

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Ю.Г. Осипов, А.Г. Саенко

**РУКОВОДСТВО К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ
«Система зондирования «Радиопеленгационный
метеорологический комплекс (РПМК-1) – МРЗ-3а»»**



Санкт-Петербург
2012

УДК 551.508.57(076)

Осипов Ю.Г., Саенко А.Г. Руководство к лабораторным работам «Система зондирования «Радиопеленгационный метеорологический комплекс (РПМК-1) — МРЗ-3а»». — СПб., изд. РГГМУ, 2012. — 52 с.

Ответственный редактор: А.Д. Кузнецов, доктор физ.мат. наук, проф.

В данном руководстве представлены три лабораторные работы, в которых описывается принцип действия, проверка основных параметров и обработка данных получаемых системой зондирования РПМК-1 — МРЗ-3а. Приводится методика проверки технических характеристик основных систем радиопеленгационного метеорологического комплекса и радиозонда МРЗ-3а. Выполнение предполётной оценки работоспособности РЛС. Приводится методика ручной обработки результатов температурно-ветрового зондирования атмосферы с помощью системы РПМК-1 — МРЗ-3а.

Руководство предназначено для студентов, обучающихся по дисциплине «Методы зондирования окружающей среды», а также может быть полезна инженерам, специализирующийся в области измерения метеорологических параметров в атмосфере.

© Ю.Г. Осипов, А.Г. Саенко, РГГМУ, 2012

© Российский государственный гидрометеорологический университет (РГГМУ), 2012

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

Проверка технических характеристик радиозонда МРЗ-3А с помощью комплекта измерительных приборов аэрологической станции (КИПАС) и контрольная выдержка радиозонда в помещении

Цель работы

Изучить устройство и принцип работы радиозонда МРЗ-3а, основы конструкции, расчёт параметров температуры и влажности с помощью статистических характеристик преобразователя (СХП) радиозонда. Получить практические навыки проверки основных параметров радиозонда МРЗ-3а. Провести в лаборатории выдержку радиозонда перед выпуском.

Материалы для работы

1. Радиозонд МРЗ-3а с этикетками.
2. Комплект измерительной аппаратуры аэрологической станции (КИПАС).
3. Аспирационный психрометр, барометр-анероид, психрометрические таблицы.

Литература

1. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 4, ч. 3, РД 25.11.650-2003. — 312 с.
2. Рудианов Г.В, Осипов Ю.Г., Саенко А.Г., Дядюра А.В. Устройство и эксплуатация радиопеленгационного метеорологического комплекса РПМК-1. — СПб.: Изд. РГГМУ, 2011. — 193 с.

Содержание работы

Малогобаритный радиозонд типа МРЗ-3а выпускается в нескольких исполнениях в зависимости от назначения и вида элементной базы. Он предназначен для преобразования значений основных параметров атмосферы (T , U) в радиотелеметрический сигнал с использованием частотной манипуляции частоты суперирования 600 кГц (800 кГц) радиозонда, принимаемых радиопеленгационным метеорологическим комплексом РПМК-1, а также для выработки ответного сигнала на запросный сигнал.

Технические характеристики радиозонда МРЗ-3А :

1. Несущая частота 1782 ± 8 МГц.

- Плотность потока мощности $1,5 \cdot 10^{-3}$ Вт/м².
- Частота следования суперирующих импульсов 775-825 кГц.
- Чувствительность к запросным импульсам —60 дБ.
- Девиация частоты следования суперирующих импульсов должна быть в пределах 11-17 кГц.
- Диапазон изменения периодов следования импульсов преобразователя метеорологических датчиков $Q_{оп}$ 1450-1790 мкс, Q_t 1500-60000 мкс, Q_u 1525-2500 мкс.
- Длительность интервала измерения одного канала от 5 до 8 с.
- Очерёдность передачи информации в цикле опорная — температура — влажность — температура — опорная.

Сертификат статистических характеристик преобразователя радиозонда МРЗ-3А состоит из трёх этикеток.

