (РФ).

2 Научно-методическое руководство сетью «МРЛ-Штормоповещения»

Информируем о том, что 19 февраля 2016 года Отдел радиометеорологических исследований (ОРМИ) ФГБУ «ГГО», осуществляющий научно-методическое руководство сетью «МРЛ-Штормоповещения», реорганизован в Отдел геофизического мониторинга и исследований (ОГМИ) ФГБУ «ГГО».

Согласно уставу в рамках ежегодного календарного плана сотрудниками ОГМИ ФГБУ «ГГО» 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 поступающих данных (оперативных, режимных, расчетных и т.д.);
- контроль информации программными средствами ФГБУ «ГГО». Государственная регистрация интеллектуальной собственности программных средств и методик контроля радиолокационной метеорологической информации;
- подготовка ежегодного отчета о работе сети «МРЛ-Штурмооповещения» в виде Методического письма.

Данная работа проводится с непосредственным участием сотрудников сети «МРЛ-Штурмооповещения», осуществляющих круглосуточные наблюдения на радиолокационных позициях, контроль качества получаемой информации, подготовку режимно-справочных материалов и заключительных информационных отчетов.

ОГМИ ФГБУ «ГГО» выражает благодарность сотрудникам УГМС, ЦГМС, филиалам ФГБУ «Авиаметтелеком Росгидромета» за высокий профессионализм штата, задействованного в производстве радиолокационных метеорологических наблюдений, грамотное оформление и своевременное представление отчетных документов, связанных с эксплуатацией МРЛ.

Напоминаем, что заключительные информационные отчеты, заявки на выдачу (продление) удостоверений годности и прочую корреспонденцию необходимо отправлять по адресу:

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

на имя директора ФГБУ «ГГО»:

Владимира Михайловича Катцова.

На данную информацию (наименование организации, адрес получателя и ФИО директора ФГБУ «ГГО») в очередной раз обращаем внимание корреспондентов:

- Уральского филиала ФГБУ «Авиаметтелеком Росгидромета» (АМРК Екатеринбург, Пермь);
- Дальневосточного филиала ФГБУ «Авиаметтелеком Росгидромета» (АМРК Хабаровск).

3 Общие сведения о сети «МРЛ-Штормооповещения»

В 2015 году контроль за состоянием и работоспособностью действующих локаторов сети, а также установкой и вводом в опытную эксплуатацию новых ДМРЛ-С осуществляли (на местном уровне) 15 территориальных Управлений по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. В соответствии со своими уставами УГМС несли ответственность за организацию работы штата МРЛ (ДМРЛ-С), надежное функционирование радиолокационной аппаратуры, полноту и качество получаемой и передаваемой метеорологической информации.

Сеть «МРЛ-Штормооповещения», схематично изображенная на рисунке 1, к началу 2016 года включала 17 *эксплуатируемых* единиц некогерентных метеорадиолокаторов типа МРЛ-5, 20 единиц ДМРЛ-С, введенных в оперативный режим работы, и 5 единиц ДМРЛ-С, работающих в тестовом режиме (не прошедших процедуру метеорологической адаптации) на позициях Воейково (Ленинградская обл.), Профсоюзная (Москва), Киров, Краснодар, Миллерово.

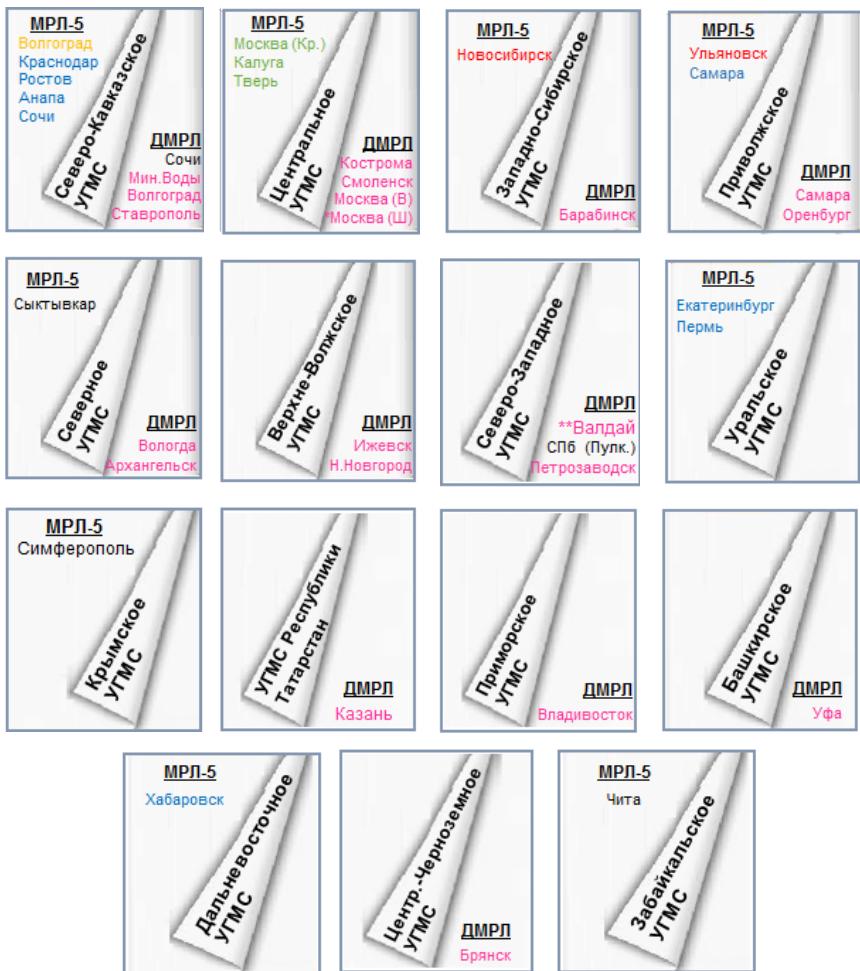
Метеорадиолокаторы, в основном, принадлежат регионально-распределенным подразделениям Росгидромета, за исключением:

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

Часть МРЛ сдается в аренду ФГБУ «Авиаметтелетом Росгидромета» и аэропортам, что не отменяет их функционирование в составе сети «МРЛ-Штормооповещения» и участие в процессе построения единого радиолокационного поля на территории РФ согласно требованиям и нормативным документам Росгидромета.

Примечание. Ввиду того, что наблюдения за ОЯП на радиолокационной метеорологической сети Росгидромета производятся с использованием метеорологических радиолокаторов различных модификаций (МРЛ-5, АМРК, ДМРЛ, ДМРЛ-С), но с одинаковым принципом действия и типовой базовой конструкцией, в тексте Письма решено их объединить под единой аббревиатурой – МРЛ, кроме тех случаев, в которых техническое исполнение радиолокатора и его система автоматизации имеет определяющее значение.

Рисунок 1 наглядно иллюстрирует функционирующие на территории каждого УГМС метеорадиолокаторы сети «МРЛ-Штормооповещения».



■ МЕРКОМ
 ■ АКСОПРИ
 ■ Метеоячейка
 ■ АСУ-МРЛ
 ■ ДМРЛ-С

Рисунок 1. Структурная схема функционирования сети «МРЛ-Штормоповещения» по состоянию на 1 квартал 2016 года

Примечание:

*Владелец и эксплуатант ДМРЛ-С Москва Шереметьево – НТЦ ДМРЛ ЦАО.

**Владелец и эксплуатант ДМРЛ-С Валдай – ФГБУ «ГГИ».

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

ДМРЛ-С с программным обеспечением вторичной обработки «Гимет-2010», установленные в рамках ФЦП в 2010 – 2015 гг., изображены на схеме в правом нижнем углу обновляемой страницы и выделены розовым 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»).

Лидерами по количеству эксплуатируемых на своей территории МРЛ по-прежнему являются Северо-Кавказское и Центральное УГМС, их подконтрольная территория, включая объекты авиационной инфраструктуры, полностью покрыты единым радиолокационным полем. Рекомендуемая в данных регионах плотность размещения МРЛ отражена в концепции технических проектов построения сети штормового оповещения – в местах максимальной плотности населения и наиболее опасных в метеорологическом плане регионах РФ с частым возникновением опасных явлений погоды конвективного происхождения.

На территории остальных УГМС в радиолокационном мониторинге опасных явлений погоды задействовано от 1 до 4 МРЛ. Сокращение числа структурных подразделений (УГМС) с организацией на своей территории радиолокационных метеорологических наблюдений (15 в 2015 году, для сравнения в 2014 году – 17) произошло за счет остановки в 2015 году МРЛ-5 Южно-Сахалинск (Сахалинское УГМС) и МРЛ-5 Абакан (Среднесибирское УГМС). Запланированного ввода в эксплуатацию новых радиолокаторов типа ДМРЛ-С в этих регионах пока не произошло.

9 УГМС в структуре Росгидромета не имеют на своей территории источника радиолокационной метеорологической информации.

4 Техническое состояние и функционирование МРЛ в период проводимой модернизации

С сожалением приходится констатировать ежегодное сокращение сети «МРЛ-Штормооповещения» за счет прекращения наблюдений и вывода из эксплуатации радиолокаторов типа МРЛ-5. С начала программы модернизации их количество уменьшилось вдвое и продолжает активно сокращаться (для сравнения - 33 позиции в 2010 г., 17 позиций в 2015 г., 14 работающих позиций в 1 квартале 2016 г.). Между тем, большинство из МРЛ находились в неплохом техническом состоянии: часть из них была законсервирована с общей наработкой, едва достигшей отметки, рекомендованной для проведения первого средне-восстановительного ремонта радиолокационного оборудования (20 000 часов). Однако, по мнению эксплуатирующих подразделений, дальнейшее использование МРЛ-5 в целях штормового оповещения и метеообеспечения авиации признано нецелесообразным.

➤ Так, во втором квартале 2015 года руководством Сахалинского УГМС с целью оптимизации расходов управления было принято решение остановить работу МРЛ-5, расположенного в аэропорту г. Южно-Сахалинск.

