



**Федеральная служба по гидрометеорологии
и мониторингу окружающей среды
(Росгидромет)**



**Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова»
(ФГБУ «ГГО»)**

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПИСЬМО

**ОБ ИТОГАХ РАБОТЫ
РАДИОЛОКАЦИОННОЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ
СЕТИ РОСГИДРОМЕТА
В 2021 ГОДУ**

**Санкт-Петербург
2022 г.**

Методическое руководство радиолокационной метеорологической сетью возложено на Главную геофизическую обсерваторию им. А.И. Воейкова (далее ФГБУ «ГГО») поручением Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды от 29.11.1999 г. № 140-2652.

Согласно действующим нормативным документам, а также Уставу ФГБУ «ГГО» (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 радиолокационной метеорологической сети Росгидромета в 2021 году» (далее Методическое письмо) является официальным изданием ФГБУ «ГГО», ежегодно готовится в рамках выполнения Государственного задания (План НИТР НИУ Росгидромета на 2020-2024 г, тема 2.4 «Развитие и модернизация технологий метеорологических радиолокационных наблюдений», План ОНР НИУ Росгидромета, тема 9.8 «Подготовка Ежегодного аналитического обзора «Заключение о состоянии и работе сети МРЛ Росгидромета за истекший год»).

Методическое письмо составлено на основании обобщения и анализа отчетов, предоставленных сотрудниками радиолокационной метеорологической сети, материалов инспекций ФГБУ «ГГО» за 2021 г. и собственных научных исследований.

Документ подготовили:

И.А. Тарабукин	Заведующий отделом геофизического мониторинга и исследований, в.н.с, к.ф.-м.н.
Е.В. Дорофеев	Заведующий лабораторией, в.н.с., к.ф.-м.н.
М.В. Львова	Заведующая лабораторией, с.н.с.
О.А. Дмитриева	Младший научный сотрудник
А.С. Горбатовская	Младший научный сотрудник
Е.Я. Богомазова	Младший научный сотрудник

Оглавление

Введение	4
1 Область применения.....	6
2 Общие сведения о сети «МРЛ–Штормоповещения»	6
3 Техническое состояние и функционирование МРЛ в период проводимой модернизации	9
3.1 Эксплуатационная надежность аппаратуры МРЛ	10
3.2 Сведения о регулярности работы МРЛ	12
3.3 Плановые и дополнительные работы штата МРЛ.....	16
3.4 Режимные обобщения.....	17
3.5 Трудности в работе специалистов сети МРЛ	18
3.5.1 Неуккомплектованность штата	18
3.5.2 Отсутствие ЗИП.....	20
3.5.3 Состояние зданий и помещений МРЛ.....	21
3.5.4 Условия для обзора. Состояние ветрозащитных укрытий МРЛ.....	21
4 Оценка качества работы МРЛ. Сопоставление радиолокационной информации об опасных явлениях погоды с данными гидрометеорологических станций наземной наблюдательной сети Росгидромета	23
4.1 Оценка качества информации об ОЯ неавтоматизированных МРЛ–5 ...	23
4.2 Оценка качества информации об ОЯ автоматизированных МРЛ-5.....	24
4.2.1 Анализ результатов сопоставления. Оправдываемость (Р _{ОЯ})	25
4.2.2 Оценка оправдываемости ДМРЛ-С при сопоставлении радиолокационной информации об ОЯ из абонентских файлов.....	30
4.2.3 Анализ результатов сопоставления. Ложная идентификация грозового состояния конвективных облаков (F _{ОЯ})	31
Заключение	34
Библиография	36

Введение

В рамках выполнения Государственного задания сотрудниками отдела геофизического мониторинга и исследований (ОГМИ) ведется работа по следующим основным направлениям:

- систематический мониторинг радиолокационной метеорологической сети;
- техническая и методическая помощь сотрудникам радиолокационных позиций;
- приём и анализ актов оценки технического состояния МРЛ (ДМРЛ), оформленных в соответствии с [3], подготовка заключения о технической годности метеооборудования и возможности его использования при метеорологическом обеспечении авиации;
- инспекции МРЛ (ДМРЛ) согласно плану (распоряжению) Росгидромета, оценка технического состояния метеооборудования;
- выдача Удостоверений годности к эксплуатации;
- ежеквартальный прием, обработка и занесение в Банк Данных сети «МРЛ–Штормооповещения» режимных материалов радиолокационных метеорологических наблюдений в коде RADOB, их предоставление в согласованном формате ФГБУ «ВНИИГМИ–МЦД»;
- ведение Банка данных сети «МРЛ–Штормооповещения» (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, разработанными в ФГБУ «ГГО» и прошедшими государственную регистрацию в Федеральном институте промышленной собственности (ФИПС);
- разработка новых и переработка действующих нормативных документов, регламентирующих требования к организации и производству радиолокационных метеорологических наблюдений, в т. ч. об опасных гидрометеорологических явлениях (ОЯ), обработке и контролю данных;
- подготовка ежегодного отчета о работе радиолокационной метеорологической сети в виде Методического письма.

Бо́льшая часть из вышеперечисленных работ проводится с непосредственным участием сотрудников радиолокационной метеорологической сети, осуществляющих круглосуточные наблюдения на радиолокационных позициях, контроль качества получаемой информации, подготовку режимно-справочных материалов и заключительных информационных отчетов.

Совместная работа научно-методической группы ГГО и сотрудников сети ведется непрерывно на протяжении нескольких десятилетий, однако 2020 – 2021 годы стали непростыми как для оперативно-производственной, так и для координационно-методической сферы. Пандемия коронавирусной инфекции внесла коррективы в привычный рабочий график всех сотрудников сети, заставив находить сложные компромиссы между производственной деятельностью и коронавирусными ограничениями, осваивать технологии удаленной работы и профессионального сотрудничества.

Особого внимания заслуживает координация сотрудников МРЛ (ДМРЛ) и инспекционной группы ГГО, совместно осуществляющих выполнение государственного задания по оценке состояния метеорологического оборудования на местах установки. На протяжении 2021 года были выполнены плановые инспекции 7 радиолокационных позиций с соблюдением всех санитарно-эпидемиологических требований, проведено 5 научно-методических семинаров с синоптиками и метеорологами ЦГМС, выдано 6 удостоверений годности к эксплуатации МРЛ (ДМРЛ) для метеорологического обеспечения полётов авиации.

ФГБУ «ГГО» выражает благодарность сотрудникам УГМС, ЦГМС, филиалам ФГБУ «Авиаметтелеком Росгидромета» за высоко-профессиональную помощь в проведении инспекций, грамотное оформление и своевременное представление отчетных документов, связанных с эксплуатацией МРЛ.

1 Область применения

Данное Методическое письмо предназначено для руководителей и специалистов авиационных подразделений (АМЦ, АМСГ, ФГБУ «Авиаметтелеком Росгидромета»), управлений и центров по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (ФГБУ «УГМС», «ЦГМС»), ответственных за эксплуатацию сетевых МРЛ, АМРК, ДМРЛ, ДМРЛ–С, осуществляющих круглосуточные наблюдения на радиолокационных позициях и использующих метеорологическую радиолокационную информацию в оперативной практике.

2 Общие сведения о сети «МРЛ–Штормоповещения»

В 2021 г. контроль за состоянием и работоспособностью действующих локаторов сети осуществляли (на местном уровне) 16 территориальных УГМС Росгидромета. В соответствии со своими уставами, УГМС несут ответственность за организацию работы штата МРЛ (ДМРЛ–С), надежное функционирование радиолокационной аппаратуры, полноту и качество получаемой и передаваемой метеорологической информации.