0*	XXXXXX	*0
1*	XX,XX	*1
2*	XX,XX	*2
13*	X,XXXX	*13
14*	X,XXXX	*14
15*	XXXX	*15

0*	3600643	*0
1*	30,304	*1
2*	30,891	*2
13*	0,0087	*13
14*	0,0964	*14
15*	179803	*15

1. Сертификат радиоблока.

символ ***** — указывает на сертификат радиоблока

- 0*.....*0 — первые две цифры (36 или 38) указывают на частоту суперации (600 или 800 кГц), следующие — заводской номер;
 1*.....*1 — коэффициент R_{01} , кОм;
 2*.....*2 — коэффициент R_{02} , кОм;
 13*.....*13 — значение Y-параметра при 7,3 кОм;
 14*.....*14 — значение Y-параметра при 510 кОм;
 15*.....*15 — дата калибровки.

6*	XXXX	*6
7*	XXXXXX	*7
8*	XXXXXX	*8
9*	XXXXXX	*9
15*	XXXXXX	*15

6*	00051	*6
7*	0,0030	*7
8*	0,073,0	*8
9*	153,05	*9
15*	000903	*15

2. Сертификат термистора.

символ ***** — указывает на сертификат термистора

- 6*.....*6 — заводской номер;
 7*.....*7 — коэффициент A , Ом;
 8*.....*8 — коэффициент B , °С;
 9*.....*9 — коэффициент C , °С;
 15*.....*15 — дата калибровки.

5*	XXXX	*5
10*	XXXX,X	*10
11*	XX,XX	*11
12*	X,XXX	*12
15*	XXXXXX	*15

5*	00070	*5
10*	153,7	*10
11*	-6,89	*11
12*	0	*12
15*	060803	*15

3. Сертификат датчика влажности.

символ ***** — указывает на сертификат датчика влажности

- 5*.....*5 — заводской номер;
 10*.....*10 — коэффициент K , %;
 11*.....*11 — коэффициент N , %/кОм;
 12*.....*12 — коэффициент M , %/кОм²;
 15*.....*15 — дата калибровки.

Пользуясь данными градуировки и коэффициентами для термистора (A , B , C) и для датчика влажности (K , N , M) определяют температуру и относительную влажность :

$$T = \frac{B}{\ln \left(\frac{\frac{Q_t R_{01}}{Q_{on}} - R_{02}}{A} \times 10^3 \right)} - C - 273,15, \quad (1.1)$$

$$U = K + N \left(\frac{Q_u R_{01}}{Q_{on}} - R_{02} \right) + M \left(\frac{Q_u R_{01}}{Q_{on}} - R_{02} \right)^2, \quad (1.2)$$

где Q_{on} , Q_t , Q_u – периоды импульсов телеметрических данных опорных, температуры и влажности соответственно.

Давление определяется по барометрической формуле :

$$P = P_0 e^{\frac{g \Delta h}{R T_v}}, \quad (1.3)$$

где P_0 – атмосферное давление на нижнем уровне слоя; Δh – толщина слоя; T_v – средняя виртуальная температура в слое; $g = 9,81$ м/с² – ускорение свободного падения; $R = 287,052$ Дж/(кг·К) – удельная газовая постоянная сухого воздуха.

Скорость и направление ветра определяется по измеренным координатам радиозонда (горизонтальному углу α , вертикальному углу β и наклонной дальности D)

Структурная схема радиозонда представлена на рис.1.1.

В качестве датчика температуры используется полупроводниковый терморезистор ММТ-1, в качестве датчика влажности – деформационный гигрометр.

Измерительный преобразователь метеорологических датчиков последовательно во времени с помощью электронного коммутатора при подключении $R_{оп}$, R_t , R_u , осуществляет преобразование электрического сопротивления в периоды следования импульсов Q_{on} , Q_t , Q_u .

Формирователь импульсов служит для увеличения длительности передаваемых по радиоканалу импульсов, что позволяет сузить спектр сообщений и тем самым повысить помехоустойчивость радиотелеметрического канала. Одновременно формирователь вырабатывает признак канала в передаваемом сообщении путём переключения длительности выходных импульсов формирователя, осуществляемым электронным коммутатором одновременно с переключением каналов метеоинформации начиная, с опорного канала.

