


МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
(РОСГИДРОМЕТ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИНСТИТУТ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ РУКОВОДЯЩИХ РАБОТНИКОВ И СПЕЦИАЛИСТОВ»
(ФГБОУ ДПО «ИПК»)

УТВЕРЖДАЮ
Ректор ФГБОУ ДПО «ИПК»,
доктор географических наук,
профессор  Г.Н. Чичасов

Учебный модуль
«Техническое и программное обеспечение современных доплеровских метеорологических радиолокаторов»

Цель: повышение теоретических и практических знаний по вопросам переоснащения метеорологической радиолокационной сети, освоения современных доплеровских метеорологических радиолокаторов (ДМРЛ) и их использования в прогнозировании погоды.

Категория слушателей: специалисты инженерно-технического состава, занимающегося наладкой и эксплуатацией ДМРЛ-С УГМС, ЦГМС, АМСГ, АМЦ

Срок обучения: 4 недели, 152 учебных часа

Режим занятий: 6-8 часов в день

Форма обучения: очная, с отрывом от производства

Аннотация

Рабочая программа «Техническое и программное обеспечение современных доплеровских метеорологических радиолокаторов (ДМРЛ) рассчитана на повышение квалификации инженеров авиаметеорологических станций, других специалистов для изучения структуры и принципов функционирования ДМРЛ в стационарном варианте конструктивного построения, технического, программного обеспечения и практического освоения современных доплеровских метеорологических радиолокаторов, повышение их теоретических знаний и практических навыков в обслуживании ДМРЛ. Изучаются вопросы современных методов создания доплеровских метеорологических радиолокаторов для получения качественных радиолокационных метеорологических измерений и эксплуатации метеорологических доплеровских радиолокаторов с поляризационной обработкой сигналов, установленных на наблюдательной сети Росгидромета. Приводятся сведения о физических основах радиолокации и радиометеорологии. Обсуждаются вопросы эффективности обслуживания ДМРЛ и представления радиолокационной метеорологической информации. Рассматриваются практические основы эксплуатации ДМРЛ для обеспечения анализа и прогноза погоды. Основное внимание уделено программному и техническому обеспечению ДМРЛ-С. Учебный модуль предназначен для инженеров, обеспечивающих поддержку работоспособности ДМРЛ-С в оперативной и исследовательской работе.

Доплеровский метеорологический радиолокатор ДМРЛ-С предназначен для:

- отображения распределения различных метеорологических данных (отражаемости, скорости, ширины спектра, а также в режиме двойной поляризации: дифференциальной отражаемости, фазы, коэффициента кросскорреляции и линейного деполаризационного отношения) на различных высотных уровнях по типу псевдо-CAPPI;
- расчета и отображения вертикального профиля скорости, направления ветра до высоты верхней границы обнаружения метеорообъектов и других доплеровских продуктов;
- расчета и отображения интенсивности осадков за любой интервал времени;
- определения опасных явлений погоды (град, гроза, шквальные усиления ветра, интенсивный дождь и снег, сильная турбулентность);

- отображения скорости и направления перемещения облачных систем;
- выдачи радиолокационной информации в необходимых кодограммах.

Основным отличием ДМРЛ-С от аналогов является применение сложных сигналов и технологии сжатия импульсов с уровнем боковых лепестков сжатия ниже 60 дБ, достигнутое за счет использования последних достижений цифровой техники. Это позволило сократить излучаемую импульсную мощность с сотен до десятков киловатт и повысить потенциал РЛС за счет увеличения длительности сигналов. Кроме того, это дало возможность исключить систему наддува тракта и высоковольтные блоки с напряжениями выше 12кВ, что повысило эксплуатационные характеристики локатора.

ДМРЛ-С комплектуется абонентскими пунктами локальных пользователей, оборудованием для передачи данных, автономным источником электропитания (по отдельному заказу), ИБП и ЗИП.