Сеть метеорологических радиолокаторов, схематично изображенная на рис. 1, в 2021 г. включает 9 *эксплуатируемых* единиц некогерентных метеорадиолокаторов типа МРЛ–5; 37 единиц ДМРЛ–С отечественного производства, введенных в оперативный режим работы, 2 ДМРЛ–С, работающих в тестовом режиме (не прошедшие процедуру метеорологической адаптации) на позициях Орёл, Псков и 3 импортных ДМРЛ.

Метеорадиолокаторы, в основном, принадлежат регионально-распределенным подразделениям Росгидромета, за исключением МРЛ-5 Хабаровск (принадлежит МО РФ). Часть МРЛ сдается в аренду ФГБУ «Авиаметтелеком Росгидромета».

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

Северо-Кавказское УГМС	Центральное УГМС	Западно- Сибирское ГМС	Приволжское УГМС
МРЛ-5 Сочи ДМРЛ Сочи Элиста Мин. Воды Волгоград Краснодар Миллерово Ставрополь	МРЛ-5 Калуга Тверь ДМРЛ Тула Кострома Владимир Смоленск Москва (В)* Москва (П) Москва (Ш)**	МРЛ-5 --- ДМРЛ Барабинск Новосибирск	МРЛ-5 Ульяновск ДМРЛ Самара Оренбург Красный Кут
Северное УГМС	Верхне-Волжское УГМС	Северо-Западное УГМС	Центрально - Черноземное УГМС
МРЛ-5 Сыктывкар ДМРЛ Котлас Вологда Архангельск	МРЛ-5 --- ДМРЛ Киров Ижевск Н.Новгород	МРЛ-5 --- ДМРЛ Валдай*** Псков Вел.Луки Воейково СПБ (Пулково) Петрозаводск	МРЛ-5 --- ДМРЛ Курск Брянск Тамбов Белгород Орёл
Крымское УГМС	УГМС Республики Татарстан	Приморское УГМС	Башкирское УГМС
МРЛ-5 --- ДМРЛ Симферополь	МРЛ-5 --- ДМРЛ Казань	МРЛ-5 --- ДМРЛ Владивосток	МРЛ-5 --- ДМРЛ Уфа
Уральское УГМС	Забайкальское УГМС	Дальневосточное УГМС	Камчатское УГМС
МРЛ-5 Екатеринбург Пермь	МРЛ-5 Чита ДМРЛ ---	МРЛ-5 Хабаровск ДМРЛ ---	МРЛ-5 --- ДМРЛ Петр.-Камчатский

■ МРЛ-5 МЕРКОМ
■ МРЛ-5 АКСОПРИ
■ МРЛ-5 Метеоячейка
■ ДМРЛ-С «ГИМЕТ-2010»
■ ДМРЛ «Метеор-Метеоячейка»

Рисунок 1. Структурная схема функционирования радиолокационной метеорологической сети по состоянию на 1-й квартал 2022 г.

Примечание:

*Владелец и эксплуатант ДМРЛ-С Москва Внуково – ФГБУ «ГАМЦ Росгидромета».

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

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

Рисунок 1 наглядно иллюстрирует функционирующие на территории каждого УГМС метеородиолокаторы.

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

ДМРЛ-С с ПО вторичной обработки «ГИМЕТ-2010», установленные в рамках ФЦП в 2010-2021 гг., 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 г. Эксплуатируется ФГБУ «СЦГМС ЧАМ».
- ДМРЛ Санкт-Петербург («Метеор 500С» немецкой фирмы «Selex Si/Gematronik» с программным обеспечением «Метеор-Метеоячейка»). Эксплуатируется Северо-Западным филиалом ФГБУ «Авиаметтелеком Росгидромета».
- ДМРЛ Симферополь («Метеор 635С» немецкой фирмы «Selex Si/Gematronik» с программным обеспечением «Метеор-Метеоячейка»). Эксплуатируется Крымским филиалом ФГБУ «Авиаметтелеком Росгидромета».

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 по-прежнему задействовано от 1 до 5 МРЛ. Как и в 2020 году, 9 УГМС в структуре Росгидромета не имеют на своей территории источника радиолокационной метеорологической информации.

3 Техническое состояние и функционирование МРЛ в период проводимой модернизации

С начала программы модернизации количество МРЛ-5 уменьшилось втрое и продолжает активно сокращаться (для сравнения – 33 позиции в 2010 г., 9 работающих позиций в 1 квартале 2021 г.). Между тем, большинство из МРЛ находились в удовлетворительном техническом состоянии: часть из них была законсервирована при общей наработке, едва достигшей отметки, рекомендованной для проведения первого средне-восстановительного ремонта радиолокационного оборудования (20 000 ч). Однако, по мнению эксплуатирующих подразделений, дальнейшее использование МРЛ-5 в целях штормового оповещения и метеобеспечения авиации признано нецелесообразным.

Руководство УГМС и филиалов ФГБУ «Авиаметтелеком 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.

Так, работа МРЛ-5 Симферополь прекращена по инициативе руководства Крымского филиала ФГБУ «Авиаметтелеком Росгидромета» ввиду автоматизации и запуска в оперативную работу ДМРЛ Симферополь в сентябре 2018 г. Между тем, серьезная поломка ДМРЛ в начале 2019 г. (выход из строя магнетрона импортного производства и длительный процесс его закупки) оставила синоптиков АМЦ без радиолокационной информации. ДМРЛ Симферополь четвертый год находится на консервации.

В 2021 году продолжилось сокращение радиолокационной метеорологической сети за счёт остановки наблюдений и дальнейшего вывода из эксплуатации МРЛ-5 Анапа.

В конце 2021 года в связи с сокращением штата остановлена работа МРЛ-5 Сочи. Вопрос целесообразности дальнейшей эксплуатации МРЛ-5 вынесен на обсуждение ФГБУ «Авиаметтелеком Росгидромета».

Напоминаем, что 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.).

3.1 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 ЗИП, недостаток квалифицированных кадров, как следствие недостаточного и несвоевременного финансирования, но даже в условиях кризиса МРЛ продолжают свою работу благодаря усилиям сотрудников, содействию руководства подразделений Росгидромета и ФГБУ «ГГО».

Оценка эксплуатационной надежности аппаратуры МРЛ проводится на основании показателя наработки на отказ (среднего времени работы аппаратуры между отказами) в 2021 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, функционирующего на сети «МРЛ–Штормоповещения».

Таблица составлена по убыванию показателя эксплуатационной надежности.

Примечание к таблице 1.

- В таблице учитывались исключительно отказы аппаратуры МРЛ. Выходы из строя программного обеспечения АМПК в учет не принимались.
- Оранжевым маркером выделены показатели эксплуатационной надежности ДМРЛ немецкой фирмы «Selex Si/Gematronik» с программным обеспечением «Метеор–Метеоячейка».
- Голубым маркером для наглядности выделены показатели эксплуатационной надежности неавтоматизированных МРЛ–5.

Примечание: Данные о годовой наработке и эксплуатационной надежности ДМРЛ–С систематизируются и обобщаются в методических письмах об итогах работы сети ДМРЛ Росгидромета ФГБУ «ЦАО».

Таблица 1

Эксплуатационная надежность аппаратуры МРЛ в 2021 г.

Место установки МРЛ	Наработка за период эксплуатации (час)	Наработка за 2020 г. (час)	Число отказов МРЛ	Эксплуатационная надежность (час/отказ) МРЛ
СПб (Пулково)	126753	8353	5	1671
Тверь	211998	8638	6	1440
Ульяновск	38163	1052	1	1052
Хабаровск	57495	1003	1	1003
Сочи	71085	3725	4	931
Калуга	222950	8200	9	911
Сыктывкар	48200	760	1	760
Чита	26959	652	1	652
Екатеринбург	65803	2833	5	567
Пермь	45498	2281	5	456

Как видно из табл. 1, эксплуатационная надежность отдельных МРЛ варьирует в широких пределах. Это объясняется различной длительностью эксплуатации, техническим состоянием МРЛ и опытом (квалификацией) обслуживающего персонала. Средняя наработка на отказ для МРЛ–5 (авт. и неавт.) в 2021 году составила 864 час/отказ. Эксплуатационная надежность ДМРЛ импортного производства остаётся стабильно высокой.