Между тем, по многим показателям МРЛ-5 был одним из лучших и надежных радиолокаторов, эксплуатируемых на сети (по результатам инспекции сотрудников ГГО в 2012 году), его общая наработка составила чуть более 20000 часов. Работы по установке и вводу в эксплуатацию радиолокатора типа ДМРЛ-С по программе ОрВД в районе г. Южно-Сахалинск (запланированные на 2013 - 2014 год) по предварительным оценкам будут произведены не раньше 2017 года. До этого времени синоптики аэропорта будут работать в отсутствие радиолокационного метеообеспечения одного из самых сложных для взлета-посадки (согласно результатам анкетирования ФГБУ «Авиаметтелеком Росгидромета» и ФГБУ «ГАМЦ Росгидромета») аэродромов России.

➤ Аналогичная проблема общей недофинансированности стала причиной вывода из эксплуатации 01.06.2015 г. МРЛ-5 Абакан.

На протяжении двух последних лет МРЛ-5 работал безотказно, несмотря на отсутствие в штате инженера по радиолокации (все работы по ремонту и настройке МРЛ проводил начальник отдела радиолокационных наблюдений Хакасского ЦГМС). Общая наработка МРЛ на момент консервации составила почти 40000 часов – срок проведения первого

капитального ремонта радиолокационного оборудования, от которого Хакасский ЦГМС – филиал ФГБУ «Среднесибирское УГМС» - отказался ввиду отсутствия денежных средств. Среднесибирский филиал ФГБУ «Авиаметтелетком Росгидромета» также не проявил должного интереса к восстановлению работоспособности МРЛ – единственного источника радиолокационной метеорологической информации для международного аэропорта г. Абакан.

➤ С июня 2011 г. из-за отсутствия ЗИПов наблюдения не проводятся на МРЛ-5 Барнаул (Западно-Сибирское УГМС). Согласно дефектной ведомости МРЛ-5 ремонту и восстановлению не подлежит.

➤ С августа 2012 г. не ведутся наблюдения на МРЛ-5 Колпашево (Западно-Сибирское УГМС). Согласно дефектной ведомости МРЛ-5 ремонту и восстановлению не подлежит.

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

➤ С 2015 года не ведутся наблюдения на МРЛ-5 Кемерово (Западно-Сибирское УГМС). Согласно дефектной ведомости МРЛ-5 ремонту и восстановлению не подлежит.

За три с половиной года Западно-Сибирское УГМС вывело из эксплуатации все имеющиеся на балансе радиолокаторы. МРЛ-5 Новосибирск, формально функционирующий на территории ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС», принадлежит ОАО «Новосибирский зональный авиаметеорологический центр» и работает в интересах аэропорта «Толмачево». Запланированный на 2015 год ввод в эксплуатацию ДМРЛ-С (Кемерово, Томск, Колпашево, Барнаул) откладывается на неопределенный срок.

Руководство УГМС и филиалов ФГБУ «Авиаметтелетком Росгидромета» часто принимают решение о консервации или списании МРЛ-5 ввиду фактической или планируемой (согласно графику программы модернизации) установки в зоне своей ответственности новых радиолокаторов ДМРЛ-С.

➤ В августе 2013 года выведен из наблюдений и демонтирован АМРК Москва (Внуково), в 2012-2013 г. демонстрирующий одни из лучших показателей эксплуатационной надежности и оправдываемости ОЯП. Летом 2013 года в аэропорту Внуково установлен ДМРЛ-С.

➤ С 16 апреля 2014 года прекращены наблюдения на АМРК Нижний Новгород. В марте 2014 года установлен ДМРЛ-С Нижний Новгород.

➤ С 10.06.2015 года согласно приказу руководителя Северо-Кавказского УГМС остановлена работа МРЛ-5 Волгоград и МРЛ-5 Минеральные Воды. Задача радиолокационного метеообеспечения этих регионов возложена на ДМРЛ-С, установленных в районе международных аэропортов Гумрак (Волгоград) и Минеральные Воды.

➤ В процессе подготовки Методического письма, в ФГБУ «ГГО» от ФГБУ «Краснодарский ЦГМС» поступил запрос на согласование консервации МРЛ-5 Краснодар вследствие оптимизации расходов управления и дальнейшего использования в работе синоптиков данных ДМРЛ-С. Оперативная и техническая эксплуатация МРЛ-5 выполнялась Северо-Кавказским филиалом ФГБУ «Авиаметтелеком Росгидромета», который 15 апреля 2016 года отказался от содержания штата и поддержания работоспособности МРЛ.

Неоднократно отмечалось, что даже 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 проведения пуско-наладочных работ. При переходе на современные образцы метеорадиолокаторов ДМРЛ-С, превосходящие 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, что неизбежно влечет за собой нарушение 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, ФГБУ «Авиаметтелеком Росгидромета») и арендаторов.

Однако, как показывает практика, МРЛ-5 снимается с плана наблюдений сразу после установки ДМРЛ-С (часто даже до его включения в режим опытной эксплуатации), штат упраздняется или переводится на другие виды работ.

ГГО напоминает о том, что преждевременный вывод МРЛ-5 из эксплуатации влечет за собой неоправданные риски для гидрометеорологической безопасности объектов социальной и транспортной инфраструктуры региона.

Согласование процесса консервации радиолокационного оборудования может быть произведено на основании объективных причин невозможности дальнейшего проведения наблюдений (высокая частота отказов МРЛ за предыдущий год, непреодолимые трудности в восстановлении работоспособности отдельных узлов радиолокатора и т. д.).

Согласовывая с УГМС процесс консервации радиолокационного оборудования ГГО, наряду с представителями эксплуатирующих подразделений, несет равную ответственность в случае возникновения опасных метеорологических явлений, способных (потенциально) быть зафиксированными МРЛ, и ущерба, возникшего вследствие непредсказанности этих явлений.

В 1 квартале 2016 года стало известно о снятии с плана наблюдений МРЛ-5 Самара. Радиолокатор сильно пострадал в результате расхищения радиолокационного оборудования, находящегося на верхнем этаже и крыше высотного здания.

ГГО выражает крайнюю озабоченность происходящим и ходатайствует перед руководством ФГБУ «Приволжское УГМС» и Приволжского филиала ФГБУ «Авиаметтелеком Росгидромета» о восстановлении МРЛ-5 и возобновлении радиолокационных метеорологических наблюдений в районе международного аэропорта «Курумоч».

4.1 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 2015 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.

Для своевременного получения отчетов их можно присылать на электронный адрес ОГМИ ФГБУ «ГГО»: mrl-voeikovo@yandex.ru.

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

Ввиду того, что три радиолокатора МРЛ-5 на позициях Абакан, Волгоград выведены из эксплуатации в течение 2015 года, МРЛ-5 Ростов-на-Дону, в связи с возникшей поломкой, отработал только первую половину года, их общая и годовая наработка указаны на момент остановки наблюдений, а показатель эксплуатационной надежности рассчитан за период:

- МРЛ-5 Абакан 01.01.2015 – 01.06.2015 г.,
- МРЛ-5 Ростов-на-Дону 01.01.2015 – 22.07.2015 г.,
- МРЛ-5 Волгоград 01.01.2015 – 10.06. 2015 г.

Таблица составлена по убыванию показателя эксплуатационной надежности.

Таблица 1

Эксплуатационная надежность аппаратуры МРЛ

Место установки МРЛ	Наработка за период эксплуатации (час)	Наработка за 2015 г. (час)	Число отказов МРЛ	Эксплуатационная надежность (час/отказ) МРЛ
Екатеринбург	48732	3072	1	3072
Калуга	172026	8702	3	2908
СПб (Пулково)	74390	8730	5	1746
Симферополь	52287	1605	б/о	1605
Сыктывкар	42050	1400	б/о	1400
Тверь	164074	8591	8	1074
Краснодар	43470	1845	2	923
Анапа	41081	2480	3	826
Пермь	31901	2120	3	706
Волгоград	26952	655	б/о	655
Сочи	48734	3033	5	607
Новосибирск	46343	1727	3	576
Абакан	40060	530	б/о	530
Самара	89207	3658	8	457
Ростов-на-Дону	48785	1273	3	424
Чита	24117	633	2	317
Ульяновск	32472	1352	6	225
Хабаровск	51676	1219	10	122

Примечание к таблице 1.

- В таблице учитывались исключительно отказы аппаратуры МРЛ. Выходы из строя программного обеспечения АМПК в учет не принимались.
- Голубым маркером для наглядности выделены показатели эксплуатационной надежности неавтоматизированных МРЛ-5.

Как видно из таблицы 1, эксплуатационная надежность отдельных МРЛ варьируется в широких пределах. Это объясняется различной длительностью эксплуатации, техническим состоянием МРЛ и опытом (квалификацией) обслуживающего персонала. Средняя наработка на отказ составляет для неавтоматизированных МРЛ-5 – 1107 час/отказ, для автоматизированных МРЛ-5 – 990 час/отказ.

Рисунок 2 наглядно иллюстрирует динамику средней эксплуатационной надежности МРЛ за десятилетний период наблюдений.

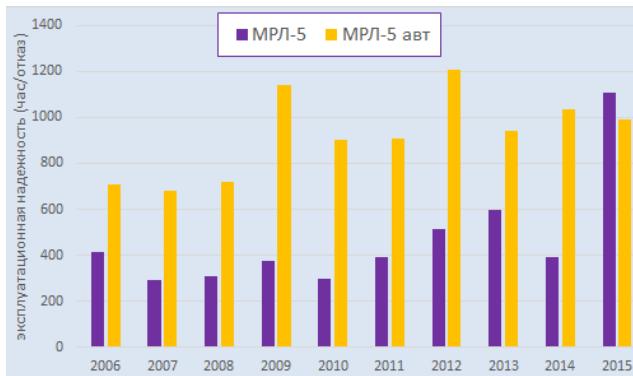


Рисунок 2. Динамика средней годовой эксплуатационной надежности МРЛ за 2006 – 2015 гг.