Высокие эксплуатационные характеристики ДМРЛ-С обеспечиваются применением высоконадежных элементов, в том числе многолучевого клистрона с низкой импульсной мощностью, современных технологий обработки сигналов, что позволяет максимально полно использовать возможности локатора как в оперативной работе для систем УВД, так и для других, в том числе научно-исследовательских, целей.

ДМРЛ-С имеет автоматизированную систему контроля и управления, в том числе с удалённого терминала.

Модуль состоит из лекций и практических занятий, контрольных вопросов. Продолжительность обучения составляет 152 учебных часов. Рекомендованный режим обучения 6-8 учебных часов в день. По окончании занятий предусмотрена итоговая аттестация с использованием приведенных ниже контрольных вопросов.

Учебный модуль разработан главным конструктором НПО «ЛЭМЗ», к.ф.-м.н., Вылегжаниным Иваном Сергеевичем, и доцентом, заведующим кафедрой информационных технологий ФГБОУ ДПО «ИПК, к.т.н., Никольским Алексеем Анатольевичем. Рассмотрен и одобрен на заседании Ученого совета ФГБОУ ДПО «ИПК».

Календарный план

№ пп	Наименование разделов, дисциплин и тем	Количество часов		
		всего	распределение по видам занятий	
			лекции	практические
1	Основы радиолокации, физические основы доплеровских измерений.	6	4	2
2	Основные сведения о метеорологических радиолокаторах, состав и эксплуатация ДМРЛ	6	4	2
3	ДМРЛ–С: использование по назначению	14	6	8
4	Волноводный тракт, передающее устройство и приемная система ПРЛ	34	13	21
5	Автоматизированная система контроля и управления (АСКУ)	12	4	8
6	Система первичного и вторичного электропитания, вспомогательное оборудование	6	4	2
7	Техническое обслуживание	40	16	24
8	Текущий ремонт ДМРЛ-С	32	14	18
9	Итоговая аттестация	2		2
	ИТОГО:	152	65	87

Учебно-тематический план

№ пп	Наименование разделов, дисциплин и тем	Количество часов		
		всего	распределение по видам занятий	
			лекции	практические
1	Основы радиолокации, физические основы доплеровских измерений	6	4	2
1.1	Радиофизические характеристики атмосферы и их связь с метеопараметрами. Уравнение радиолокации	2	2	-
1.2	Физические основы радиолокационных доплеровских измерений	4	2	2
2	Основные сведения о метеорологических радиолокаторах, состав и эксплуатация ДМРЛ-С	6	4	2
2.1	Метеорологическая эффективность аппаратуры ДМРЛ-С. Состав и особенности работы метеорологического доплеровского радиолокатора	2	2	-
2.2	Принципы построения ДМРЛ-С. Назначение и потребители метеоинформации. Конструктивное построение. Функциональная схема	4	2	2

3	ДМРЛ – С: использование по назначению	14	6	8
3.1	Эксплуатационные ограничения. Подготовка ДМРЛ–С к использованию. Меры безопасности при подготовке к использованию ДМРЛ–С и при его использовании. Внешний осмотр и проверка готовности ДМРЛ–С к использованию и подготовка к включению и контроль работоспособности, включение и опробование работы	4	2	2
3.2	Ориентирование и топографическая привязка ДМРЛ – С, порядок действия обслуживающего персонала. Устранение неисправностей. Перечень режимов работы ДМРЛ–С , порядок выключения, действия в экстремальных условиях. Правила постановки ДМРЛ–С на хранение и снятие с хранения, меры безопасности	6	2	4
3.3	Перечень режимов работы ДМРЛ – С, порядок выключения, действия в экстремальных условиях. Правила постановки ДМРЛ–С на хранение и снятие с хранения, меры безопасности	4	2	2
4	Волноводный тракт, передающее устройство и приемная система ПРЛ	34	13	21
4.1	Назначение. Волноводный тракт. Состав волноводного тракта. Описание устройств волноводного тракта	5	2	3
4.2	Описание и работа волноводного тракта. Защитное устройство, использование блока 534ВП01 для защиты входных СВЧ цепей приемника и его основные технические характеристики. Волноводный ферритовый Y-циркулятор, установленный в волноводно-коаксиальном тракте для выполнения функцию антенного переключателя, прибор ФВЦВ2. Вентиль предназначенный для защиты передатчика от мощных отраженных сигналов, реализованный в виде прибора ФВВВ2	3	1	2
4.3	Блок направленных ответвителей, предназначен для ответвления прямой (прямой и отраженной) мощности на выходе передатчика блок 534ВВ01. Фильтр гармоник, фильтр гармоник предназначен для защиты посторонних радиоэлектронных средств, а также аппаратуры ДМРЛ-С от гармонических составляющих излучаемого и принимаемого сигналов блок 534ВВ02	4	2	2
4.4	Направленный ответвитель, блок 534ВВ03. Направленный ответвитель, блок 534ВВ04. Волноводно-коаксиальный переход, блок 534ВВ05. Переключатель каналов, блок 534ВВ0	4	2	2