Обращают на себя внимание эксплуатационные характеристики МРЛ–5 в г. Тверь. Несмотря на рекордную для сети наработку (более 200 тыс. ч), регламент проведения наблюдений МРЛ-5 на протяжении нескольких лет близок к аналогичному для современных радиолокаторов, осуществляющих круглосуточные наблюдения с 10–минутным темпом обновления информации. Время ежегодной наработки МРЛ-5 Калуга остается по-прежнему высоким, но третий год подряд наблюдается большое количество отказов МРЛ по технической причине.

3.2 Сведения о регулярности работы МРЛ

Информация о количестве наблюдений, произведенных и пропущенных в синоптические сроки (табл. 2), позволяет рассчитать показатель регулярности работы МРЛ, произвести контроль полноты архива режимных радиометеорологических данных (раздел 5.4).

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]. Отчет о работе каждого МРЛ должен в явном виде содержать сведения (согласно табл. 8.16 [1]):

- об общем количестве произведенных наблюдений;
- о количестве наблюдений, произведенных в синоптические сроки / ежечасно / в режиме «шторм»;
- о причинах пропуска наблюдений в основные синоптические сроки (1. *техническая причина*: выход из строя оборудования МРЛ/ АМРК, 2. *отсутствие электроэнергии / сбой связанного оборудования*, 3. *регламентные профилактические работы*, 4. *отмена наблюдений* вышестоящими органами ввиду длительного отсутствия радиоэха);
- о регулярности работы МРЛ.

Следует напомнить, что регламентные профилактические работы и отмена наблюдений ввиду, например, установившегося блокирующего антициклона (благоприятная синоптическая обстановка) относятся к так называемым «невыполненным по объективным причинам» и не должны влиять на показатель регулярности работы МРЛ.

Просьба обратить внимание сотрудников МРЛ–5 Тверь, Калуга, Сочи на информацию данного пункта. Годовой отчет, подготовленный по форме ЗАО «ИРАМ», предназначен для общения с разработчиком системы автоматизации МРЛ «Метеоячейка» и не удовлетворяет требованиям руководящих документов Росгидромета.

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» прекращение радиометеорологических

наблюдений с использованием МРЛ–5 в г. Чита в холодный период года. Ввиду этого обстоятельства по количеству произведенных наблюдений МРЛ–5 в г. Чита ежегодно уступает остальным МРЛ сети, сохраняя регулярность работы станции на высоком уровне. Аналогичная ситуация с МРЛ-5 Хабаровск. Радиолокатор не функционирует в холодный период года.

Большинство сотрудников МРЛ согласовывают собственный график производства наблюдений в антициклоническую погоду с вышестоящими органами. Такой 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. ФГБУ «ГГО» не возражает против такого взаимодействия, но просит указывать в годовых отчетах количество отмененных синоптических сроков.

Таблица 2

Регулярность работы (R) МРЛ в 2021 году

Место установки МРЛ	Общее кол-во произв. наблюд.	Кол-во наблюд., произв. в син. сроки	Кол-во наблюд, пропущ. в син. сроки	Причина пропусков	R (%)
Сыктывкар	1131	291	52	технич. – 2, проф. – 50	99,9
Ульяновск	3231	2919	1	технич. – 1	99,9
Чита	5426	1706	6	технич. – 6	99,6
Тверь	51831	2879	585	технич. – 513, э/э - 72	98,9
Екатеринбург	10702	2812	108	технич. – 40, проф. – 68	98,6

Место установки МРЛ	Общее кол-во произв. наблюд.	Кол-во наблюд., произв. в син. сроки	Кол-во наблюд, пропущ. в син. сроки	Причина пропусков	R (%)
СПб	51120	2840	55	технич. – 55	98,1
Пермь	8441	2773	147	технич. – 63, проф. – 71, отмена – 12 э/э – 1	97,7
Калуга	-	-	34	технич. – 34	96,2
Хабаровск	3655	1472	178	технич. – 136, проф. – 42	90,8
Сочи	7484	2119	617	технич. – 391, отмена – 765, э/э – 2	81,5

Примечание к таблице 2.

- Таблица составлена по убыванию показателя регулярности работы МРЛ.
- В соответствии с [1], при подсчете регулярности работы МРЛ учитываются синоптические сроки, пропущенные только по техническим причинам.

Возникающие технические неисправности МРЛ, как и в прошлом году, являются основной причиной пропуска радиометеорологических наблюдений в синоптические сроки. Отсутствие в ЗИПе (и на российском рынке) большой номенклатуры комплектующих МРЛ-5, а также недостаток во многих регионах специалистов, способных осуществлять качественный и своевременный ремонт радиолокационного оборудования, приводит к длительным простоям МРЛ.

Случаи пропуска наблюдений, связанные с проблемами электроснабжения и сбоями связного оборудования – единичны.

Иначе обстоит дело с расчетом регулярности работы ДМРЛ–С. Согласно техническому проекту эксплуатации ДМРЛ–С подразумевает его непрерывную круглосуточную работу в течение года, т. е. 52 560 обзоров в 2021 году (нет разделения на синоптические, ежечасные и штормовые виды наблюдений). Сокращение запланированного количества обзоров может возникнуть вследствие технической аварии ДМРЛ-С, в этом случае время простоя радиолокатора отразится на показателе регулярности наблюдений. Подробные данные о количестве произведенных наблюдений, количестве и причине отказов, времени простоя, регулярности работы ДМРЛ–С публикует ФГБУ «ЦАО» в ежегодном методическом письме об итогах работы сети ДМРЛ Росгидромета.

На основании регулярного опроса в 2015 – 2020 гг. 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). В настоящий момент указанной наработки достигли 90% эксплуатируемых ДМРЛ–С. В Росгидромете по-прежнему отсутствует четкая позиция относительно постгарантийного технического обслуживания ДМРЛ–С, восстановительный ремонт производится за счет эксплуатирующих организаций, зачастую не имеющих специалистов и финансовых средств для решения этих задач.

3.3 Плановые и дополнительные работы штата МРЛ

В 2021 г. 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] – 6 МРЛ;
- определение видимости в твердых и смешанных осадках – 6 МРЛ;
- определение интенсивности обледенения и турбулентности (болтанки) - 3 МРЛ;
- определение электроактивных зон в слоистообразных облаках – 4 МРЛ.

2) Неоперативные работы:

- расчет региональных радиолокационных характеристик гроз, проверка надежности алгоритмов принятия решений об опасных явлениях погоды – 8 МРЛ;
- анализ неоправдавшихся ОЯП – 8 МРЛ;
- сопоставление накопленных сумм осадков по данным МРЛ и ННС – 5 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 – 6 МРЛ;
- заполнение в течение года журнала с данными ближней зоны – 3 МРЛ;
- использование информации МРЛ для подготовки ежегодных климатологических обобщений – 1 МРЛ;
- проведение технического обучения, прием зачетов при подготовке к теплому, холодному и переходному периодам, занятия по технике безопасности и противопожарные мероприятия – 8 МРЛ.

3.4 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 2021 г. режимно-справочный Банк данных ежеквартально пополняется радиометеорологической информацией следующих МРЛ–5:

- Сыктывкар,
- Ульяновск,
- Екатеринбург, Пермь,
- Чита,
- Сочи.

Наряду с МРЛ-5 кодом RADOB кодируются данные ДМРЛ:

- Санкт-Петербург (Пулково).