Автогенератор сверхвысоких колебаний состоит из автогенератора сверхвысоких частот, совмещающего функцию генератора и высокочув-

ствительного приёмника к запросным радиоимпульсам от передатчика радиопеленгационного комплекса и активного ответчика радиозонда по каналу дальности.

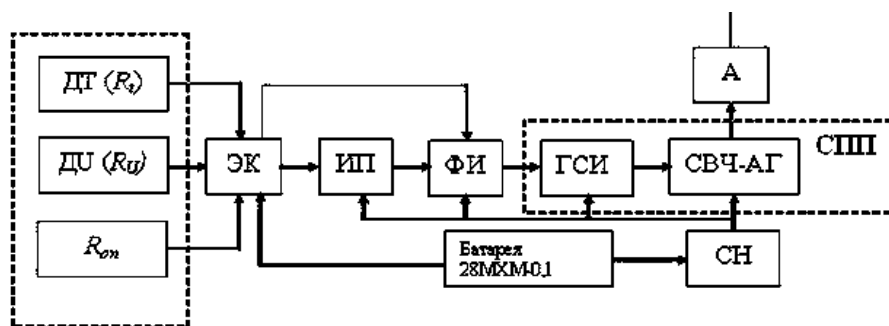


Рис.1.1. Функциональная схема радиозонда МРЗ-3а.

ДТ – датчик температуры воздуха, ДУ – датчик относительной влажности воздуха, $R_{оп}$ – опорное сопротивление, ЭК – электронный коммутатор, ИП – измерительный преобразователь метеорологических датчиков, ФИ – формирователь импульсов, ГСИ – генератор суперирующих импульсов, СВЧ-АГ – автогенератор сверхвысоких колебаний, СН – стабилизатор напряжения и тока, СПП – суперрегенеративный приёмо-передатчик, А – антенна.

Генератор суперирующих импульсов вырабатывает прямоугольные импульсы частотой следования 800 кГц или 600 кГц, обеспечивающие работу СВЧ-АГ в сверхрегенеративном режиме. Информация о значениях температуры и влажности содержится в параметрах радиотелеметрического сигнала. Последовательность суперирующих импульсов является частотно-манипулированными сигналами, частота следования которых принимает два значения, отличающихся на величину девиации в пределах 11-17 кГц. Эти изменения частоты суперирующих импульсов определяются воздействием импульсов измерительного преобразователя метеорологических датчиков на ГСИ, период повторения которых зависит от параметров T и U .

Структура периодов метеосигналов приведена на рис 1.2.

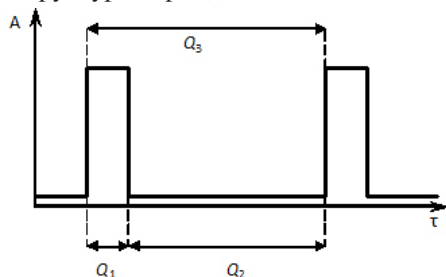


Рис.1.2. Структура метеосигнала.

Диапазон периодов, несущих информацию о значениях метеопараметров и длительности импульсов, определяющих тип параметра, приведен в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Диапазон периодов метеосигнала

Канал	Значения периодов телеметрического сигнала (мкс)	
	Q_1	Q_3
Опорный	200-300	1445-1785
Температуры	435-765	1560-58880
Влажности	435-765	1525-2565

Низкий уровень метеосигнала кодируется частотой ~ 792 кГц, высокий уровень сигнала кодируется частотой ~ 808 кГц. Значение девиации частот $\sim 11-17$ кГц.

Перед выпуском каждый радиозонд проходит проверку. Она состоит из трёх этапов:

1. Внешний осмотр, проверка номеров радиоблока, датчиков температуры и влажности и сборка радиозонда.
2. Проверка технических характеристик.
3. Контрольная выдержка.