4.5	Внешний волноводный тракт	6	2	4
4.6	Описание и работа передающего устройства.	12	4	8
4.6.1	Общие сведения Передающее устройство предназначено для усиления импульсных СВЧ сигналов на рабочих частотах до заданного уровня мощности. Шкаф 536ГГ01. Усилитель мощности – клистрон КИУ. Блок 534ГМ01. Блок 994БВ01. Блок 534УГ01. Субблок 993УГ02. Субблок 533УУ01. Субблок 973ПП01. Блок 534ВВ07. Вентилятор ВЦП. Датчик 151(120). Дифференциальное реле давления DPS-1500. Детекторная секция Д1ДИ008	6	2	4
4.6.2	Блок 534ГМ01. Блок 994БВ01. Блок 534УГ01. Субблок 993УГ02. Субблок 533УУ01. Субблок 973ПП01. Блок 534ВВ07. Вентилятор ВЦП. Датчик 151(120). Дифференциальное реле давления DPS-1500. Детекторная секция Д1ДИ008	6	2	4
5	Автоматизированная система контроля и управления (АСКУ)	12	4	8
5.1	Общие сведения о программном обеспечении головного процессора. Описание и работа автоматизированной системы контроля и управления Общие сведения. Описание и работа. Документирование функционирования АСКУ. Аппаратура АСКУ. Ячейка Д2ВВ046. Адресуемый терминал ввода данных ДК с клавиатурой ДК. Субблок 943УД01	6	2	4
5.2	Структура программы и установка программы. Программа АСКУ для контроля, отображения состоянием и управления радиолокационным комплексом. Установка ПО АСКУ на компьютерах ЦУВК и УУВК с предустановленной операционной системой Linux согласно руководству системного программиста АсиПОИ	6	2	4
6.	Система первичного и вторичного электропитания, вспомогательное оборудование	6	2	4
6.1	Описание и работа системы первичного электропитания. Общие сведения. ИБП. Вторичное электропитание. Описание и работа вспомогательного оборудования	3	1	2
6.2	Кондиционирование и отопление. Освещение. Охранная и пожарная сигнализация. Система пожаротушения	3	1	2
7	Техническое обслуживание	40	16	24