В 2021 году в поступивших материалах отсутствовали телеграммы, не прошедшие синтаксический (семантический) контроль программными средствами ФГБУ «ГГО». Таким образом, в связи с установкой средств программного контроля на местах и осуществлением регулярной проверки архивной радиолокационной информации сотрудниками МРЛ (п. 3.3), удалось полностью исключить случаи некорректного кодирования результатов обзора.

На протяжении нескольких лет режимные радиолокационные данные не поступают от МРЛ–5 гг. Тверь, Калуга (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.

3.5 Трудности в работе специалистов сети МРЛ

3.5.1 Неукомплектованность штата

Неукомплектованность штата возникает, в основном, как следствие недостаточного финансирования.

Постоянная текучесть кадров, совместительская занятость 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 7 до 8 человек.

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

- МРЛ–5 Чита – штат состоит из 6 человек (укомплектован на 74%),
- МРЛ–5 Хабаровск – штат состоит из 3 человек (укомплектован на 75%).

В связи с уходом на заслуженный отдых инженера-радиометеоролога МРЛ–5 Сыктывкар прекращено выполнение всех видов методических работ, связанных с эксплуатацией неавтоматизированного радиолокатора типа МРЛ–5. Попытки привлечь к данной работе нового специалиста пока не принесли результата.

С прискорбием сообщаем, что в конце 2021 года ушел из жизни инженер по эксплуатации оборудования и систем МРЛ-5 Сочи В.В. Мелещенко, более 50 лет посвятивший себя работе в области радиолокационной метеорологии. Дальнейшая эксплуатация МРЛ-5 затруднена в связи с отсутствием в штате профильных специалистов и невозможностью оперативного привлечения на инженерную должность вновь принятых сотрудников.

Средний процент молодых специалистов (до 35 лет), задействованных в производстве радиолокационных метеорологических наблюдений по отношению к общему количеству сотрудников в настоящее время составляет менее 5%, пенсионного возраста – 50%.

Привлечение молодых кадров к работе на МРЛ по-прежнему

остаётся затруднительным. Основными причинами выступают низкий доход, круглосуточная занятость и удаленность месторасположения МРЛ от населенного пункта.

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

Для производства наблюдений на ДМРЛ и ДМРЛ–С, согласно техническому проекту, эксплуатирующие подразделения должны обходиться силами одного специалиста – инженера позиции (с профильным образованием). Кандидатура инженера позиции утверждается руководством УГМС. Перед началом эксплуатации инженер должен прослушать курс лекций по программе «Доплеровский метеорологический радиолокатор ДМРЛ–С» и принять участие в обучении на позиции, проводимом заводом-изготовителем в ходе приемо-сдаточных испытаний. Помимо инженера по радиолокации, УГМС сообщают о необходимости расширения штатного расписания и привлечения к эксплуатации ДМРЛ–С электриков, обеспечивающих бесперебойную работу радиолокатора в соответствии со второй категорией надежности электроснабжения, ИТ-специалистов, ответственных за оперативную передачу информации.

Вопросы интерпретации данных радиолокационных метеорологических наблюдений, их использования в синоптической практике возлагаются на сотрудников синоптической группы ОГМО УГМС/ЦГМС и АМЦ/АМСГ ФГБУ «Авиаметтелеком Росгидромета», которые в условиях дежурной смены и, зачастую, сложной синоптической обстановки в регионе не всегда успевают уделять должного внимания информации ДМРЛ–С и выполнять работы, ранее возлагавшиеся на профильного специалиста – инженера-радиометеоролога. Кроме того, в настоящее время отсутствуют нормативные документы, регламентирующие обязательное использование информации ДМРЛ–С в синоптической практике; привлечение к синоптическому анализу радиолокационных карт метеообстановки в регионе (при наличии МРЛ) имеет рекомендательный характер.

ФГБУ «ГГО» продолжает настаивать на целесообразности сохранения в штате ДМРЛ–С инженера-радиометеоролога, участвующего в контроле качества получаемой информации и подготовке ежегодной отчетной документации.

3.5.2 Отсутствие ЗИП

Все локаторы сети «МРЛ–Штормооповещения» работают в условиях **острой** нехватки ЗИП. Это обстоятельство на протяжении нескольких лет отмечается в каждом годовом отчете. Между тем, недоукомплектованность ЗИП может в любой момент привести к остановке оперативных наблюдений любого из МРЛ–5 на неопределённое время.

Промышленность прекратила выпуск многих электровакуумных приборов, необходимых для штатного функционирования МРЛ. Комплектуемые, приобретаемые у сторонних организаций и зачастую уже имеющие некоторый срок службы, не всегда оказываются качественными и долговечными. В прошлом вопрос поставки и ремонта необходимых ЗИП решался централизованно, на данный момент такая практика отсутствует, ввиду чего возникают длительные простои в наблюдениях.

Наиболее востребованными комплектующими МРЛ по-прежнему остаются магнетроны (МИ–316, МИ–99, МИ–505), тиратроны, лампы ГШ, щетки коллектора.

При информационной поддержке сотрудников ФГБУ «ГГО» Росгидромет регулярно рассматривает предложения научно-производственных организаций по восстановлению элементов ЗИП МРЛ–5. Последним из них было обращение акционерного общества «Нижегородское научно-производственное объединение им. М.В. Фрунзе» (АО «ННПО им. М.В. Фрунзе»), разработчика и производителя современных высокотехнологичных радиоэлектронных приборов военного и гражданского назначения, с инициативой создания так называемого «оборотного фонда» комплектующих для МРЛ–5. Предполагается, что в восстановлении (в соответствии с технической документацией) наиболее востребованных комплектующих МРЛ–5 Росгидромета и Минобороны России примет участие АО «ННПО им. М.В. Фрунзе».

ФГБУ «ГГО» часто одобряет решение УГМС и филиалов ФГБУ «Авиаметтелеком Росгидромета» о списании нефункционирующих МРЛ–5 в пользу доукомплектования ЗИП работающих радиолокаторов. Так в июне 2017 г. был списан МРЛ-5 Самара с дальнейшей передачей комплектующих в ЗИП МРЛ-5 Ульяновск. В 2020 г. ГГО согласовала списание МРЛ-5 Ростов в пользу пополнения ЗИПа МРЛ-5 Сочи. Данная практика позволяет продлить срок эксплуатации МРЛ-5 в регионах с редкой радиолокационной сетью, а потому и чрезвычайно востребованных авиаметподразделениями.

3.5.3 Состояние зданий и помещений МРЛ

В ряде пунктов размещения МРЛ здания и рабочие помещения требуют ремонта. Косметический ремонт внутренних помещений необходим практически всем позициям МРЛ–5.

Негерметичность кровли, оконных рам приводит к повышенной влажности помещений, в которых расположена аппаратная часть МРЛ, создает благоприятные условия для роста грибка и короткого замыкания электрооборудования. Ветхость полов, лестниц и перекрытий делают небезопасными нахождение и перемещение технического персонала МРЛ внутри рабочего помещения.

Еще одна проблема, создающая значительные трудности для персонала в условиях круглосуточных наблюдений – неисправность, а иногда и полное отсутствие системы отопления рабочих помещений (МРЛ–5 Тверь). Зимой температура на рабочих местах техников-метеорологов составляет 12-14 градусов. Сотрудники МРЛ-5 Тверь для обогрева в холодное время года используют самодельные сооружения, подручные средства и бытовые электроприборы, что совершенно недопустимо нормами СанПиНа.

3.5.4 Условия для обзора. Состояние ветрозащитных укрытий МРЛ

Значительные трудности при проведении наблюдений, получении и интерпретации радиолокационной информации создают большие углы закрытия радиогоризонта и неудовлетворительное состояние ветрозащитных укрытий МРЛ.