При внешнем осмотре проверяется отсутствие механических повреждений радиоблока, датчика температуры, относительной влажности и давления в зависимости от комплектации радиозонда. Проводится сверка номеров радиоблока и датчиков с номерами, указанными в сертификатах. Подключаются датчики к радиоблоку.

Проверка технических характеристик радиозонда проводится с помощью КИПАСа и радиолокационной станции.

Выполнение лабораторной работы

1. Провести внешний осмотр датчиков. Собрать радиозонд согласно схемы (рис. 1.3), без подключения батареи.

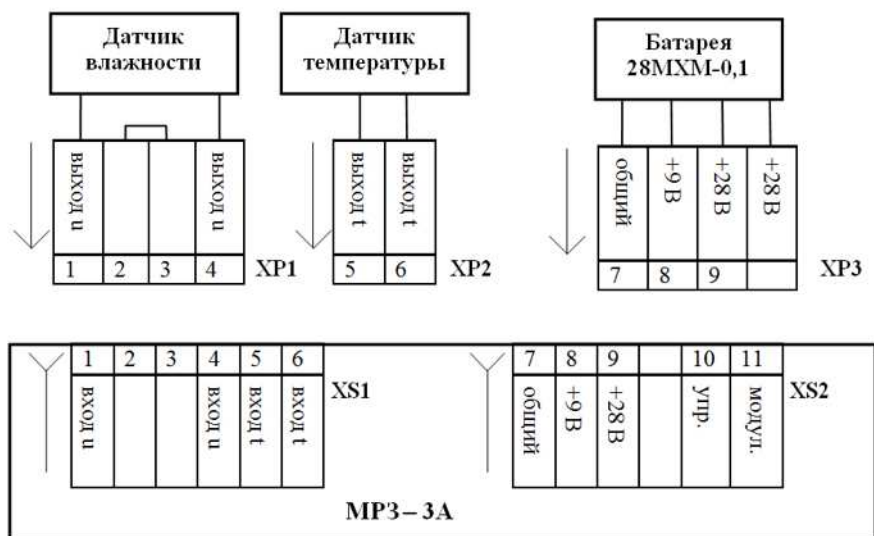


Рис. 1.3. Соединение датчиков температуры, влажности и источника питания с радиозондом МРЗ-3а.

2. Подключить приборы, входящие в состав КИПАСа согласно схеме (рис. 1.4). Стенд СП-1М служит для коммутации измерительных приборов и контроля потребляемых радиозондом токов. Источник питания обеспечивает необходимыми напряжениями питания радиозонд во время проверки. Резонансный частотомер Ч2-9А предназначен для измерения несущей частоты радиозонда. С помощью электронно-счётного частотомера Ч3-33 измеряются периоды импульсов телеметрических данных и частота суперизации, а также порядок следования передаваемых данных. Запросчик З-2М и осциллограф С1-76 позволяют наблюдать ответную паузу радиозонда в передаче данных, возникающую под воздействием запросного импульса.

На стенде СП-1М установить тумблер «Опорная – Магазин» в положение «Магазин», а тумблер «Контр.6,1В – Контр.2,4В» в положение «Контр.2,4В».

3. Включить тумблеры «СЕТЬ» на стенде СП-1М и источнике питания. Тумблеры «195 В», «6,4 В», «2,4 В» на стенде СП-1М **включать категорически запрещается!** Подключить вилку питания к соответствующему разъему на радиоблоке. Проверить потребляемые токи для напряжений питания радиозонда, они должны находиться для напряжения 9,5 В - в пределах 20-30 мА, для напряжения 28 В - в пределах 30-50 мА.