7.1	Техническое обслуживание ДМРЛ. Общие указания и меры безопасности. Порядок технического обслуживания. Проверка работоспособности ДМРЛ-С. Техническое освидетельствование. Консервация (расконсервация).	6	4	2
7.2	Техническое обслуживание составных частей.	34	12	22
7.2.1	Техническое обслуживание передающего устройства.	6	2	4
7.2.2	Техническое обслуживание приемной системы.	6	2	4
7.2.3.	Техническое обслуживание системы обработки.	6	2	4
7.2.4	Техническое обслуживание системы электропитания.	6	2	4
7.2.5	Техническое обслуживание АСКУ.	6	2	4
7.2.6	Техническое обслуживание вспомогательного оборудования.	4	2	2
8	Текущий ремонт ДМРЛ-С.	28	14	14
8.1	Общие указания и меры безопасности текущего ремонта ДМРЛ-С.	4	2	2
8.2	Текущий ремонт составных частей.	24	12	12
8.2.1	Текущий ремонт передающего устройства.	5	3	2
8.2.2	Текущий ремонт приемной системы.	5	3	2
8.2.3	Текущий ремонт системы обработки.	4	2	2
8.2.4	Текущий ремонт системы электропитания.	6	2	4
8.2.5	Текущий ремонт вспомогательного оборудования.	4	2	2
9	Итоговая аттестация.	2		2
	ИТОГО:	152	65	87

Содержание рабочей программы

1. Основы радиолокации, физические основы доплеровских измерений.
Физические основы доплеровских измерений. Доплеровские (когерентные) МРЛ. Многопараметрические радиолокаторы. Принципы построения ДМРЛ-С. Назначение и потребители метеоинформации Ограничение радиолокационного метода наблюдений. Рефракция радиоволн. Блокировка радиоизлучения Рассеяние электромагнитных волн сферическими частицами. Основное уравнение радиолокации атмосферных образований. Радиолокационная отражаемость.

2. Основные сведения о метеорологических радиолокаторах, состав и эксплуатация ДМРЛ. Доплеровский поляризационный радиолокатор ДМРЛ-С. Назначение ДМРЛ-С. Технические характеристики радиолокатора. Состав ДМРЛ-С. Метеорологическая эффективность аппаратуры ДМРЛ. Особенности работы доплеровского метеорологического радиолокатора. Функционирование радиолокатора ДМРЛ-С в составе наблюдательной сети Росгидромета. Режим радиолокационных наблюдений ДМРЛ. Ограничения радиолокационного метода наблюдений. Конструктивное построение. Функциональная схема. Мониторинг технического состояния ДМРЛ.

3. ДМРЛ–С использование по назначению.

Аппаратура обработки ДМРЛ. Описание и работа системы обработки:

Общие сведения .Основные технические характеристики системы ПОИ:

Описание и работа. Электрические параметры системы обработки: Параметры входных сигналов. Параметры выходных сигналов. Электропитание аппаратуры обработки.

Процессорный модуль СР. Модуль тыльного ввода вывода RTM. Коммуникатор УС. Система синхронизации и времени. Эксплуатационные ограничения. Подготовка ДМРЛ–С к использованию. Меры безопасности при подготовке к использованию ДМРЛ-С и при его использовании

Внешний осмотр и проверка готовности ДМРЛ–С к использованию и подготовка к включению и контроль работоспособности, включение и опробование работы . Ориентирование и топографическая привязка ДМРЛ–С, порядок действия обслуживающего персонала. Устранение неисправностей. Перечень режимов работы ДМРЛ–С, порядок выключения, действия в экстремальных условиях. Правила постановки ДМРЛ–С на хранение и снятие с хранения, меры безопасности.

4. Волноводный тракт, передающее устройство и приемная система ПРЛ.

Описание и работа волноводного тракта. Назначение Волноводный тракт Состав волноводного тракта Описание устройств волноводного тракта.

Описание и работа волноводного тракта.

Описание и работа, защитное устройство, использование блока 534ВП01 для защиты входных СВЧ цепей приемника и его основные технические характеристики. Волноводный ферритовый Y-циркулятор, установленный в волноводно-коаксиальном тракте для выполнения функцию антенного переключателя, прибор ФВЦВ2. Вентиль предназначенный для защиты

передатчика от мощных отраженных сигналов, реализованный в виде прибора ФВВВ2. Блок направленных ответвителей, предназначены для ответвления прямой (прямой и отраженной) мощности на выходе передатчика блок 534ВВ01. Фильтр гармоник, фильтр гармоник предназначен для защиты посторонних радиоэлектронных средств, а также аппаратуры ДМРЛ-С от гармонических составляющих излучаемого и принимаемого сигналов блок 534ВВ02. Направленный ответвитель, блок 534ВВ03. Направленный ответвитель, блок 534ВВ04. Волноводно-коаксиальный переход, блок 534ВВ05. Переключатель каналов, блок 534ВВ0.