Из-за роста деревьев условия для обзора на ряде МРЛ с годами продолжают ухудшаться – увеличиваются углы закрытия до 5-7, а иногда 10-15 градусов. Так, позиция установки МРЛ-5 Пермь имеет углы закрытия практически по всем секторам радиолокационного обзора из-за лесного массива, расположенного в непосредственной близости МРЛ (до 16 градусов). Это обстоятельство заметно снижает эффективность наблюдений, влияет на показатели оправдываемости и достоверности радиолокационной информации (п. 4.2).

Руководству подразделений Росгидромета совместно с местными органами власти и лесного хозяйства необходимо регулярно решать вопрос о расчистке углов закрытия радиогоризонта. Непринятие мер приводит

к неэффективному использованию МРЛ в обеспечении информацией прогностических служб.

Обращаем внимание сотрудников всех радиолокационных позиций на необходимость проведения работ, связанных с измерением углов закрытия радиогоризонта. Традиционно, эта работа выполняется с использованием измерительного прибора теодолита. Если углы закрытия созданы исключительно топографическими особенностями местности, то их измерение проводится один раз при вводе в эксплуатацию МРЛ. Если причиной закрытия радиогоризонта является растущий лес или возведение многоэтажных домов, создающих препятствие радиолокационным обзорам на малых углах места в ближней зоне МРЛ, то измерения должны проводиться регулярно.

На некоторых МРЛ–5 происходит разрушение лакокрасочного покрытия ветрозащитного купола антенны, что приводит к ослаблению радиоволн и снижению достоверности получаемой информации. Радиопрозрачный купол антенны требует обязательной покраски, герметизации отверстий и появившихся щелей. При эксплуатации МРЛ в средних широтах страны обновление лакокрасочного покрытия достаточно производить раз в пять лет; в условиях сурового климата, повышенной влажности, большого перепада температур, экстремальных ветровых нагрузках – по мере необходимости.

В 2020 году восстановление лакокрасочного покрытия ветрозащитного купола антенны произведено на МРЛ-5 Чита, в 2021 году – на МРЛ-5 Екатеринбург материалами отечественного производства. Использовалась радиопрозрачная быстросохнущая двухупаковочная защитно-декоративная грунт-эмаль на полиуретановой основе ИНДАКОР УР УФ (www.indakor.ru). Грунт-эмаль предназначена для защитно-декоративного окрашивания металлических и бетонных конструкций, эксплуатирующихся в различных климатических зонах с нормальным и высоким влажностным режимом.

При соблюдении условий окраски покрытие обладает высокими декоративными свойствами, стойкое к УФ-излучению, выдерживает перепад температур при эксплуатации от минус 60 до плюс 120 °.

ИНДАКОР УР УФ колеруется в любой цвет по каталогу RAL. В случае с Екатеринбургом использовались цвета RAL 9016 и 3020.

Хорошие результаты дает покраска металлической конструкции вышки ДМРЛ отечественной краской «Нержамет» с растворителем «Сольвент». Подобная краска использовалась сотрудниками ДМРЛ-С Ставрополь.

4 Оценка качества работы МРЛ. Сопоставление радиолокационной информации об опасных явлениях погоды с данными гидрометеорологических станций наземной наблюдательной сети Росгидромета

4.1 Оценка качества информации об ОЯ неавтоматизированных МРЛ-5

Методика сопоставления радиолокационной и наземной информации об ОЯ для МРЛ-5 описана в [1]. Согласно Руководству по данным МРЛ и наземной наблюдательной сети Росгидромета (ННС) грозы 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 ФГБУ «ГГО» для экспертного анализа.

В таблице 3 приведены значения оправдываемости ($P_{оя}$) в 2019, 2020 и 2021 г. для двух неавтоматизированных МРЛ-5, эксплуатируемых на сети «МРЛ-Штормооповещения».

Таблица 3

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

Место установки МРЛ	$P_{оя}$, %		
	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Сыктывкар	100	89,1	92,9 ↑
Чита	92,0	95,9	96,0 ↑

В 2020 - 2021 гг. упал показатель оправдываемости гроз МРЛ-5 Сыктывкар, ранее никогда не опускавшийся ниже 95%. Это обстоятельство в очередной раз подтверждает необходимость методического сопровождения радиолокационных наблюдений и регулярного критического контроля получаемых данных.

На протяжении многих лет показатель оправдываемости МРЛ-5 Чита остается на стабильно высоком уровне (более 90%), что одновременно с результатами п.4.2 (регулярность работы МРЛ более 90%) методически оценивается на «отлично».

4.2 Оценка качества информации об ОЯ автоматизированных МРЛ

Для целей унификации и повышения объективности информации о качестве работы каждого радиолокатора 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).

Описание основных положений Методики было приведено в предыдущих Методических письмах. Напомним, что информация об ОЯ, полученная в результате обзора МРЛ, представляет собой случай штормового оповещения, подлежащий оценке успешности с привлечением данных ННС Росгидромета.

Одной из ключевых особенностей Методики 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 [9] – ± 5 минут относительно радиолокационного обзора. Тем не менее, в Методике границы сопоставления были расширены до ± 10 минут, что, помимо прочего, сглаживает возможные неточности в наблюдении моментов времени начала/окончания ОЯП на ГМС, а также учитывает время, затрачиваемое на проведение одного радиолокационного обзора.

В течение 2021 г. в ФГБУ «ГГО» традиционно осуществлялся сбор радиолокационных данных с картами распределения ОЯ в коде BUFR. По запросам УГМС передавали данные наземных наблюдений в формате Персона–МИС [5]. Сопоставление производилось с использованием специального программного обеспечения (СПО) «Статистика» [11], в котором реализованы алгоритмы, определенные в Методике.

В результате получены количественные показатели успешности работы для 39 радиолокаторов (5 МРЛ–5 + 33 ДМРЛ–С + 1 ДМРЛ) в части обнаружения и распознавания гроз.

Значения $P_{\text{оя}}$ приведены за каждый месяц грозового сезона отдельно для МРЛ–5 (таблица 4) и ДМРЛ (таблица 5). Значения $F_{\text{оя}}$ рассчитаны в целом за сезон в трех вероятностных градациях радиолокационного распознавания гроз: (R) 30 - 70%; (R) 70 - 90%; (R) >90%.

4.2.1 Анализ результатов сопоставления. *Оправдываемость (Р_{оя})*

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

- 5 МРЛ–5 **81.1 % (5362)**;
- 33 ДМРЛ–С **83.3 % (155457)**;
- 1 ДМРЛ **92.5 % (1946)**.

Величина средней оправдываемости ОЯ для МРЛ–5, четвертый год подряд, уступает аналогичному показателю ДМРЛ. Это, очевидно, связано и со стремительным износом радиолокационного оборудования, и с прогрессирующим ухудшением условий для обзора.

Ввиду того, что условия для обзора на некоторых позициях МРЛ–5 (Пермь, Анапа, Сочи и др.) не позволяют формировать объективную радиолокационную картину в радиусе 200 км, но, тем не менее, данные МРЛ–5 востребованы службами аэропортов, вблизи которых функционируют радиолокаторы, было принято решение о расчёте оправдываемости в радиусе 100 км. В таблице 4 отображены результаты расчёта.

Максимальное значение показателя оправдываемости второй год подряд достигнуто на позиции МРЛ–5 Калуга (86,7 %). Оправдываемость МРЛ-5 Пермь не рассчитана ввиду неудовлетворительного технического состояния МРЛ: импульсная мощность передатчика не превышает 100 кВт при необходимых значениях 130 – 300 кВт. В 2022 году запланирована инспекция МРЛ-5 Пермь.

Среди ДМРЛ (ДМРЛ–С) наивысший показатель оправдываемости по-прежнему у ДМРЛ в г. Санкт-Петербург «Пулково» (92.5 %), минимальный – у ДМРЛ–С в г. Оренбург (71,3 %).