В 2015 году среднегодовая эксплуатационная надежность аппаратуры автоматизированных МРЛ осталась на уровне последних лет. Среднее время между отказами составляет около 1000 часов (для десятиминутного темпа обновления информации аналогично 1,5-2 месяцам безотказной работы), что является вполне приемлемым в условиях крайней недофинансированности всех некогерентных радиолокаторов, составляющих основу сети «МРЛ-Штормоповещения».

Неожиданно высока среднегодовая эксплуатационная надежность аппаратуры неавтоматизированных МРЛ – это результат безотказной работы в 2015 году МРЛ-5 Сыктывкар и Симферополь.

Обращают на себя внимание эксплуатационные характеристики МРЛ-5 Тверь и Калуга. Несмотря на рекордную для сети наработку (164 и 172 тысячи часов соответственно), их регламент проведения наблюдений на протяжении нескольких лет близок к аналогичному для современных радиолокаторов, осуществляющих круглосуточные наблюдения с 10-минутным интервалом обновления информации.

4.2 Сведения о регулярности работы МРЛ

Показатель регулярности работы МРЛ отражает систематичность проведения наблюдений относительно рекомендованного графика. Рекомендованным графиком для МРЛ-5 является включение радиолокатора в основные синоптические сроки, в ежечасные при наличии очагов грозоопасной облачности и проведение обзоров в режиме «Шторм» [1, 3]. Такой адаптированный к условиям наблюдений подход позволяет не только сэкономить технический ресурс радиолокатора, продлить срок службы его отдельных узлов, но и значительным образом сократить эксплуатационные расходы, связанные с высоким энергопотреблением МРЛ-5.

Зачастую, учитывая климатические особенности региона, эксплуатантом вводится собственный график проведения радиолокационных наблюдений. Так, например, на протяжении нескольких десятилетий в связи с установлением над территорией Забайкалья азиатского антициклона, характеризующегося в основном ясной безоблачной погодой в период с ноября по март, ФГБУ «Забайкальское УГМС» согласовало с ФГБУ «ГГО» отсутствие регулярных радиометеорологических наблюдений с использованием МРЛ-5 Чита в холодный период года. Ввиду этого обстоятельства по количеству произведенных наблюдений МРЛ-5 Чита ежегодно уступает остальным МРЛ сети, сохраняя регулярность работы станции на высоком уровне.

Радиометеорологическая информация об облачности и опасных явлениях погоды, полученная в синоптические сроки в эпоху неавтоматизированных наблюдений использовалась для составления стыкованных (композиционных) карт. В обязанности УГМС входило комплектование и факсимильная передача в графическом виде за 8 синоптических сроков данных всех МРЛ, эксплуатируемых в зоне ответственности [1]. В данный момент в связи с автоматизацией средств наблюдений необходимость включения обзоров МРЛ в факсимильные программы отсутствует. Информация о количестве наблюдений, произведенных и пропущенных в синоптические сроки (табл. 2), используется для контроля полноты архива радиометеорологических данных, предоставленных для режимных обобщений (раздел 4.4). По этой причине, в годовом отчете о работе МРЛ, должна в явном виде содержаться информация, вносимая в графы таблицы 2.

Таблица 2

Регулярность работы МРЛ

Место установки МРЛ	Общее кол-во произв. наблюд.	Кол-во наблюд., произв. в син. сроки	Кол-во наблюд. пропущ. в син. сроки	Причина пропусков	Регулярность работы (%)
Анапа	16834	-	6	технич. – 4, э/э – 2	99,8
СПб	52431	2912	7	технич. – 5, проф. – 2	99,7
Абакан	1942	1297	27	технич. – 9, э/э – 1, проф. – 17	99,6
Пермь	7813	-	205	технич. – 39, э/э – 2, проф. – 164	99,5
Чита	4999	1703	9	технич. – 9	99,5
Волгоград	1281	-	1	э/э – 1	99,4
Екатеринбург	17081	-	71	технич. – 21, проф. – 50	99,3
Краснодар	7451	-	65	технич. – 65	99,1
Тверь	51534	8589	147	технич. – 145, э/э – 2	98,3
Ульяновск	11933	2866	54	технич. – 16, э/э – 6, проф. – 32	98,1

Таблица 2 (продолжение)

Регулярность работы МРЛ

Место установки МРЛ	Общее кол-во произв. наблюд.	Кол-во наблюд., произв. в син. сроки	Кол-во наблюд. пропущ. в син. сроки	Причина пропусков	Регулярность работы (%)
Самара	16398	2733	187	технич. – 69, э/э – 1, проф. – 117	97,5
Новосибирск	5351	2845	16	технич. – 16	97,4
Калуга	-	-	6	-	97,0
Сыктывкар	8760	2848	72	проф. – 72	97,0
Хабаровск	-	-	-	-	95,0
Симферополь	8376	2687	233	технич. -217, проф. – 16	93,6
Сочи	10868	4792	506	технич. -500, э/э – 6	77,6
Ростов	8925	-	56	технич. – 34, э/э – 22	55,5

Основной причиной пропуска наблюдений, как и в прошлом году, является возникшая техническая неисправность МРЛ (69% от общего числа пропущенных). На втором месте среди причин, повлекших невыполнение плана наблюдений – профилактические работы (28%), выполняемые в период благоприятной синоптической обстановки, но, тем не менее, учитываемые в общей статистике пропусков наблюдений, на третьем - проблемы с электричеством и сбой связанного оборудования (3%).

Совершенно иначе обстоит дело с расчетом регулярности работы ДМРЛ-С. Согласно техническому проекту эксплуатация ДМРЛ-С подразумевает его непрерывную круглосуточную работу в течение года, т. е. 52 560 обзоров в 2015 году (нет разделения на синоптические, ежедневные и штормовые виды наблюдений). Сокращение запланированного количества обзоров может возникнуть вследствие технической аварии ДМРЛ-С или проведения плановых профилактических работ, в таком случае время простоя радиолокатора непосредственным образом отразится на показателе регулярности радиометеорологических наблюдений. Подробные данные о количестве произведенных наблюдений, количестве отказов, времени простоя, регулярности работы ДМРЛ-С публикует ФГБУ «ЦАО» в ежегодном отчете.

На основании регулярного опроса в 2014 – 2015 году сотрудников УГМС и ЦГМС, задействованных в производстве радиолокационных метеорологических наблюдений, среди устройств снижающих эксплуатационные характеристики ДМРЛ-С (и регулярность работы в целом) однозначно выделяются элементы приемно-передающей системы радиолокатора. Практика показывает, что их ремонт или замена на аналогичные влечет максимальные простои в работе радиолокатора и требует наибольших финансовых затрат эксплуатанта. Завод-изготовитель (АО «НПО «ЛЭМЗ») берет на себя обязательства гарантийного обслуживания и ремонта оборудования ДМРЛ-С до момента достижения времени наработки 16000 часов (примерно на протяжении двух лет эксплуатации). Вопрос постгарантийного обслуживания до сих пор не является решенным.

Ввиду этого, ГТО предлагает рассмотреть адаптированный к конкретному месту установки ДМРЛ-С график проведения наблюдений за облачностью и опасными явлениями погоды с целью экономии технического ресурса радиолокатора и снижения расходов по его содержанию.

4.3 Плановые и дополнительные работы штата МРЛ

В 2015 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 [5] – 7 МРЛ;
- определение видимости в твердых и смешанных осадках – 9 МРЛ;
- определение интенсивности обледенения и турбулентности (болтанки) - 6 МРЛ;
- определение электроактивных зон в слоистообразных облаках – 8 МРЛ.

2) Неоперативные работы:

- расчет региональных радиолокационных характеристик гроз, проверка надежности алгоритмов принятия решений об опасных явлениях погоды – 11 МРЛ;
- анализ неоправдавшихся ОЯП – 10 МРЛ;
- сопоставление накопленных сумм осадков по данным МРЛ и ННС – 7 МРЛ;
- сопоставление данных АМРК об обледенении в облаках с данными бортовой погоды – 3 МРЛ;
- проверка кодирования радиолокационной информации согласно [6] – 6 МРЛ;
- запись данных МРЛ на технические носители для режимных обобщений– 11 МРЛ;
- заполнение в течение года журнала с данными ближней зоны – 3 МРЛ;
- использование информации МРЛ для подготовки ежегодных климатологических обобщений – 2 МРЛ;
- проведение техучебы, прием зачетов при подготовке к теплому, холодному и переходному периодам, занятия по технике безопасности и противопожарные мероприятия – 15 МРЛ.

4.4 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 погодных 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».

В 2015 году режимно-справочный Банк данных ежеквартально пополнялся радиометеорологической информацией следующих МРЛ-5:

- Анапа, Краснодар, Ростов-на-Дону (Северо-Кавказское УГМС);
- Сыктывкар (Северное УГМС);
- Самара, Ульяновск (Приволжское УГМС);
- Чита (Забайкальское УГМС);
- Новосибирск (Западно-Сибирское УГМС);
- Абакан (Средне-Сибирское УГМС) – до 01.06.2015 г.;
- Екатеринбург (Уральское УГМС);
- Симферополь (Крымское 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 2015 г. для повторной верификации.

На протяжении нескольких лет режимные радиолокационные данные не поступают от МРЛ-5 Москвы, Твери, Калуги (Центральное УГМС).

Программным обеспечением ДМРЛ-С не осуществляется кодирование радиолокационной информации в RADOB (данная опция не была предусмотрена техническим заданием на ДМРЛ-С). Между тем, этот вопрос остается очень важным как в плане обеспечения преемственности старых и новых радиолокаторов сети, так и в плане выполнения обязательств перед ЕГФД по накоплению информации о состоянии окружающей среды.