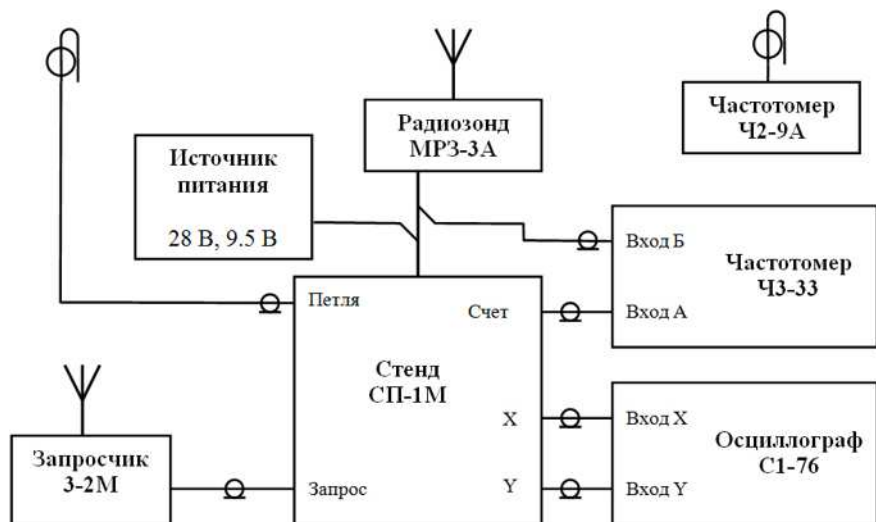


Рис. 1.4. Схема подключения радиозонда МРЗ-3а к КИПАСу.

4. С помощью резонансного частотомера проверить несущую частоту. Для этого включить питание частотомера ЧЗ-9. Вращая ручку настройка добиться максимального отклонения стрелки на измерительном приборе. Если стрелка зашкаливает, то ручками *аттенюатор* и *усиление* уменьшить чувствительность прибора. По градуировочным таблицам частотомера определить значение несущей частоты. Она должна быть 1782 ± 8 МГц.

5. По электронно-счётному частотомеру определить значение частоты суперизации. Включить частотомер ЧЗ-33. На стенде СП-1М поставить переключатель в положение «МОДУЛ». На частотомере переключатель «Рода работ» поставить в положение «F_λ», а переключатель «Время измерения» в положение «1с». Отсчитать значение частоты и сравнить с данными сертификата на радиоблок. Вторая цифра номера радиоблока показывает частоту суперирующих импульсов, 8 означает 800 кГц, а 6 – 600 кГц. Радиоблок годен при значениях частоты, не превышающих ± 25 кГц от указанной в сертификате.

6. На частотомере ЧЗ-33 снять значения периодов частот $Q_{оп}$, Q_v , Q_u , Q_t . Для этого установить переключатель «Рода работы» в положение «Т_в», а переключатель «Время измерения» в положение «1μс». Проследить последовательность подключения опорного сопротивления, датчиков температуры и влажности. Радиозонд бракуется, если отсчитанные значения не входят в интервалы в опорном канале ($Q_{оп}$) от 1445 до 1785 мкс, в температурном канале (Q_v) от 1560 до 58880 мкс, в канале влажности (Q_u) от 1525 до 2565 мкс. За время не более 6 с на табло частотомера после $Q_{оп}$ должен появиться пе-

риод температуры Q_t , а после Q_t — период влажности Q_u . Если по истечении 6 с периоды $Q_{оп}$, Q_t , Q_u , Q_t не появляются, то радиозонд бракуется.

7. Проверить качество и глубину провала ответной паузы радиозонда на запросный импульс. На стенде СП-1М переключить поставить в положение «ОТВЕТ». Включить осциллограф и запросчик. На осциллографе ручкой стабилизации добиться устойчивого ответного сигнала на экране. Наблюдать провал в сигнале радиозонда. Он должен составлять не более 1 мкс и не менее 2/3 от амплитуды сигнала. Выключить запросчик, осциллограф и частотомеры.

8. Провести контрольную выдержку в помещении. Для этого провести измерения температуры и относительной влажности в помещении, где находится радиозонд. Смочить батист и включить вентилятор аспирационного психрометра. Через 3-4 мин. произвести отсчёт показаний аспирационного психрометра ($t_{сyx}$, t_{cm}). Снять значение давления по барометру-анероиду и ввести поправки. Определить относительную влажность (u_a) по психрометрическим таблицам.