Напоминаем, что в соответствии с положениями Методики, работа радиолокаторов с показателем средней оправдываемости более 80% оценивается на «отлично». Этот показатель в 2021 году превысили три МРЛ-5 (Калуга, Тверь, Ульяновск); двадцать три ДМРЛ–С (Архангельск, Барабинск, Белгород, Валдай, Великие Луки, Владимир, Внуково, Воейково, Ижевск, Казань, Киров, Кострома, Краснодар, Красный Кут, Курск, Миллерово, Новосибирск, Петрозаводск, Самара, Ставрополь, Тамбов, Тула, Уфа) и ДМРЛ в Пулково. Итоги работы большей части радиолокаторов оцениваются на «хорошо».

Таблица 4

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

Позиция	май'21	июнь'21	июль'21	август'21	сентябрь'21	май-сент.'21
Екатеринбург (9)	63.9 (46)	63.8 (81)	66.8 (183)	82.3 (121)	55.6 (5)	70,1 (436) ↑
Калуга (9)	83.7 (380)	85.7 (989)	81.9 (149)	91.4 (490)	89.7 (165)	86,7 (2173) ↓
Пермь ¹	-	-	-	-	-	-
Сочи (7)	64.1 (59)	68.3 (215)	58.6 (214)	67.3 (381)	76.7 (161)	67,0 (1030) ↓
Тверь (5)	93.6 (117)	80.3 (375)	95.3 (241)	82.9 (334)	100.0 (4)	86,0 (1071) ↑
Ульяновск (7)	94,0 (94)	80.7 (289)	84.1 (227)	74.4 (29)	100 (13)	83,9 (652) ↑
Среднее	83,8 (696)	81,1 (1949)	77,9 (1014)	81,4 (1355)	83,7 (348)	81,1 (5362)

Примечание к табл. 4-5:

- В столбце «Позиция» в скобках указано количество метеостанций, привлекаемых к сопоставлению в зоне обзора указанного МРЛ (ДМРЛ, ДМРЛ–С): от 6 до 34 метеостанций.
- В остальных столбцах в скобках указано количество случаев совпадения информации о грозах МРЛ (ДМРЛ, ДМРЛ–С) и станций ННС.

¹ Оправдываемость МРЛ-5 Пермь не рассчитана ввиду неудовлетворительного технического состояния МРЛ

Таблица 5

Результаты оценки оправдываемости (%) и число случаев (в скобках) обнаружения ДМРЛ (ДМРЛ–С) грозовых облаков, подтвержденных наземными данными

Позиция	май'21	июнь'21	июль'21	август'21	сентябрь'21	май-сент.'21
Архангельск (11)	80,1 (157)	81,3 (442)	83,1 (286)	79,6 (292)	0 (0)	81,2 (1177) ↑
Барабинск (19)	88,8 (524)	85,4 (352)	78,4 (773)	77,1 (723)	59,3 (32)	81,0 (2404) ↑
Белгород (11)	89,4 (227)	90,8 (1538)	84,3 (678)	81,3 (765)	87,5 (7)	87,1 (3215) ↑
Брянск (21)	84,8 (1031)	80,2 (2206)	77,5 (1248)	73,5 (1470)	87,8 (201)	79,1 (6156) ↑
Валдай (20)	88 (528)	84,6 (1081)	89,7 (907)	84,3 (911)	96,8 (30)	86,5 (3457) ↓
Великие Луки (11)	86,6 (348)	83,2 (580)	85,1 (575)	76,2 (445)	91,7 (11)	82,8 (1959) ↑
Владивосток (16) ¹	-	-	-	-	-	-
Владимир (33)	84,4 (1634)	85,4 (2199)	83,9 (1233)	76,7 (1777)	89,7 (260)	82,9 (7103)
Внуково (34)	86,7 (1037)	87,5 (2845)	85,7 (1104)	83,3 (1900)	93 (266)	86,2 (7152) ↑
Воейково (19)	91,2 (866)	91,5 (388)	92,9 (711)	88,7 (471)	92,3 (12)	91,3 (2448) ↑
Волгоград (16)	78,3 (295)	74,9 (1300)	69,1 (722)	70,5 (768)	53,7 (137)	72,0 (3222) ↓
Вологда (18)	75,4 (715)	78,8 (1365)	100 (4) ²	78,0 (878)	82,4 (14)	77,8 (2976) ↑
Ижевск (22)	81,2 (332)	79,7 (1456)	82,2 (1696)	83,2 (590)	75,3 (110)	81,2 (4181) ↑
Казань (24)	91,3 (569)	81,7 (1609)	78,9 (1899)	84,4 (482)	92,2 (59)	82,1 (4618) ↑
Киров (20)	89,2 (588)	84,9 (1658)	87,7 (1830)	84,6 (759)	82,2 (88)	86,4 (4923) ↑
Кострома (22)	87,3 (1213)	86,2 (2133)	87 (999)	77,5 (1171)	90,7 (215)	85,0 (5731) ↑

Позиция	май'21	июнь'21	июль'21	август'21	сентябрь'21	май-сент.'21
Котлас (10)	85,8 (521)	74,6 (842)	79,4 (612)	65,0 (435)	0 (0)	76,5 (2410) ↓
Краснодар (34)	81,9 (977)	87,9 (3882)	83,7 (2405)	85,9 (4325)	82,3 (2394)	85,2 (13983) ↑
Красный Кут (11)	-	-	-	86,8 (151)	84,9 (56)	86,3 (207) ³
Курск (25)	89 (982)	87,9 (3240)	84,6 (1514)	79,6 (1542)	91,7 (33)	85,6 (7311) ↓
Миллерово (14)	86 (308)	79,4 (1539)	78,7 (1020)	87,1 (688)	74,6 (185)	80,9 (3740) ↑
Мин. Воды (28)	80,7 (1585)	78 (3016)	70,4 (1355)	82,4 (2857)	69,6 (694)	78,1 (9507) ↑
Н. Новгород (28)	77,5 (862)	81 (2073)	84,7 (1464)	67,4 (829)	85,3 (162)	79,5 (5390) ↑
Новосибирск (25)	84,9 (478)	85 (693)	79,7 (1306)	85,5 (1425)	45,6 (36)	83,1 (3938) ↓
Оренбург (15)	87 (414)	69,1 (1176)	63,6 (360)	63,1 (89)	42,3 (11)	71,3 (2050) ↑
Петрозаводск (12)	87,1 (351)	90,2 (421)	89,6 (346)	82,5 (240)	80,0 (4)	87,9 (1362) ↑
П.-Камчатский (14)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	95,0 (19)	0 (0)	95,0 (19) ⁴ ↑
Профсоюзная ⁵	-	-	-	-	-	-
Самара (21)	91,4 (702)	87,1 (2771)	81,3 (1238)	93,2 (233)	92,7 (165)	86,7 (5109) ↓
Смоленск (12)	81,8 (338)	76,2 (1261)	77,2 (692)	74,3 (1164)	87,3 (110)	76,6 (3565) ↓
Ставрополь (33)	83,9 (1688)	83,7 (4270)	76,4 (1751)	84,1 (4207)	69,8 (1066)	81,7 (12982) ↑
Тамбов (23)	88,7 (258)	94,4 (3815)	90,1 (817)	86,4 (941)	77,3 (150)	91,9 (5981) ↓
Тула (34)	91,8 (1069)	91,4 (3631)	88,4 (1260)	81,9 (1637)	89,6 (197)	88,9 (7794) ↑
Уфа (25)	91,4 (533)	90,7 (2394)	89,3 (2360)	90,3 (648)	76,8 (73)	90,0 (6008) ↑
Шереметьево ⁶	-	-	-	-	-	-

Позиция	май'21	июнь'21	июль'21	август'21	сентябрь'21	май-сент.'21
Элиста (14)	69,4 (154)	76,3 (1141)	77,5 (781)	77,8 (1138)	56,8 (162)	75,8 (3376) ↓
Среднее	85,5 (21284)	84,7 (57317)	82,5 (33946)	81,3 (35970)	79,1 (6940)	83,3 (155457)
Пулково (17)	90,3 (561)	88,4 (297)	94,7 (685)	94,7 (389)	100 (14)	92,5 (1946)

¹ В связи с продолжительным ремонтом ДМРЛ-С Владивосток не функционирует с 2020 г.