4.5 Трудности в работе специалистов сети МРЛ

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

4.5.1 Неукомплектованность штата

Неукомплектованность штата возникает, в основном, как следствие недостаточного финансирования. Постоянная текучесть кадров, необходимость совмещения работы на разных объектах инженеров по радиолокации и инженеров-радиометеорологов существенным образом снижают эффективность проведения радиолокационных наблюдений. Очевидно, что такими сокращенными штатами, учитывая очередные, декретные и учебные отпуска, невозможно выполнить весь объем работ, как это предусмотрено [1, 3] и как этого требуют руководящие документы Росгидромета.

Достаточность трудовых ресурсов, задействованных в производстве наблюдений на МРЛ, определяется руководством каждого конкретного метеоподразделения. Как правило, количество человек в штате рабочей группы на МРЛ-5 составляет от 6 до 8 человек. Наибольший штат содержит ФГБУ «Волгоградский ЦГМС» - в производстве наблюдений на АМРК Волгоград в первой половине 2015 года было задействовано 10 человек. Однако помимо наблюдений на МРЛ штат Волгоградского ЦГМС также участвовал в других видах наблюдений и работ ЦГМС.

О количественной нехватке квалифицированных специалистов, занятых в производстве радиолокационных наблюдений, пишут в годовых отчетах сотрудники:

- МРЛ-5 Чита – штат состоит из 7 человек (укомплектован на 88%), летом 2016 года, по достижении пенсионного возраста, планируют уход еще два техника-радиометеоролога 1 категории.
- МРЛ-5 Хабаровск – штат состоит из 6 человек (укомплектован на 75%).
- МРЛ-5 Абакан - штат состоит из 6 человек (укомплектован на 85%).

Проблема привлечения молодых кадров к работе на МРЛ по-прежнему остается актуальной. Основными причинами выступают низкий доход, круглосуточная занятость и удаленность месторасположения МРЛ от населенного пункта.

На большинстве МРЛ-5 инженеры по радиолокации – внешние совместители. Совмещение работы инженеров по радиолокации, как правило, связано с обслуживанием нескольких станций в пределах УГМС (радиолокационных метеорологических, аэрологических, радиометрических и т.д.). Ввиду большой занятости и практической незаменимости радиоинженеров на некоторых позициях, технические поломки часто приводят к длительным простоям и пропускам наблюдений на МРЛ.

Для производства наблюдений на ДМРЛ и ДМРЛ-С согласно техническому проекту эксплуатирующие подразделения, как правило, обходятся силами 1 человека – инженера позиции.

ГГО продолжает настаивать на целесообразности сохранения в штате ДМРЛ-С инженера-радиометеоролога, участвовавшего в наблюдениях на МРЛ-5 и контроле качества получаемой информации.

4.5.2 Отсутствие ЗИПов

Все локаторы сети «МРЛ-Штормоповещения» работают в условиях **острой** нехватки запасных инструментов и приборов (ЗИПов) – это обстоятельство на протяжении нескольких лет отмечается в каждом (!) годовом отчете. Промышленность прекратила выпуск многих электровакуумных приборов, необходимых для нормального функционирования МРЛ. Комплектующие, приобретаемые у сторонних организаций, зачастую уже имеющие некоторый срок службы, не всегда оказываются качественными и долговечными.

4.5.3 Сбои в энергоснабжении и связи

Как и в предыдущие годы в 2015 году продолжались случаи пропуска наблюдений на МРЛ из-за отключения электроэнергии. Сведения о количестве пропущенных сроков по причине сбоя или отсутствия электроснабжения приведены в таблице 2. Лидером в этом списке является МРЛ-5 Ростов-на-Дону – 22 пропущенных синоптических срока за полгода работы.

Остается актуальным вопрос о восстановлении резервного дизельного электрического питания МРЛ.

4.5.4 Недостаток данных аэрологического радиозондирования

В настоящее время аэрологическая сеть Росгидромета включает 115 станций аэрологического зондирования (за три года без изменений) 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 МРЛ-5 Анапа, Ульяновск.

Сокращение количества сроков аэрологического зондирования, необоснованный переход в начале 2015 к одноразовому запуску зонда в течение суток на всей территории РФ и высокий процент отказа радиозондов в полете (до 10%) вынуждали сотрудников МРЛ-5 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 привело к снижению вероятности обнаружения гроз.

В решении этой проблемы одним из перспективных направлений является развитие алгоритмов и программного обеспечения так называемых «виртуальных» метеозондов, т.е. проведения расчета вертикального профиля различных параметров атмосферы по данным различных численных моделей, а также создание технологии передачи рассчитанных параметров на места.

4.5.5 Состояние зданий и помещений МРЛ

В ряде пунктов размещения МРЛ здания и рабочие помещения требуют ремонта. Капитальный ремонт зданий необходим МРЛ-5 Сочи, Самара, Волгоград. Требуется замена полов, оконных рам, электрической проводки и т.д. Большинству зданий, в которых расположена аппаратная часть МРЛ, необходим косметический ремонт.

В августе 2014 года был произведен ремонт кровли здания, в котором функционирует МРЛ-5 Минеральные Воды, в декабре 2014 года сделан капитальный ремонт здания МРЛ-5 Краснодар. В начале 2015 года произведена покраска ветрозащитного укрытия МРЛ-5 Краснодар.

4.6 Инспекции МРЛ (АМРК) специалистами ФГБУ «ГГО»

Инспекции МРЛ проводят представители ФГБУ «ГГО» по ежегодно составляемому плану (распоряжению) Росгидромета с целью контроля организации работ на МРЛ, достоверности получаемых данных, своевременности обеспечения АМЦ и АМСГ радиолокационной метеоинформацией [1, 3].

В 2015 году были исключены из плана инспекций Росгидромета инспекции сети «МРЛ-Штормооповещения», проводимые специалистами ГГО. Оценка технического состояния локаторов производилась косвенно, на основании анализа архивов данных, актов оценки технического состояния, отчетов штата МРЛ и пояснительных запи-сок, формируемых на местах и предоставляемых в адрес ГГО по запросу.

Такая форма дистанционного общения с сотрудниками сети и их непосредственным руководством, время, затраченное на выяснение тех или иных причин невыполнения плана наблюдений, ошибочность интерпретации радиолокационных данных и т.д., негативным образом отразились на эффективности работы сети и качестве получаемых данных. Очень своевременны были бы в 2015 году инспекции:

- МРЛ-5 Симферополь (Крымское УГМС). На протяжении всего года консультации относительно производства наблюдений, правил оформления отчетной документации оказывались по телефону и посредством электронной почты.
- МРЛ-5 Волгоград, Краснодар (Северо-Кавказское УГМС). Эти радиолокаторы были выведены из наблюдений в 2015-2016 году. Рассмотрение вопросов, связанных с нецелесообразностью проведения дальнейших наблюдений на МРЛ-5, а также принятие решений, касающихся консервации этих радаров, усложняются ввиду невозможности проведения очной экспертизы их технического состояния.

Инспекции представителями ГГО радиолокаторов Крымского и Северо-Кавказского УГМС были включены в план 2016 года.

В октябре 2015 года за счет средств Сочинского филиала ФГБУ "Авиаметтелеком Росгидромета" была проведена инспекция МРЛ-5 Адлер (Сочи). МРЛ-5 находится в хорошем техническом состоянии, все измерительные приборы на момент инспекции имели свидетельства о поверке, показатель оправдываемости ОЯ в радиусе 50 км соответствует оценке «хорошо» (условия наблюдений на МРЛ-5 Адлер не позволяют получать достоверную радиометеорологическую информацию на расстоянии, превышающем 50 км).

5 Оценка качества работы МРЛ

5.1 Сопоставление информации МРЛ об опасных явлениях погоды с данными гидрометеорологических станций наземной наблюдательной сети (ННС) Росгидромета

Оценка качества информации об ОЯ неавтоматизированных МРЛ-5

Методика сопоставления радиолокационной и наземной информации об ОЯ для *неавтоматизированных* МРЛ-5 описана в [1]. Согласно [1] грозы по данным МРЛ и ННС считаются совпавшими в достаточно широком пространственно-временном интервале, что объясняется особенностями получения и интерпретации радиолокационных данных в «ручном» режиме наблюдений.

Сведения о результатах проводимого сопоставления фиксируются сотрудниками неавтоматизированных МРЛ в журнале наблюдений, который является неотъемлемой частью годового отчета и ежегодно высылается в адрес ГГО для экспертного анализа.

В таблице 3 приведены значения оправдываемости ($P_{оя}$) в 2013, 2014 и 2015 году для трех неавтоматизированных МРЛ-5, эксплуатируемых на сети «МРЛ-Штурмооповещения».

Таблица 3

Результаты оценки процента оправдываемости гроз ($P_{оя}$) для трех позиций неавтоматизированных МРЛ-5

Место установки МРЛ	Р _{оя} , %		
	2013	2014	2015
Симферополь	-	98,0	98,7
Сыктывкар	96,7	95,5	96,9
Чита	97,4	95,6	95,8

На протяжении трех последних лет показатель оправдываемости для неавтоматизированных МРЛ-5 остается на стабильно высоком уровне (более 95%), что одновременно с результатами п.4.2 (регулярность работы выше описываемых МРЛ более 90%) методически оценивается на «отлично».

Коллектив ГГО предлагает штату неавтоматизированных МРЛ-5, наряду с показателем оправдываемости, рассмотреть возможность расчета вероятности ложной идентификации гроз ($F_{Oя}$). Представление данных лишь об оправдываемости ОЯ не способствует формированию объективной точки зрения относительно качества производимых наблюдений.

Оценка качества информации об ОЯ автоматизированных МРЛ

Для целей унификации и, в конечном счете, повышения объективности информации о качестве работы каждого радиолокатора сети «МРЛ-Штормооповещения» в части автоматизированного распознавания ОЯ в ГГО разработана **«Методика сопоставления радиолокационной метеорологической информации об опасных явлениях погоды с данными гидрометеорологических станций наземной наблюдательной сети Росгидромета»** (далее Методика).