Одновременно с измерениями по аспирационному психрометру с помощью частотомера ЧЗ-33 определить периоды $Q_{оп}$, Q_t , Q_u . Выполнить расчёты температуры ($t_{p/3}$) и относительной влажности ($u_{p/3}$), измеренной радиозондом по формулам, используя соответствующие коэффициенты из сертификатов данного радиозонда. Вычислить разность температуры $\Delta t = t_{сyx} - t_{p/3}$ и относительной влажности $\Delta u = u_a - u_{p/3}$, измеренных радиозондом и метеорологическими приборами. Сравнить их с допустимыми значениями: $|\Delta t| \leq 1,8$ °С; $|\Delta u| \leq 15$ %. При соблюдении данных условий радиозонд годен для температурно-ветрового зондирования, в противном случае он бракуется.

Содержание отчёта

1. Краткие сведения из теории результаты.
2. Результаты проверки электрических характеристик радиозонда МРЗ-3а.
3. Оценка годности радиозонда к выпуску.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

Включение РПМК-1, функциональный контроль станции и контрольная выдержка радиозонда на воздухе перед выпуском

Цель работы

Получить практические навыки по включению, выполнению функционального контроля РПМК-1 и производстве контрольной выдержки на воздухе перед выпуском.

Материалы для работы

1. Радиолокационная станция температурно-ветрового зондирования РПМК-1.
2. Радиозонд МРЗ-3а с батареей 28МХМ-0,1.
3. КИПАС.

Литература

1. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 4, ч. 3, РД 25.11.650-2003. — 312 с.
2. *Рудианов Г.В., Осипов Ю.Г., Саенко А.Г., Дядюра А.В.* Устройство и эксплуатация радиопеленгационного метеорологического комплекса РПМК-1. — СПб.: Изд. РГГМУ, 2011. — 193 с.

Содержание работы

При подготовке комплексного зондирования атмосферы с целью быстрой (в течение нескольких минут) проверки работоспособности систем проводится автоматизированный функциональный контроль (АФК). Режим АФК задается с пульта оператора и проводится в следующих случаях:

- при зондированиях по решению начальника станции, а также, если промежутки времени между зондированиями более 24 ч;
- при проверках технического состояния аппаратуры в межрегламентный период и при технических обслуживаниях;
- при поиске неисправностей.

Непосредственно после включения аппаратуры радиолокатора проводится тестовый контроль автоматическое вычислительное устройство (АВУ), последовательным нажатием кнопок «Сброс АВУ» и «Тесты» (Приложение 3), в ходе которого осуществляется проверка блоков памяти ЭВМ, работо-

способность вычислительного устройства ЭВМ, возможность обмена информацией между ЭВМ и видеоконтрольным устройством (ВКУ), между ЭВМ и алфавитно-цифровым печатающим устройством (АЦПУ). Если аппаратура, проверяемая в режиме тестового контроля, исправна, автоматически устанавливается режим «Ожидание» (на экране ВКУ появляется кадр «Ожидание» рис. 2.1). Если в результате тестового контроля АВУ выявилась неисправность, с БШ.6.02 выдается длительный звуковой сигнал, выключить который можно нажатием клавиши «Сброс АВУ». В этом случае по документации на ЭВМ осуществляется поиск и устранение неисправностей.



Рис. 2.1. Кадр экрана. Режим «Ожидание».

После нажатия на кнопки «ФК» и пробела на экране монитора появится кадр режима функционального контроля (ФК), рис. 2.2.

Расшифровка параметров приведена в табл. 2.1.

По мере проведения ФК систем комплекса заполняется таблица, которая высвечивается на экране ВКУ. Параметры ФК появляются на экране по мере проведения соответствующих проверок. Время проведения ФК отображается за идентификатором «S». Общее время проведения ФК до появления на экране сообщения «СИСТЕМА ИСПРАВНА» или «СИСТЕМА НЕИСПРАВНА» не должно превышать 150 с.