² На ДМРЛ-С Вологда в июле 2021 г. пропущено 2593 срока по причине аварии передатчика.

³ Передача данных ДМРЛ-С Красный Кут в сеть АСПД начата с 19.08.2021 г.

⁴ По данным метеостанций штормового кольца ДМРЛ-С Петропавловск – Камчатский в сезон май – сентябрь 2021 года наблюдалась четыре случая грозы: 2 случая по данным МС Семячик (вошли в выборку 19 случаев сопоставления) и 2 случая МС Мильково (находится в секторе закрытия ДМРЛ-С, исключены из выборки). Ввиду этого, значение показателя оправдываемости для ДМРЛ-С Петропавловск-Камчатский нельзя считать статистически обоснованным.

⁵ Данные ДМРЛ-С Профсоюзная отсутствуют в сети АСПД Росгидромета.

⁶ Данные ДМРЛ-С Шереметьево отсутствуют в сети АСПД Росгидромета.

Примечание к таблицам 4-5:

- Стрелки ↑↓ в последнем столбце таблицы указывают на динамику результата оценки оправдываемости за сезон в сравнении с прошлогодним показателем для каждого радиолокатора. Показатели ДМРЛ-С Владимир и Красный Кут рассчитываются впервые, оценка динамики в таблице 5 не произведена.

4.2.2 Оценка оправдываемости ДМРЛ-С при сопоставлении радиолокационной информации об ОЯ из абонентских файлов

Карты BUFR, традиционно используемые при сопоставлении, формируются программным обеспечением вторичной обработки МРЛ/ДМРЛ и поступают на сервер ГГО в автоматическом режиме согласно [9]. Однако, кроме карт распределения ОЯ в коде BUFR, Методикой предусмотрена оценка качества радиолокационной метеорологической информации с использованием *абонентских файлов* ДМРЛ-С. Абонентские файлы ДМРЛ-С создаются также автоматически по окончании каждого обзора, но хранятся по месту создания (в сеть АСПД Росгидромета не передаются).

Особенностью абонентских файлов является более высокое горизонтальное разрешение (1x1 км против 4x4 км в BUFR) и больший радиус охвата представляемых данных (220 км против 170-200 км в BUFR), позволяющий, в конечном итоге, проводить сопоставление по большей площади радиолокационного обзора.

Таким образом, используя данные абонентских файлов об ОЯ (вместо BUFR-файлов) вполне оправданно рассчитывать на увеличение случаев штормового оповещения – выборки СПО «Статистика», подлежащих дальнейшей оценке оправдываемости.

Однако, как показывает практика, увеличение выборки на 10-20% не приводит к сколь-либо значимым расхождениям в результатах сопоставления. Такой вывод был сделан при ежегодной валидации данных ДМРЛ-С Воейково и других, в основном, инспектируемых, радиолокаторов.

Для наглядности (табл. 6) приведены результаты оценки оправдываемости гроз в 2021 году для ДМРЛ-С Северо-Западного региона на основании двух архивов – BUFR-файлов и абонентских файлов.

Таблица 6

Результаты оценки оправдываемости (%) P_{BUFR} и P_{ABON} , а также число случаев (в скобках) обнаружения ДМРЛ-С грозовых облаков в 2021 г.

Позиция	P_{BUFR}	P_{ABON}
Воейково	91.2 (2448)	91.9 (2739)
Валдай	86.8 (3486)	87.1 (4337)
Петрозаводск	87.8 (1362)	87.4 (1444)

4.2.3 Анализ результатов сопоставления. Ложная идентификация грозового состояния конвективных облаков ($F_{Oя}$)

Другим показателем успешности штормовых оповещений МРЛ является процент ложной идентификации грозового состояния конвективных облаков ($F_{Oя}$). Согласно Методике ФГБУ «ГГО», гроза по данным МРЛ, отмеченная в радиусе 10 км от метеостанции, считается ложной в том случае, если в заданном временном интервале (± 10 минут относительно радиолокационного обзора) на станции наблюдались только ливневые осадки, т.е. случаи обложных осадков и периоды без осадков из анализа исключались. Очевидно, такой подход снижает вероятность завышения оценки $F_{Oя}$, т.к. исключается большинство случаев воздействия на систему приема МРЛ активных источников помех, а также снижается роль факторов, обусловленных субъективным характером проведения наблюдений за ОЯП в различное время суток и в различных метеоусловиях.

По сути, такой подход, при условии стабильных технических характеристик работы МРЛ, позволяет оценить, насколько корректны критерии радиолокационного распознавания гроз, заложенные в алгоритмы вторичной обработки. В силу того, что результатом использования этих критериев является вероятностная оценка грозового состояния конвективного облака, для трех градаций (R), R) и R максимальное значение $F_{Oя}$ не должно превышать 70%, 30% и 10%, соответственно.

В подтверждение этого, данные таблиц 7 и 8 демонстрируют монотонное снижение относительного количества ложных тревог при увеличении вероятностной градации для всех радиолокаторов сети.

Средние значения $F_{Oя}$ в градации R составили для МРЛ-5 **15.1 %**. Как видно из таблицы 7, основной вклад в расчёт ложной идентификации гроз градации R внес показатель $F_{Oя}$ для МРЛ-5 Тверь. Для всех остальных МРЛ-5, как и для большинства ДМРЛ-С, значения $F_{Oя}$ в градации R не превышают диапазон значений, соответствующих заложенному в этих категориях смыслу, т.е. 10%.

Средние величины $F_{Oя}$ в градации R) – для МРЛ-5 **22.2%**, ДМРЛ-С **15.4%**, в градации (R) – для МРЛ-5 **36.4%**, т.е. находятся в диапазоне значений, соответствующих заложенному в этих категориях смыслу; ДМРЛ-С **24.0%**, что несколько ниже ожидаемого значения диапазона 30 – 100%. Этот результат можно интерпретировать как излишнюю лояльность критериев распознавания, т.е. заниженный порог γ -критерия ДМРЛ-С для градации (R).

Таблица 7

Результаты оценки ложной идентификации гроз (%) и число неподтвержденных станциями ННС случаев гроз (в скобках) по каждой позиции МРЛ–5 за период май-сентябрь 2021 г.

Позиция	(R)	R)	R
Екатеринбург	12,4 (51)	8,6 (15)	5,2 (8)
Калуга	41,9 (518)	18,2 (133)	8,5 (41)
Сочи	21,7 (93)	11,8 (24)	4,2 (12)
Тверь	37,5 (387)	27,0 (273)	17,9 (180)
Ульяновск	22,4 (49)	9,9 (25)	2,1 (2)
Среднее	36,4 (1098)	22,2 (470)	15,1 (243)

Примечание к табл. 6-7:

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

Таблица 8

Результаты оценки ложной идентификации гроз (%) и число неподтвержденных станциями ННС случаев гроз (в скобках) по каждой позиции ДМРЛ (ДМРЛ–С) за период май-сентябрь 2021 г.