При разработке этой методики учитывались следующие ключевые исходные положения и конечные задачи:

- 1) При всем разнообразии эксплуатируемых на сети радиолокаторов, имеющих различные технические возможности и используемое программное обеспечение, их конечная продукция должна соответствовать требованиям, описанным в [8], и передаваться в коде BUFR по каналам АСПД Росгидромета.
- 2) Методика определяет объективные количественные показатели качества работы всех типов МРЛ, рассчитываемые на основании сопоставления с данными, полученными независимым образом (наземная наблюдательная сеть и другие источники метеорологической информации).
- 3) Анализ и интерпретация получаемых показателей сопоставления дает возможность рациональным путем развивать алгоритмы, по которым строится конечная радиолокационная продукция, и отслеживать эффективность их внедрения.

Описание основных положений Методики было приведено в предыдущем Методическом письме. Здесь кратко напомним, что информация об ОЯ, полученная в результате обзора МРЛ, представляет собой случай штормового оповещения, подлежащий оценке успешности с привлечением данных ННС Росгидромета с использованием следующих правил:

- Показателями успешности штормовых оповещений МРЛ являются их оправдываемость ($P_{Oя}$) и процент ложной идентификации ($F_{Oя}$) опасных явлений погоды. Все опасные явления, обнаруживаемые МРЛ на

основании информации о радиолокационной метеорологической отражаемости, связаны с грозовой активностью, наличие которой фиксируется наблюдателем метеостанции на значительном удалении.

- Сопоставление радиолокационной информации о грозах проводится с данными наблюдений ГМС, которые расположены в радиусе 200 км относительно позиции радиолокатора.

- Границы сопоставления выбираются равными ± 10 минут относительно времени проведения обзора, а величина пространственного радиуса сопоставления 30 км.

- Штормовое оповещение о грозе (МРЛ) считается подтвержденным, если гроза (или комбинации гроза+град, гроза+шквал) была отмечена наблюдателем ГМС в указанных временных границах.

- Штормовое оповещение о грозе (МРЛ) считается неподтвержденным (ложно идентифицируемым), если гроза (гроза+град, гроза+шквал) не была отмечена наблюдателем ГМС, но в то же время фиксировался ливень.

Одним из ключевых моментов в данной Методике является переход к более узкому временному интервалу, в границах которого проводится сопоставление данных МРЛ и ГМС. Для неавтоматизированных МРЛ, согласно [1], этот интервал составлял ± 30 минут относительно времени обзора, что было обосновано особенностями получения и интерпретации радиолокационных данных в «ручном» режиме наблюдений. В общем случае сопоставление целесообразно проводить во временном интервале, равном периоду обновления информации на МРЛ, т.е. в принятом 10-минутном регламенте наблюдений АМРК и ДМРЛ [8] – ± 5 минут относительно радиолокационного обзора. Тем не менее, в разработанной Методике границы сопоставления были расширены до ± 10 минут, что, в том числе, сглаживает возможные неточности в наблюдении моментов времени начала/окончания ОЯП на ГМС, а также учитывает время, затрачиваемое на проведение одного радиолокационного обзора.

В течение 2015 года в ГГО осуществлялся сбор радиолокационных данных с картами распределения опасных явлений в коде BUFR. По запросам УГМС передавали данные наземных наблюдений в формате Персона-МИС. Параллельно проводилась разработка программного обеспечения, в котором реализованы алгоритмы, определенные в Методике.

В результате получены количественные показатели успешности работы для 28 радиолокаторов (11 МРЛ-5 + 16 ДМРЛ-С + 1 ДМРЛ) в части обнаружения и распознавания гроз.

Значения $R_{оя}$ приведены за каждый месяц грозового сезона отдельно для МРЛ-5 (таблица 4) и ДМРЛ (таблица 5). Значения $F_{оя}$ рассчитаны в целом за сезон в трех вероятностных градациях радиолокационного распознавания гроз:

(R) от 30 до 70%; (R) от 70 до 90%; R более 90%.

Анализ результатов сопоставления

Расчеты показателей успешности штормового оповещения МРЛ в части распознавания гроз, произведенные по Методике ГГО, за период наблюдений май-сентябрь дали следующие средние значения $R_{оя}$:

- для 11 **МРЛ-5 71,0%** (7364 случаев)
- для 16 **ДМРЛ-С** и 1 **ДМРЛ 71,4%** (56836 случаев)

Величина средней оправдываемости ОЯ для МРЛ-5 соизмерима с аналогичным показателем для ДМРЛ, уступая последней в долях процента. Стоит при этом обратить внимание на восьмикратное отличие в объеме выборки данных МРЛ-5 и ДМРЛ, с использованием которых проводилось сопоставление, что связано с разным регламентом производства наблюдений (п. 4.2), в том числе и за ОЯП.

Также имеется тенденция монотонного снижения средних значений $R_{оя}$ в течение грозового сезона для большей части МРЛ-5 и ДМРЛ-С. Повидимому, это связано с проведением обязательных регламентных работ по техническому обслуживанию МРЛ перед началом сезона. Также определенное влияние могут оказывать различные особенности формирования гроз в летний и осенне-весенний периоды года, что не учитывается в радиолокационных критериях грозоопасности.

Максимальное значение показателя оправдываемости МРЛ-5 достигнуто на позициях Самара (79,7%), Ульяновск (79,3%), минимальное – на позиции Пермь (46,0%). Среди ДМРЛ (ДМРЛ-С) наивысший показатель оправдываемости у ДМРЛ Санкт-Петербург «Пулково» (78,3%), минимальный – у ДМРЛ-С Волгоград (60,1%).

Основными причинами пропуска в 2015 году опасных явлений погоды являются:

- **Технические неполадки и отказ аппаратуры в процессе производства наблюдений.** С конца июля 2015 г. сотрудники МРЛ-5 Самара отмечали ухудшение чувствительности МРЛ, что негативным образом сказалось на величине оправдываемости ОЯ. После проведения профилактических мероприятий и временного восстановления работоспособности МРЛ, был обнаружен дефект крепления механизма

качания антенны МРЛ-5 к колонне. Работа в таких условиях привела к снижению регулярности производства наблюдений и к ухудшению достоверности получаемой информации.

- **Наличие углов закрытия радиогоризонта**, ежегодно отмечаемое штатом всех МРЛ-5. На МРЛ-5 Анапа углы закрытия составляют 5-6°, на МРЛ-5 Пермь углы закрытия в некоторых секторах превышают 3°. Получение достоверной радиолокационной метеорологической информации в таких условиях является весьма проблематичной задачей.

- **Экранирующие осадки**, вызывающие ослабление радиолокационного сигнала в секторе их выпадения и, как следствие, приводящие к невыявлению зон формирования грозо- и градоопасной облачности.

- **Осадки над МРЛ**, приводящие к намоканию радиопрозрачного ветрового укрытия антенны МРЛ-5.

- **Недостаток данных аэрологического зондирования**, вынуждающий сотрудников МРЛ при анализе радиоэха конвективной облачности переходить от более совершенной методики дискриминантного анализа, в которой заложено использование данных аэрологического зондирования, к автономной методике, без применения данных высотного зондирования, что приводит к снижению вероятности обнаружения гроз.

Другим показателем успешности штормовых оповещений МРЛ является процент ложно идентифицируемых гроз МРЛ ($F_{оя}$) на фоне наблюдаемых осадков ГМС. В силу того, что алгоритмы радиолокационного распознавания основаны на вероятностном подходе идентификации гроз, для трех градаций (R), R) и R максимальное значение $F_{оя}$ не должно превышать 70%, 30% и 10% соответственно.

Данные таблиц 6 и 7 демонстрируют монотонное снижение процента ложных тревог при увеличении вероятностной градации для всех радиолокаторов, за исключением МРЛ-5 Анапа и ДМРЛ-С Минеральные Воды, для которых $F_{оя}$ в градации R выше, чем в градации R). Здесь причиной может быть заниженная для указанных МРЛ величина порогового значения Y-критерия, по которому классифицируются грозы R) и R).

Средняя вероятность ложно идентифицируемых гроз категорий (R) и R) составила для МРЛ-5 **37,9%** и **26,7%**, для ДМРЛ-С – **34,2%** и **22,6%**, что соответствует заложенному в этих категориях смыслу (вероятность грозы при идентификации явления (R) должна составлять 30-70%, при идентификации явления R) –10-30%). Вероятность ложной идентификации гроз категории R для МРЛ-5 и ДМРЛ получилась несколько завышенной – **19,3%** и **18,5%** соответственно (вместо 10% и ниже).

Если говорить о качестве работы каждого отдельного МРЛ (ДМРЛ) в таблицах 4-7, то только совместный анализ оценок оправдываемости и процента ложных тревог позволяет судить о сбалансированности критериев распознавания гроз, заложенных в алгоритмах вторичной обработки МРЛ. Так, например, для МРЛ-5 Ростов наблюдались очень низкие показатели ложных тревог при оправдываемости распознавания гроз менее 60%. Наиболее вероятная причина таких результатов заключается в заниженном значении метеорологического потенциала радиолокатора. В противоположность к этому, для МРЛ-5 Самара и Екатеринбург имеет место обратная картина – при высоком уровне оправдываемости (в мае – июле) показатели ложных тревог в градациях R) и R выходят за допустимые пределы. Аналогичные соотношения могут быть выявлены для большинства МРЛ.

Таким образом, подход к оценке технического состояния МРЛ на основании совокупности показателей успешности дает полезную информацию, которая может использоваться, в том числе в оперативной практике, если имеется постоянный доступ к данным наблюдений ОЯП на ГМС. Пространственно-временные границы сопоставления могут уточняться, однако выбранные нами значения в целом можно считать адекватными поставленным задачам и позволяющими получить объективные результаты оценки успешности штормовых оповещений, что дает задел на дальнейший процесс совершенствования критериев и алгоритмов радиолокационного распознавания ОЯ, связанных с кучево-дождевой облачностью, в том числе, за счет привлечения доплеровских и поляризационных характеристик метеообъектов.