Внешний волноводный тракт.

Описание и работа передающего устройства.

Общие сведения Передающее устройство предназначено для усиления импульсных СВЧ сигналов на рабочих частотах до заданного уровня мощности

Шкаф 536ГГ01. Усилитель мощности – клистрон КИУ. Блок 534ГМ01. Блок 994БВ01. Блок 534УГ01. Субблок 993УГ02. Субблок 533УУ01. Субблок 973ПП01. Блок 534ВВ07. Вентилятор ВЦП. Датчик 151(120). Дифференциальное реле давления DPS-1500. Детекторная секция Д1ДИ008.

Описание и работа аппаратуры шкафа приемника и обработки 536ПК01.

Общие сведения Описание и работа Шкаф приемника и обработки 536ПК01 ЦИВР.464339.015 предназначен для обеспечения функционирования приемной аппаратуры, системы обработки и вспомогательных устройств (управления, питания и т.д.).

Приемная система.

Описание и работа приемной системы. Малошумящий усилитель ПММ-5,4

Блок 534ПП01. Субблок 533ПС01. Модуль Д1ФЕ042. Ячейка Д2ЕН273. Модуль Д1ЖС007. Блок 534ГВ01. Субблок 533ГФ01. Импульсный усилитель мощности УМ-5,4. Ячейка Д2ЕН268. Модуль Д1ФЕ042. Модуль Д1ЖС007. Модуль ГШ М31303. Модуль направленного ответвителя Д1ПУ086. Модуль делителя пилот-сигнала Д1ПУ087. Блок управления ЗУ 534ХТ01. Субблок формирователя ПЧ 533ХК01. Ячейка Д2ХК257.

Система обработки ДМРЛ-С. Блок группового выпрямителя 534БН01. Блок 534УП01.

Адресуемый терминал ввода данных ДК -8070 с клавиатурой ДК-КВД.

Вентилятор общеобменный. Описание и работа аппаратуры шкафа приемника и обработки 536ПК01.

5. Автоматизированная система контроля и управления (АСКУ).

Описание и работа автоматизированной системы контроля и управления (АСКУ). Общие сведения. Описание и работа. Документирование функционирования АСКУ. Аппаратура АСКУ. Ячейка Д2ВВ046. Адресуемый терминал ввода данных ДК с клавиатурой ДК. Субблок 943УД01. Программное обеспечение головного процессора.

Общие сведения. Структура программы. Установка программы.

Установка ПО АСКУ производится на компьютерах ЦУВК и УУВК с установленной операционной системой Linux согласно Руководству системного программиста АсиПОИ.

6. Система первичного и вторичного электропитания, вспомогательное оборудование.

Описание и работа системы первичного электропитания. Общие сведения. Шкаф 536УБ01. Ячейка Д2ВВ046. Адресуемый терминал ввода данных ДК. Субблок 123ББ01. Блок 534ЭЭ01. Источник бесперебойного питания (ИБП). Вторичное электропитание. Описание и работа вспомогательного оборудования. Общие сведения. Кондиционирование и отопление. Освещение. Охранная и пожарная сигнализация. Система пожаротушения.

7. Техническое обслуживание.

Техническое обслуживание ДМРЛ. Общие указания и меры безопасности. Порядок технического обслуживания. Проверка работоспособности ДМРЛ-С. Техническое освидетельствование. Консервация (расконсервация).

Техническое обслуживание составных частей: Техническое обслуживание передающего устройства. Техническое обслуживание приемной системы. Техническое обслуживание системы обработки.