Позиция	(R)	R)	R
Архангельск	28,4 (126)	13 (24)	4,8(13)
Барабинск	20,4 (218)	9,3 (36)	5,6 (39)
Белгород	16,2 (247)	13,3 (80)	9,1 (114)
Брянск	13,8 (333)	8,9 (85)	5,5 (100)
Валдай	24,6 (369)	19,5 (112)	11,2 (121)
Великие Луки	25,4 (231)	17,7 (68)	10,3 (66)
Владимир	24,3 (821)	14,7 (194)	8,9 (218)
Внуково	24,7 (899)	18,7 (256)	12,8 (344)

Позиция	(R)	R)	R
Воейково	46,1 (818)	30,2 (178)	18,8(176)
Волгоград	11,0 (125)	10,1 (42)	5,9 (47)
Вологда	24,7 (368)	12,1 (65)	7,6 (65)
Ижевск	13,7 (217)	10 (64)	5,0 (63)
Казань	19,0 (381)	12,2 (88)	7,0 (104)
Киров	23,7 (458)	16,4 (123)	7,1 (99)
Кострома	32,0 (1140)	20,3 (252)	9,5 (192)
Котлас	15,7 (130)	10,4 (32)	4,2 (21)
Краснодар	25,5 (1919)	17,2 (480)	11,9 (628)
Красный Кут	44,9 (53)	41,9 (18)	28,6 (14)
Курск	14,6 (437)	10,8 (126)	6,6 (160)
Миллерово	16,8 (306)	14,4 (106)	9,6 (134)
Минер. Воды	15,8 (687)	11,7 (196)	10,2 (328)
Н. Новгород	15,9 (369)	13,3 (118)	5,8 (107)
Новосибирск	20,8 (370)	10,2 (69)	4,3 (47)
Оренбург	8,3 (52)	6,0 (13)	2,9 (14)
Петрозаводск	38,7 (298)	19,8 (57)	12,3 (46)
Петр.-Камчатский	50,0 (7)	16,7 (1)	0 (0)
Самара	21,1 (514)	12,5 (120)	7,5 (138)
Смоленск	17,6 (254)	15,3 (84)	6,6 (68)
Ставрополь	17,4 (1162)	12,6 (334)	9,0 (459)
Тамбов	23,7 (800)	14,2 (181)	7,5 (174)
Тула	24,5 (977)	14,3 (255)	9,7 (279)
Уфа	28,4 (985)	13,7 (166)	7,3 (160)
Элиста	13,5 (216)	9,0 (56)	6,0 (68)
Среднее	24,0 (16287)	15,4 (4079)	9,6 (4606)
Пулково	53,8 (1231)	16,9 (104)	9,9 (46)

Заключение

1. В 2021 году в состав радиолокационной метеорологической сети Росгидромета входят 37 ДМРЛ-С, 9 МРЛ-5 и 3 ДМРЛ импортного производства. Оперативные наблюдения проводятся на 43 позициях (ДМРЛ Симферополь на консервации, ДМРЛ-С Владивосток, Москва (Профсоюзная), Москва (Шереметьево) работают в режиме «Ремонт/Настройка»).

2. Во второй половине 2020 г. продолжилось сокращение радиолокационной метеорологической сети за счёт остановки наблюдений и дальнейшего вывода из эксплуатации МРЛ-5 Анапа. С начала программы модернизации количество МРЛ-5 уменьшилось более, чем втрое и продолжает активно сокращаться (для сравнения – 33 позиции в 2010 г., 9 работающих позиций в 1 квартале 2021 г.). В результате такого сокращения АМЦ и АМСГ аэропортов (в частности, международных) вынуждены работать в отсутствие радиолокационной метеорологической информации: Южно-Сахалинск, Симферополь, Самара, Анапа и др.

3. Темпы ввода в эксплуатацию ДМРЛ-С существенно ниже, чем предусмотрено [10]. Часть позиций установлена, но в силу различных причин (инженерных, коммуникационных, административных) не может быть введена в эксплуатацию. У большинства эксплуатируемых ДМРЛ-С закончился срок гарантийного обслуживания. Техническое сопровождение в постгарантийный период часто является трудновыполнимой задачей и приводит к длительным простоям оборудования, что негативно сказывается как на техническом состоянии радиолокаторов, так и на работу сети в целом.

4. Эксплуатационная надежность аппаратуры МРЛ-5, проводимая на основании расчёта показателя наработки на отказ (среднего времени работы аппаратуры между отказами), в 2021 году составила 864 час/отказ, что на 45 часов больше, чем в 2020 г. Эксплуатационная надежность ДМРЛ-С и ДМРЛ Пулково остаётся стабильно высокой, хотя на отдельных ДМРЛ-С наблюдаются непреодолимые трудности с отсутствием ЗИПа, приводящие к длительному простоям.

5. Штат (группа) радиолокационных метеорологических наблюдений на МРЛ-5 состоит, как правило, из 7-10 человек (инженера-

радиометеоролога, инженера по радиолокации и группы техников-метеорологов). Кроме основной оперативной работы в 2021 г. сотрудниками выполнен ряд дополнительных оперативных и неоперативных работ, направленных на расширение возможностей и повышение эффективности информации МРЛ.

6. В 2021 г. режимно-справочный Банк данных пополнен радиометеорологической информацией 6 МРЛ-5 и ДМРЛ Пулково. На протяжении нескольких лет режимные радиолокационные данные не поступают от МРЛ-5 гг. Тверь, Калуга, Хабаровск. Программным обеспечением ДМРЛ-С не осуществляется кодирование радиолокационной информации в RADOB (данная опция не была предусмотрена техническим заданием на ДМРЛ-С).

7. В оперативной работе остаются актуальными как производственно-технические проблемы, связанные с отсутствием ЗИПа, перебоями энергоснабжения, большими углами закрытия радиогоризонта и др., так и организационные трудности, возникающие вследствие недостатка квалифицированных кадров на МРЛ-5 (Сыктывкар, Сочи Хабаровск, Чита), ветхостью рабочих помещений (Тверь) и т.д.

8. Оценка качества радиолокационных наблюдений проводилась на основании результатов сопоставления с режимными данными наземной наблюдательной сети в формате ПЕРСОНА-МИС. В результате получены количественные показатели успешности работы для 39 радиолокаторов (5 МРЛ-5 + 33 ДМРЛ-С + 1 ДМРЛ) в части обнаружения и распознавания гроз. Величина средней оправдываемости гроз для МРЛ-5, третий год подряд, уступает аналогичному показателю ДМРЛ. Это, очевидно, связано и со стремительным износом радиолокационного оборудования, и с прогрессирующим ухудшением условий для обзора.

9. В 2021 г. выполнены плановые инспекции 7 радиолокационных позиций, проведено 5 научно-методических семинаров с синоптиками и метеорологами ЦГМС. На основании Актов инспекции выдано 3 удостоверения годности к эксплуатации (ДМРЛ-С Миллерово, Ставрополь и Минеральные Воды); на основании Акта оценки технического состояния оформлено 6 Удостоверений годности для метеорологического обеспечения полётов авиации.

Библиография

1. 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 с.

2. Методические указания по производству метеорологических радиолокационных наблюдений на ДМРЛ-С на сети Росгидромета. ФГБУ «ГГО», 2013, 178 с.

3. Правила эксплуатации метеорологического оборудования аэродромов гражданской авиации (ПЭМОА-2009). РД 52.04.716-2009. Санкт-Петербург, Гидрометеоиздат 2009, 128 с.

4. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 3. Часть 1. Гидрометеоиздат, 1985 г., 301 с.

5. 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.

6. Методические указания по определению шквалов с использованием данных МРЛ. Ленинград, 1988, 18 с.

7. Методические рекомендации для подготовки и архивации данных на сети МРЛ в коде RADOB. Санкт-Петербург, 2008, 23 с.

8. Инструкция по подготовке и передаче штормовых сообщений наблюдательными подразделениями. РД 52.04.563-2013. Санкт-Петербург, 2013, 49 с.

9. 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.

10. Общесистемные решения по сбору, анализу, контролю и представлению радиолокационной информации от ДМРЛ-С. Технический проект. 2013 г., 64 стр.

11. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ «Статистика» №2014612041 от 17.02.2014 г.