Результирующее сообщение «СИСТЕМА ИСПРАВНА» выдается после окончания проверки всех систем. ФК начинается с проверки параметров системы Щ9 (первая колонка) и параметров «FS» и «FP». В случае неис-

правности любого из этих параметров высвечивается «Щ9 НЕИСПР» (а при неисправном «ФП» и «Щ5 НЕИСПР») и дальнейшие проверки не проводятся. Если получено сообщение о неисправности любой другой системы, сразу выдается результирующее сообщение «СИСТЕМА НЕИСПРАВНА», а проверка продолжается до полного заполнения таблицы.



Рис. 2.2. Кадр экрана. Режим «Функциональный контроль».

При проведении проверок в пеленгационном режиме отключаются проверки системы Щ5 (кроме «ФП»), Щ1 и АПЧП.

Во время ФК можно отпечатать любую информацию, набранную на клавиатуре ЭВМ (обычно это вид проводившейся проверки, номер станции, дата, фамилия оператора и т.д., которые необходимо выводить на печать при вводе в эксплуатацию, при техническом обслуживании, перед установкой на хранение и при снятии с хранения).

Ленту с таблицей ФК и информацией о виде и дате проверки, с указанием должности и фамилии оператора следует хранить в формуляре метеокомплекса.

При получении сообщения «СИСТЕМА НЕИСПРАВНА» необходимо в первую очередь проверить правильность установки органов управления и повторить ФК. Если все операции были выполнены правильно и повторно получено сообщение «СИСТЕМА НЕИСПРАВНА», для окончательной оценки работоспособности аппаратуры необходимо провести ручной функциональный контроль (РФК).

Таблица 2.1

Расположение информации на экране видеомонитора в кадре таблицы ФК.
Допустимые пределы параметров. Расшифровка параметров