Таблица 4

Результаты оценки процента оправдываемости (%) и число случаев (в скобках) обнаружения МРЛ-5 грозных облаков, подтвержденных наземными данными

Позиция	Сист. авт.	май'15	июнь'15	июль'15	август'15	сентябрь'15	май-сент.'15
Анапа	МЕТ	53,3 (13)	63,3 (265)	65,9 (57)	64,3 (113)	62,0 (13)	63,1 (461)
Волгоград	АСУ-МРЛ	66,2 (131)	88,1 (32)	законсервирован			69,0 (163)
Екатеринбург	МЕТ	84,2 (16)	72,7 (32)	55,9 (66)	55,0 (12)	63,8 (47)	62,0 (173)
Калуга	АКС	70,0 (102)	55,3 (24)	63,6 (180)	21,1 (2)	-	62,9 (310)
Краснодар	МЕТ	72,9 (337)	69,8 (1401)	71,7 (390)	70,2 (557)	60,0 (78)	70,2 (2803)
Новосибирск	МЕР	данные не передаются					-
Пермь	МЕТ	37,4 (14)	38,2 (14)	43,0 (24)	56,2 (27)	56,0 (19)	46,0 (98)
Ростов	МЕТ	57,3 (98)	50,2 (264)	52,1 (53)	законсервирован		51,8 (415)
Самара	МЕТ	92,0 (506)	82,6 (526)	83,8 (335)	54,2 (58)	42,2 (84)	79,7 (1509)
Сочи	МЕТ	65,9 (27)	93,9 (62)	86,8 (46)	68,7 (114)	76,6 (36)	76,4 (285)
Тверь	АКС	69,2 (29)	-	55,4 (7)	55,8 (27)	-	57,0 (149)
Ульяновск	МЕР	90,3 (324)	78,4 (331)	66,5 (179)	62,6 (62)	91,8 (112)	79,3 (1008)
Среднее		80,2 (1597)	71,2 (2951)	71,1 (1337)	66,8 (972)	67,2 (389)	71,0 (7374)

Таблица 5

**Результаты оценки процента оправдываемости (%) и число случаев (в скобках) обнаружения
ДМРЛ (ДМРЛ-С) грозových облаков, подтвержденных наземными данными**

Позиция	май'15	июнь'15	июль'15	август'15	сентябрь'15	май-сент.'15
Архангельск	96,0 (24)	68,1 (145)	71,0 (225)	70,2 (155)	53,2 (44)	68,7 (593)
Брянск	69,9 (1032)	47,3 (240)	65,5 (684)	54,9 (118)	61,7 (285)	63,7 (2359)
Барабинск	81,8 (207)	78,1 (988)	67,0 (741)	73,7 (573)	51,7 (77)	72,8 (2586)
Валдай	68,9 (199)	72,7 (104)	72,0 (313)	66,0 (431)	10,0 (2)	68,1 (1047)
Владивосток	68,8 (535)	67,8 (522)	62,2 (293)	61,7 (1259)	59,3 (230)	63,8 (2839)
Внуково	77,8 (367)	68,5 (1212)	74,7 (2595)	78,1 (542)	-	73,6 (4716)
Волгоград	64,8 (529)	59,1 (995)	64,0 (616)	57,3 (264)	48,7 (188)	60,1 (2592)
Вологда	72,0 (518)	61,9 (889)	67,5 (1219)	71,2 (545)	94,3 (33)	67,3 (3204)
Ижевск	80,0 (978)	80,3 (754)	72,2 (654)	66,6 (249)	58,9 (83)	75,9 (2718)
Казань	70,0 (831)	73,4 (779)	65,4 (764)	69,5 (212)	70,4 (273)	71,7 (2859)
Кострома	73,7 (1273)	67,7 (1520)	66,8 (1026)	77,7 (461)	100,0 (14)	70,2 (4294)
Минер. Воды	72,6 (1304)	70,6 (3872)	64,4 (789)	61,9 (1550)	61,0 (473)	67,8 (7988)
Нижний Новгород	77,4 (1260)	77,7 (582)	79,1 (1648)	73,3 (233)	59,0 (32)	77,7 (3755)
Петрозаводск	73,1 (95)	64,4 (56)	81,7 (491)	55,5 (192)	85,5 (94)	76,1 (899)
Санкт-Петербург	71,6 (111)	76,9 (90)	82,7 (551)	74,3 (523)	84,8 (134)	78,3 (1409)
Ставрополь	83,8 (2116)	78,4 (5731)	77,1 (1218)	69,6 (1947)	58,4 (494)	76,4 (11506)
Смоленск	70,8 (413)	50,9 (166)	76,4 (730)	69,7 (131)	60,4 (32)	69,9 (1472)
Среднее	75,1 (11792)	72,2 (18645)	72,0 (14557)	67,8 (9385)	62,8 (2488)	71,4 (56836)

Позиция	(R)	R)	R
Анапа	10,0 (59)	7,4 (23)	8,7 (20)
Волгоград	17,2 (28)	16,4 (24)	11,5 (14)
Екатеринбург	61,2 (254)	30,4 (38)	25,9 (21)
Калуга	26,5 (91)	23,0 (73)	22,1 (50)
Краснодар	23,0 (253)	12,7 (63)	7,5 (46)
Новосибирск	данные не передаются		
Пермь	30,7 (19)	21,1 (4)	16,7 (1)
Ростов	15,6 (20)	14,6 (8)	2,7 (1)
Самара	42,2 (1022)	31,2 (532)	20,7 (290)
Сочи	35,2 (141)	24,7 (64)	19,8 (48)
Тверь	51,8 (131)	41,1 (74)	35,0 (35)
Ульяновск	25,2 (318)	12,5 (105)	7,2 (31)
Среднее	37,9 (2336)	26,7 (1008)	19,3 (557)

Таблица 6

Результаты оценки процента ложной идентификации гроз и число неподтвержденных станциями ННС случаев гроз (в скобках) по каждой позиции МРЛ-5 за период май – сентябрь 2015 г.

Слева направо перечислены значения, соответствующие вероятностным градациям радиолокационного распознавания гроз 30-70%, 70-90% и 90-100%

Таблица 7

Позиция	(R)	R)	R
Архангельск	40,5 (386)	25,3 (87)	18,8 (78)
Брянск	18,8 (517)	14,9 (206)	11,1 (214)
Барабинск	32,5 (1181)	22,3 (387)	17,4 (393)
Валдай	35,0 (538)	22,5 (162)	16,2 (151)
Владивосток	30,7 (1194)	20,7 (302)	17,6 (443)
Внуково	37,7 (2746)	27,6 (1012)	24,4 (1202)
Волгоград	18,7 (570)	12,3 (175)	10,5 (220)
Вологда	44,2 (2446)	29,6 (778)	22,9 (733)
Ижевск	36,3 (1490)	25,5 (524)	21,0 (536)
Казань	29,7 (1152)	20,8 (409)	17,6 (477)
Кострома	34,4 (2165)	23,1 (725)	18,0 (743)
Минер. Воды	22,1 (2185)	15,7 (671)	17,4 (1327)
Н. Новгород	39,7 (2395)	26,3 (751)	19,9 (752)
Петрозаводск	51,2 (920)	36,3 (253)	29,8 (251)
С.-Петербург	52,4 (1532)	21,9 (189)	11,3 (51)
Ставрополь	20,3 (2843)	14,3 (1013)	13,6 (1544)
Смоленск	25,5 (482)	16,9 (155)	12,4 (160)
Среднее	34,2 (24742)	22,6 (7799)	18,5 (9275)

Результаты оценки процента ложной идентификации гроз и число неподтвержденных станциями ННС случаев гроз (в скобках) по каждой позиции ДМРЛ (ДМРЛ-С) за период май – сентябрь 2015 г.

Слева направо перечислены значения, соответствующие вероятностным градациям радиолокационного распознавания гроз 30-70%, 70-90% и 90-100%

5.2 Сопоставление данных наблюдений за количеством жидких осадков, полученных по данным метеорологических радиолокаторов, и сети осадкомерных датчиков на примере ДМРЛ-С Воейково

Сравнительный анализ радиометеорологической информации и данных осадкомерных датчиков о количестве атмосферных осадков, выпавших на территории, ограниченной зоной радиолокационного обзора – также широко используемый метод оценки качества работы МРЛ, позволяющий сделать вывод как о точности калибровки приемопередающих устройств радиолокатора, так и об адекватности действующих критериев распознавания облачности, осадков и ОЯ погоды.

Оценка достоверности радиолокационной информации об осадках, проводимая на основании сопоставления с данными осадкомеров различных модификаций, входит в перечень дополнительных работ штата МРЛ (п. 4.3). По этим оценкам делаются выводы о корректности используемых параметров Z-I-соотношения для различных видов осадков (жидкие, твердые, смешанные, фронтальные, нефронтальные и т.д.), сезона года, географического месторасположения МРЛ.

Работы по сравнению интенсивности и сумм осадков, полученных в результате дистанционных и наземных измерений, входят в перечень обязательных как в период метеорологической адаптации нового радиолокационного оборудования на позиции, так и в процессе его оперативной эксплуатации. Опыт подобного рода исследований накоплен и непрерывно совершенствуется в НИУ Росгидромета (ГГИ, ГГО, ЦАО, ВГИ, Гидрометцентр и т.д.), осуществляющих контроль радиолокационных метеорологических наблюдений.

До настоящего времени в ГГО эта работа проводилась с использованием радиолокационных карт «Суммы осадков за 12 часов» низкого разрешения (4x4 км), формируемых два раза в сутки программным обеспечением МРЛ и передаваемых в сеть АСПД Росгидромета, и полусуточных данных о накопленных суммах осадков, получаемых с ННС Росгидромета.

Ввод в эксплуатацию ДМРЛ-С Воейково дал доступ к радиолокационным данным высокого разрешения (1x1 км) и совпал с организацией и внедрением в оперативную работу плотной сети измерения количества атмосферных осадков (АИС «Осадки») ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» на базе 34 осадкомерных датчиков ОТТ Pluvio2 200 (далее Pluvio), размещенных на территории Санкт-Петербурга и ближайших городов.