Техническое обслуживание системы электропитания. Техническое обслуживание АСКУ. Техническое обслуживание вспомогательного оборудования.

8. Текущий ремонт ДМРЛ-С.

Общие указания и меры безопасности текущего ремонта ДМРЛ-С. Текущий ремонт составных частей: Текущий ремонт передающего устройства. Текущий ремонт приемной системы. Текущий ремонт системы обработки. Текущий ремонт системы электропитания. Текущий ремонт вспомогательного оборудования.

Примерный перечень контрольных вопросов

1. Методы радиолокации. Доплеровские МРЛ.
2. Структура и отдельные системы ДМРЛ.
3. Определение координат цели по ДМРЛ.
4. Особенности работы доплеровского метеорологического радиолокатора.
5. Единицы измерения в радиолокации.
6. Радиолокационная отражаемость.
7. Ограничение радиолокационного метода наблюдений.
8. Назначение и технические характеристики ДМРЛ.
9. Особенности построения доплеровских радиолокаторов и их отличия от МРЛ.
10. Автоматизация наблюдений ДМРЛ. Общие сведения
11. Доплеровский поляризационный радиолокатор ДМРЛ-С.
12. Метеорологическая эффективность аппаратуры ДМРЛ. Особенности работы доплеровского метеорологического радиолокатора.
13. Функционирование радиолокатора ДМРЛ-С в составе наблюдательной сети Росгидромета.
14. Режим радиолокационных наблюдений ДМРЛ. Ограничения радиолокационного метода наблюдений.
15. Конструктивное построение. Функциональная схема ДМРЛ.
16. Мониторинг технического состояния ДМРЛ.
17. Для решения каких задач предназначена Программа АСКУ?
18. Как осуществляется техническое обслуживание составных частей ДМРЛ-С?
19. Как осуществляется техническое обслуживание передающего устройства ДМРЛ-С?
20. Как осуществляется техническое обслуживание приемной системы ДМРЛ-С?
21. Как осуществляется техническое обслуживание системы обработки ДМРЛ-С?
22. Как осуществляется техническое обслуживание системы электропитания ДМРЛ-С?
23. Как осуществляется техническое обслуживание АСКУ ДМРЛ С?
24. Как осуществляется техническое обслуживание вспомогательного оборудования ДМРЛ-С? Перечислите основные элементы внешнего волноводный тракт и принципы его работы.

25. Перечислите основные элементы и принципы работы передающего устройства.

26. Основные принципы текущего ремонта составных частей ДМРЛ С.

27. Основные принципы текущего ремонта передающего устройства ДМРЛ С.

28. Основные принципы текущего ремонта приемной системы ДМРЛ С.

29. Основные принципы текущего ремонт системы обработки ДМРЛ С.

30. Перечислите основные меры безопасности при подготовке к использованию ДМРЛ-С.и при его использовании.

31. Документирование функционирования АСКУ.

32. Утилизация ДМРЛ-С.

33. Действия в экстремальных условиях при работе ДМРЛ С.

34. Система первичного электропитания ДМРЛ С.

35. Система вторичного электропитания ДМРЛ С.

36. Проверка работоспособности ДМРЛ-С и техническое освидетельствование.

37. Автоматизированная система контроля и управления (АСКУ).

38. Общие сведения о программном обеспечении головного процессора

39. Описание и работа автоматизированной системы контроля и управления
Общие сведения. Описание и работа.

40. Документирование функционирования АСКУ.

41. Аппаратура АСКУ.

42. Структура программы и установка программы АСКУ

43. Программа АСКУ для контроля, отображения состоянием и управления радиолокационным комплексом.

44. Установка ПО АСКУ на компьютерах ЦУВК и УУВК с предустановленной операционной системой Linux согласно руководству системного программиста АсиПОИ

45. Техническое обслуживание

46. Техническое обслуживание ДМРЛ. Общие указания и меры безопасности.
Порядок технического обслуживания.

47. Консервация (расконсервация) ДМРЛ-С.