Осадкомеры Pluvio автоматически измеряют и с периодичностью раз в пять минут передают информацию о количестве выпавших осадков в точке измерения. Такой «учащенный» режим получения данных Pluvio о суммах осадков, одновременно с 10-минутным периодом обновления информации ДМРЛ-С, позволил по окончании теплого периода 2015 года, во-первых, проанализировать взаимосвязь сумм осадков, полученных по результатам прямых измерений Pluvio (Q_{PLUVIO}) и косвенных измерений ДМРЛ-С (Q_{DMRL}) за разные периоды накопления, во-вторых, оценить качество построения ПО «ГИМЕТ-2010» карт сумм жидких осадков с привлечением данных сертифицированных осадкомерных датчиков Pluvio, расположенных в пределах ближней зоны обзора ДМРЛ-С.

С начала мая по конец сентября 2015 года к анализу были привлечены 45 случаев прохождения осадкообразующих облаков над территорией Санкт-Петербурга и ближайших пригородов. Выборка пар значений Q_{DMRL} и Q_{PLUVIO} формировалась в конце каждого периода наблюдений (по окончании каждого часа – для карт «Сумма осадков за час», по окончании трехчасового периода – для карт «Сумма осадков за три часа» и т.д.) и в результате накопления 5-минутных значений количества осадков Pluvio.

Результаты сравнения Q_{DMRL} и Q_{PLUVIO} продемонстрированы в таблице 8 (с разбивкой на 6 градаций сумм осадков) со следующими обозначениями и расчетными характеристиками:

- N – количество элементов выборки;
- $N(-\Delta)$ – количество случаев с отрицательным отклонением (занижением показаний ДМРЛ-С относительно Pluvio);
- $N(+\Delta)$ – количество случаев с положительным отклонением (завышение показаний ДМРЛ-С относительно Pluvio);
- $\text{Min } \Delta$ (мм) – минимальное отклонение показаний ДМРЛ-С относительно Pluvio;
- $\text{Max } \Delta$ (мм) – максимальное отклонение показаний ДМРЛ-С относительно Pluvio;

- RMSE (root-mean-square error) – среднеквадратическая ошибка:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (Q_{DMRL i} - Q_{Pluvio i})^2}{N}}$$

где: $Q_{DMRL i}$ – i -ое значение количества осадков, полученное ДМРЛ-С,
 $Q_{Pluvio i}$ – i -ое значение количества осадков, полученное по результатам суммирования измерений осадкомеров Pluvio;

- MRE (mean-releative error) – средняя относительная ошибка измерений:

$$MRE = \frac{\sum_{i=1}^N (|Q_{DMRL i} - Q_{Pluvio i}| / Q_{Pluvio i})}{N} \cdot 100\%$$

Таблица 8

Результаты сопоставления количества жидких осадков, полученных по данным измерений Pluvio и ДМРЛ-С

Период	Градация, мм	N	N(-Δ)	Min Δ, мм	N(+Δ)	Max Δ, мм	RMSE	MRE
1 час	общее	7953	2717(35%)	-33.8	5236(65%)	40.3	1.6	172%
	0-2	6548	1803(28%)	-1.9	4745(72%)	12.9	0.9	197%
	2-5	1224	792(65%)	-4.9	432(35%)	23.4	2.3	56%
	5-10	148	97(66%)	-6.2	51(34%)	18.8	3.9	46%
	10-15	23	19(83%)	-13.7	4(17%)	40.3	10.7	58%
	15-20	4	3(75%)	-4.9	1(25%)	22.0	11.6	47%
	>20	6	3(50%)	-33.8	3(50%)	30.8	20.2	45%
3 часа	общее	3349	547(17%)	-44.0	2802(83%)	40.3	2.4	277%
	0-2	2386	249(11%)	-1.1	2137(89%)	15.8	1.5	371%
	2-5	648	177(28%)	-3.5	471(72%)	10.7	2.1	49%
	5-10	242	89(37%)	-6.5	153(63%)	25.8	3.5	34%
	10-15	49	19(39%)	-13.7	30(61%)	40.3	7.4	34%
	15-20	13	9(70%)	-12.9	4(30%)	20.1	7.6	30%
	>20	11	4(37%)	-44.0	7(63%)	32.7	20.2	36%

Таблица 8 (Продолжение)

Результаты сопоставления количества жидких осадков,
полученных по данным измерений Pluvio и ДМРЛ-С

Период	Градация, мм	N	N(-Δ)	Min Δ, мм	N(+Δ)	Max Δ, мм	RMSE	MRE
6 часов	общее	1891	249(14%)	-41.7	1642(86%)	42.7	3.3	324%
	0-2	1061	67(7%)	-1.1	994(93%)	11.4	1.8	532%
	2-5	481	73(16%)	-3.4	408(84%)	16.1	3.1	76%
	5-10	228	69(31%)	-6.5	159(69%)	26.3	4.1	35%
	10-15	82	23(29%)	-13.6	59(71%)	42.7	6.2	29%
	15-20	26	13(50%)	-11.6	13(50%)	6.8	4.1	19%
	>20	13	4(31%)	-41.7	9(69%)	33.4	19.6	38%
12 часов	общее	891	110(13%)	-41.7	781(87%)	65.3	4.9	341%
	0-2	353	14(4%)	-1.1	339(96%)	15.6	2.4	782%
	2-5	203	18(9%)	-2.4	185(91%)	23.3	3.6	81%
	5-10	158	26(17%)	-4.0	132(83%)	26.3	4.1	40%
	10-15	92	29(32%)	-6.6	63(68%)	20.6	4.9	27%
	15-20	57	17(30%)	-15.4	40(70%)	24.9	6.4	28%
	>20	28	6(22%)	-41.7	22(78%)	65.3	18.5	39%
24 часа	общее	246	37(16%)	-10	209(84%)	29.3	5.9	202%
	0-2	38	0(0%)	-	38(100%)	14.4	3.9	959%
	2-5	55	2(4%)	-1	53(96%)	20.8	5.8	142%
	5-10	46	6(14%)	-2.6	40(86%)	29.3	5.5	49%
	10-15	41	8(20%)	-2.1	33(80%)	25.7	5.8	31%
	15-20	42	10(24%)	-3.3	32(76%)	19.9	6.8	31%
	>20	24	11(46%)	-10	13(54%)	23.2	7.7	26%

Отдельно были исследованы случаи, когда ДМРЛ-С не фиксировал осадки над осадкомерами, а значение Q_{Pluvio} при этом превышало погрешность измерения.

Данные оценки пропусков для каждого периода накопления с указанием максимального значения количества пропущенных осадков приведены в таблице 9.

Таблица 9

Пропуски осадков ДМРЛ-С, фактически наблюдаемых Pluvio

Период	Количество случаев пропуска осадков	Максимальное значение пропущенного количества осадков, мм
1 час	583(7%)	6.45
3 часа	18(0.5%)	6.45
6 часов	2(0.2%)	1.54
12 часов	0(0%)	-
24 часа	0(0%)	-

На рисунке 3 представлены гистограммы значений RMSE (а) и MRE (б) в зависимости от периода суммирования и градации.

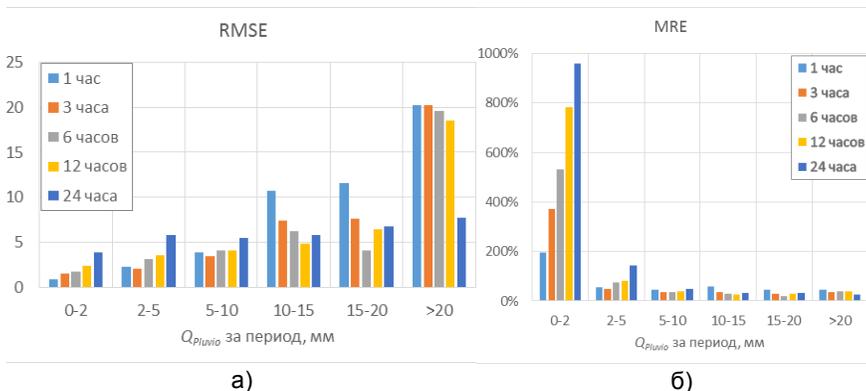


Рисунок 3 – Гистограммы распределения среднеквадратической (а) и относительной (б) ошибок измерения количества осадков

По результатам проводимого сопоставления можно сделать следующие выводы:

- Данные о суммах осадков, формируемые ПО «ГИМЕТ-2010», часто бывают завышенными в сравнении с данными сети АИС «Осадки» (количество случаев $N(-\Delta)$ почти всегда меньше чем $N(+\Delta)$; значение $\text{Max } \Delta$, в основном, превышает по модулю значения $\text{Min } \Delta$).

- Установлено, что ДМРЛ-С с наименьшей погрешностью определяет количество осадков с интенсивностью выпадения 0.8-2.0 мм/час. Наибольшие относительные ошибки восстановления полей количества осадков наблюдаются в градации 0-2 мм для всех периодов накопления. Абсолютная ошибка восстановления полей количества осадков растет с увеличением интенсивности их выпадения.

- С увеличением периода суммирования (с 1 часа до 24 часов) случайные ошибки в расчете накопленных сумм осадков должны взаимоисключаться, но рисунок 3 демонстрирует монотонный рост среднеквадратической ошибки для первых трех градаций интенсивности (0-2, 2-5, 5-10 мм), и только начиная с градации 10-15 мм RMSE имеет тенденцию к уменьшению с увеличением периода суммирования. Минимумы RMSE в градации 10-15 мм 12-часовых сумм, в градации 15-20 мм 6-часовых сумм, в градации >20 мм суточных сумм осадков требуют расширения объема исследуемой выборки.

Перспективными направлениями калибровки данных ДМРЛ-С по осадкомерным измерениям, на наш взгляд, являются:

1. Более эффективная фильтрация отражений от местных предметов и активных помех в продукции ДМРЛ-С, создающих мнимые зоны осадков даже в антициклональную погоду.
2. Более эффективный учет ослабления энергии радиоволн на трассе в зависимости от интенсивности и протяженности зон экранирующих осадков.
3. Адаптивный подбор параметров $Z-I$ – соотношения в каждом конкретном месте установки ДМРЛ-С с учетом региональных особенностей.