48. Техническое обслуживание составных частей ДМРЛ-С.

49. Техническое обслуживание передающего устройства ДМРЛ.

50. Техническое обслуживание приемной системы ДМРЛ-С.

51. Техническое обслуживание системы обработки ДМРЛ-С.

52. Техническое обслуживание системы электропитания ДМРЛ-С.

53. Техническое обслуживание АСКУ.
54. Техническое обслуживание вспомогательного оборудования
55. Текущий ремонт ДМРЛ-С.
56. Общие указания и меры безопасности текущего ремонта ДМРЛ-С.
57. Текущий ремонт составных частей ДМРЛ-С.
58. Текущий ремонт передающего устройства ДМРЛ-С.
59. Текущий ремонт приемной системы ДМРЛ-С.
60. Текущий ремонт системы обработки ДМРЛ-С.
61. Текущий ремонт системы электропитания ДМРЛ-С.
62. Текущий ремонт вспомогательного оборудования ДМРЛ-С.
63. Система первичного и вторичного электропитания, вспомогательное оборудование.
64. Проверка работоспособности ДМРЛ-С.
65. Техническое освидетельствование ДМРЛ-С.
66. Описание и работа системы первичного электропитания.
67. Источник бесперебойного питания (ИБП).
68. Вторичное электропитание ДМРЛ-С.
69. Описание и работа вспомогательного оборудования.
70. Кондиционирование и отопление.
71. Освещение ДМРЛ-С.
72. Охранная и пожарная сигнализация.
73. Система пожаротушения.
74. Волноводный тракт, передающее устройство и приемная система ПРЛ
75. Описание устройств волноводного тракта.
76. Волноводный ферритовый Y-циркулятор.
77. Блок направленных ответвителей.
78. Волноводно-коаксиальный переход.

Список литературы

Основная литература

1. Доплеровский метеорологический радиолокатор ДМРЛ-С. Руководство по эксплуатации, в 6-ти кн. ЦИВР.462414.002 РЭ. М.: ЛЭМЗ. 2011.:
 - [Руководство по эксплуатации. Часть 1. Основные сведения.](#)
 - [Руководство по эксплуатации. Часть 2. Описание и работа составных частей. Волноводный тракт, передающее устройство и приемная система ПРЛ.](#)
 - [Руководство по эксплуатации. Часть 3. Описание и работа составных частей. Аппаратура обработки ДМРЛ-С.](#)
 - [Руководство по эксплуатации. Часть 4. Описание и работа составных частей. Автоматизированная система контроля и управления \(АСКУ\).](#)
 - [Руководство по эксплуатации. Часть 5. Описание и работа составных частей. Система первичного и вторичного электропитания, вспомогательное оборудование. Руководство по эксплуатации. Часть 6. Техническое обслуживание и текущий ремонт.](#)
 - [Программное обеспечение головного процессора. Автоматизированная система контроля и управления. Руководство оператора.](#)
 - [Программное обеспечение головного процессора. Автоматизированная система контроля и управления. Руководство системного программиста.](#)
2. [Временные методические указания по использованию информации доплеровского метеорологического радиолокатора ДМРЛ-С в синоптической практике.](#) М.: ЦАО. 2014. - 110 с.

Дополнительная литература

1. [Толмачева Н.И., Булгакова О.Ю. Метеорологические радиолокаторы и радионавигационные системы управления воздушным движением.](#) Пермь: Перм. ун-т, 2007. - 154 с.
2. [Метеорологические автоматизированные радиолокационные сети.](#) СПб: Гидрометеоиздат, 2002. - 332 с.
3. Руководство по производству наблюдений и применению информации с неавтоматизированных радиолокаторов МРЛ-1, МРЛ-2, МРЛ-5. РД 52.04.320-91. СПб: Гидрометеоиздат. 1993. - 356 с.
4. Радиолокационные метеорологические наблюдения. Т. 2. СПб: Наука. 2010. - 518 с.