Выводы

1. Согласно двум федерально-целевым программам (ФЦП) (ФЦП *"Создание и развитие системы мониторинга геофизической обстановки над территорией РФ на 2008-2015 годы"* и ФЦП *"Развитие транспортной системы России (2010-2020 годы)"*), подпрограмма *"Гражданская авиация"*) конечной целью модернизации радиолокационной сети Росгидромета является создание к концу 2020 года единого радиолокационного метеорологического поля на территории РФ за счет установки 140 доплеровских метеорологических радиолокаторов нового поколения.

2. В течение 2015 года на сети «МРЛ-Штормооповещения» наблюдения в оперативном режиме проводили 20 единиц ДМРЛ-С и 17 единиц МРЛ-5. По-прежнему, темпы вывода из эксплуатации МРЛ-5 (в среднем, по 5-7 единиц в год) значительно опережают процесс установки ДМРЛ-С, предусмотренных графиком ФЦП.

Основными причинами прекращения наблюдений с использованием МРЛ-5 являются:

- выработанный технический ресурс основных узлов МРЛ-5, фактическое отсутствие основных комплектующих (приборов СВЧ, магнетронов, угольных щеток и т.д.), коррозирование волноводного тракта и вращочленений радиолокатора;
- неудовлетворительное состояние зданий и рабочих помещений МРЛ, на протяжении нескольких лет нуждающихся в проведении капитального ремонта;
- неукомплектованность штата рабочей группы МРЛ, возникающая вследствие длительного недофинансирования всей наблюдательной сети Росгидромета.

3. Основными трудностями в эксплуатации МРЛ-5 (помимо вышеперечисленных) по-прежнему остаются:

- плохая укомплектованность МРЛ-5 ЗИПами (на большинстве МРЛ ЗИП фактически отсутствует);
- текучесть кадров, особенно инженеров по радиолокации, работа в качестве инженеров по радиолокации совместителей;
- ежегодное ухудшение на большинстве МРЛ условий радиолокационного обзора, в основном, из-за роста деревьев и высотной застройки;
- недостаток данных аэрологического зондирования;

- разрушение лакокрасочного покрытия ветрозащитных колпаков МРЛ, приводящее к ослаблению радиоволн в колпаке и снижению достоверности получаемой метеорологической информации на 10-12%;
 - недостаточный уровень знаний у персонала автоматизированных МРЛ-5 компьютерной техники и отсутствие в штате, на подавляющем большинстве МРЛ, системных администраторов;
 - отсутствие централизованного обучения специалистов сети МРЛ.
4. ГО обращает внимание, что вывод МРЛ-5 из эксплуатации влечет за собой неоправданные риски для гидрометеорологической безопасности объектов социальной и транспортной инфраструктуры региона. Хозяйствующим подразделениям УГМС, филиалам ФГБУ «Авиаметтелеком Росгидромета» необходимо предусмотреть финансовые расходы, связанные с поддержанием работоспособности МРЛ-5.
5. Несмотря на значительные инвестирования средств в модернизацию радиолокационной метеорологической сети Росгидромета имеются существенные трудности в обеспечении общего качества данных, получаемых с ДМРЛ-С, их интеграции с результатами других радиолокационных систем наблюдений, в том числе и в рамках международного обмена.
6. Обеспечение постоянного контроля качества данных как отдельных радиолокаторов, так и сети в целом невозможно без участия методических групп при УГМС, а также консолидированного содействия всех профильных НИУ Росгидромета.
7. Объективный контроль качества радиолокационной информации, связанной с ОЯП различных классов, должен осуществляться посредством сопоставления с данными ННС в соответствии с единой методикой, утвержденной компетентной комиссией Росгидромета. Данные грозопеленгационной сети должны использоваться в качестве вспомогательной информации при оценке алгоритмов распознавания гроз.
8. Достоверной информацией об ОЯП, полученной независимым от МРЛ образом, являются режимные данные ННС Росгидромета.
9. Оценка качества работы МРЛ (ДМРЛ-С) и алгоритмов вторичной обработки должна проводиться на основании двух статистических величин – оправдываемости ($P_{OЯ}$) и вероятности ложной идентификации ОЯП ($F_{OЯ}$). Представление данных лишь об оправдываемости ОЯП не способствует формированию объективной точки зрения относительно качества производимых наблюдений.

10. Для легитимного использования информации МРЛ (ДМРЛ-С) в обслуживании авиационных потребителей необходимо ежегодное оформление Удостоверения годности метеоборудования МРЛ (ДМРЛ-С) к эксплуатации. Удостоверение годности выдается на основании комплекта документов, подтверждающих ввод радиолокационного оборудования в оперативную работу, Акта оценки технического состояния и положительных результатов анализа архива радиолокационной метеорологической информации за 3-12 месяцев наблюдений, предшествующих дате обращения.

11. 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 ОГМИ ФГБУ «ГГО»: mrl-voeikovo@yandex.ru.

12. Штату АМРК «АКСОПРИ» необходимо рассмотреть вопрос о предоставлении годового отчета по формам, указанным в РД [2] (Таблицы 8.13-8.14-8.15), т.к. по присланным отчетам нельзя получить представления о работе МРЛ за отчетный период.

13. РД [1], 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. Необходим новый документ (РД), по содержанию и порядку исполнения близкий к [1], максимально адаптированный к новым видам получаемой информации и регламентирующий процесс взаимодействия между всеми НИУ и организациями Росгидромета в вопросах производства наблюдений.

14. По техническим и методическим вопросам эксплуатации МРЛ, получения Удостоверения годности, плана инспекций, консервации и списания радиолокационного оборудования, установки и эксплуатации ДМРЛ-С просьба обращаться:

- к заведующему ОГМИ ФГБУ «ГГО» **Тарабукину Ивану Алексеевичу**
по телефонам: 8 812 297 86 81 (раб.), 8 921 793 99 82 (моб.);

- к заведующей лабораторией научно-методических основ радио-метеорологических наблюдений **Львовой Маргарите Владимировне**
по телефонам: 8 812 297 86 81 (раб.), 8 921 780 10 59 (моб.).

Рекомендации

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.
ГГО располагает контактами фирм, занимающихся реализацией основных электровакуумных приборов СВЧ с гарантией для МРЛ-5. По вопросам их приобретения просьба обращаться к заведующему ОГМИ ФГБУ «ГГО» – И.А. Тарабукину.
3. Принять упреждающие меры для того, чтобы техническая модернизация сети «МРЛ-Штормоповещения» не имела последствий для временных рядов радиолокационных метеорологических данных.
4. По достижении общей наработки 45000, 90000, 135000 часов в обязательном порядке проводить капитальный ремонт МРЛ-5. Средне-восстановительный ремонт осуществлять каждые 10000 часов наработки 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.

Позиция ГГО

в отношении методического сопровождения сети «МРЛ-Штормоповещения».

На все тематические совещания Росгидромета, посвященные проблеме создания, функционирования и методического сопровождения сети «МРЛ-Штормоповещения», ГГО систематически выносит следующие основные вопросы:

1. Соблюдая преемственность в решении задач штормоповещения, метеообеспечения авиации, прогноза опасных гидродинамических явлений после прохождения опытной эксплуатации и метеоадаптации целесообразно включать ДМРЛ-С в состав сети «МРЛ-Штормоповещения».
2. Целесообразно разделение функций оперативного (ФГБУ «ЦАО») и методического руководства («ГГО») сетью «МРЛ-Штормоповещения».
3. 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.
4. Алгоритмы вторичной обработки СПО ДМРЛ-С, критерии распознавания ОЯП должны быть открытыми, обоснованными, прошедшими всеобщее обсуждение.
5. Научно-исследовательские работы по методическому сопровождению сети «МРЛ-Штормоповещения» необходимо планировать совместно со специалистами УГМС, которые имеют большой опыт работы в соответствующем географическом регионе и напрямую заинтересованы в качестве получаемой информации.
6. Для более полной оценки радиолокационных метеорологических данных необходимы научные исследования в течение всего года (а не только в грозовой сезон), включая анализ осенне-зимних явлений (твердых и смешанных осадков) с привлечением специалистов УГМС и НИУ.
7. Для экономии технического ресурса ДМРЛ-С и снижения расходов на его содержание (главным образом электроэнергии) необходим адаптированный к конкретному месту установки радиолокатора график проведения наблюдений за облачностью и опасными явлениями погоды.

Библиография

1. Руководство по производству наблюдений и применению информации с неавтоматизированных радиолокаторов МРЛ-1, МРЛ-2, МРЛ-5. РД 52.04.320-91. Ленинград, Гидрометеиздат, 1974, 344 стр.
2. Методические указания по производству метеорологических радиолокационных наблюдений на ДМРЛ-С на сети Росгидромета. ФГБУ «ГГО», 2013, 178 стр.
3. Правила эксплуатации метеорологического оборудования аэродромов гражданской авиации (ПЭМОА-2009). РД 52.04.716-2009. Санкт-Петербург, Гидрометеиздат 2009, 128 стр.
4. Методические указания по автоматизированной обработке гидрометеорологической информации. Выпуск 3. Метеорологическая информация неавтоматизированных гидрометеорологических станций и постов. Часть 1. Метеорологическая информация станций. Раздел 1. Занесение информации на технический носитель. Обнинск 2000 – 2005 гг.
5. Методические указания по определению шквалов с использованием данных МРЛ. Ленинград, 1988, 18 стр.
6. Методические рекомендации для подготовки и архивации данных на сети МРЛ в коде RADOB. Санкт-Петербург, 2008, 23 стр.
7. Инструкция по подготовке и передаче штормовых сообщений наблюдательными подразделениями. РД 52.04.563-2013. Санкт-Петербург, 2013, 49 стр.
8. 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.