	S XXXX	D XXXXX	E XX-XX	A XX-XX
Частота таймера, Гц	Щ9 ИСПР	СИСТЕМА ИСПРАВНА		Щ1 ИСПР
Частота Зап.Прд, Гц		Щ3 ИСПР		Щ7 ИСПР
Захват по дальности, м		Щ5 ИСПР		
Контрольная дальность, м		Щ6 ИСПР		
Скорость полета, м/с		Щ8 ИСПР		
Частота модуляции АПЧГ, Гц	УО ИСПР	Щ9 ИСПР		
ПЧ 465 кГц	ДШ91 ИСПР	Щ10 ИСПР		
Напряж. Упр. Гет СВЧ, В	ДШ92 ИСПР	Щ11 ИСПР		
Устройство обмена	ДШ93 ИСПР	Щ12 ИСПР		
Дешифратор 1 системы Щ9	ДШ94 ИСПР	Щ13 ИСПР		
Дешифратор 2 системы Щ9	ДШ95 ИСПР	Щ14 ИСПР		
Делитель (БЩ9.2)	УК -080,0...080,0	Щ15 ИСПР		
У Коррекц. Преобр «U→код», мВ	УНМ -150,0...150,0	Щ16 ИСПР		
У Непр. Преобр «U→код», мВ	УСН -150,0...150,0	Щ17 ИСПР		
У Преобр (син.) «U→код», мВ	FC1 (800±10) или (600±10)	Щ18 ИСПР		
Фсуп, кГц	FC2 (825±10) или (625±10)	Щ19 ИСПР		
Фсуп+25, кГц	FC3 (775±10) или (575±10)	Щ20 ИСПР		
Фсуп-25, кГц	Q1 8736-8748	Щ21 ИСПР		
Преобр П1 «Период→код», мкс	Q2 1636-1643	Щ22 ИСПР		
Преобр Топ «Период→код», мкс	Q3 1636-1643	Щ23 ИСПР		
Преобр «П1→код», мкс	ИМТ 0400-0800	Щ24 ИСПР		
Преобр «П2→код», мкс	ИМО 0180-0385	Щ25 ИСПР		
		Щ26 ИСПР		
		Щ27 ИСПР		
		Щ28 ИСПР		
		Щ29 ИСПР		
		Щ30 ИСПР		
		Щ31 ИСПР		
		Щ32 ИСПР		
		Щ33 ИСПР		
		Щ34 ИСПР		
		Щ35 ИСПР		
		Щ36 ИСПР		
		Щ37 ИСПР		
		Щ38 ИСПР		
		Щ39 ИСПР		
		Щ40 ИСПР		
		Щ41 ИСПР		
		Щ42 ИСПР		
		Щ43 ИСПР		
		Щ44 ИСПР		
		Щ45 ИСПР		
		Щ46 ИСПР		
		Щ47 ИСПР		
		Щ48 ИСПР		
		Щ49 ИСПР		
		Щ50 ИСПР		
		Щ51 ИСПР		
		Щ52 ИСПР		
		Щ53 ИСПР		
		Щ54 ИСПР		
		Щ55 ИСПР		
		Щ56 ИСПР		
		Щ57 ИСПР		
		Щ58 ИСПР		
		Щ59 ИСПР		
		Щ60 ИСПР		
		Щ61 ИСПР		
		Щ62 ИСПР		
		Щ63 ИСПР		
		Щ64 ИСПР		
		Щ65 ИСПР		
		Щ66 ИСПР		
		Щ67 ИСПР		
		Щ68 ИСПР		
		Щ69 ИСПР		
		Щ70 ИСПР		
		Щ71 ИСПР		
		Щ72 ИСПР		
		Щ73 ИСПР		
		Щ74 ИСПР		
		Щ75 ИСПР		
		Щ76 ИСПР		
		Щ77 ИСПР		
		Щ78 ИСПР		
		Щ79 ИСПР		
		Щ80 ИСПР		
		Щ81 ИСПР		
		Щ82 ИСПР		
		Щ83 ИСПР		
		Щ84 ИСПР		
		Щ85 ИСПР		
		Щ86 ИСПР		
		Щ87 ИСПР		
		Щ88 ИСПР		
		Щ89 ИСПР		
		Щ90 ИСПР		
		Щ91 ИСПР		
		Щ92 ИСПР		
		Щ93 ИСПР		
		Щ94 ИСПР		
		Щ95 ИСПР		
		Щ96 ИСПР		
		Щ97 ИСПР		
		Щ98 ИСПР		
		Щ99 ИСПР		
		Щ100 ИСПР		
		Щ101 ИСПР		
		Щ102 ИСПР		
		Щ103 ИСПР		
		Щ104 ИСПР		
		Щ105 ИСПР		
		Щ106 ИСПР		
		Щ107 ИСПР		
		Щ108 ИСПР		
		Щ109 ИСПР		
		Щ110 ИСПР		
		Щ111 ИСПР		
		Щ112 ИСПР		
		Щ113 ИСПР		
		Щ114 ИСПР		
		Щ115 ИСПР		
		Щ116 ИСПР		
		Щ117 ИСПР		
		Щ118 ИСПР		
		Щ119 ИСПР		
		Щ120 ИСПР		
		Щ121 ИСПР		
		Щ122 ИСПР		
		Щ123 ИСПР		
		Щ124 ИСПР		
		Щ125 ИСПР		
		Щ126 ИСПР		
		Щ127 ИСПР		
		Щ128 ИСПР		
		Щ129 ИСПР		
		Щ130 ИСПР		
		Щ131 ИСПР		
		Щ132 ИСПР		
		Щ133 ИСПР		
		Щ134 ИСПР		
		Щ135 ИСПР		
		Щ136 ИСПР		
		Щ137 ИСПР		
		Щ138 ИСПР		
		Щ139 ИСПР		
		Щ140 ИСПР		
		Щ141 ИСПР		
		Щ142 ИСПР		
		Щ143 ИСПР		
		Щ144 ИСПР		
		Щ145 ИСПР		
		Щ146 ИСПР		
		Щ147 ИСПР		
		Щ148 ИСПР		
		Щ149 ИСПР		
		Щ150 ИСПР		
		Щ151 ИСПР		
		Щ152 ИСПР		
		Щ153 ИСПР		
		Щ154 ИСПР		
		Щ155 ИСПР		
		Щ156 ИСПР		
		Щ157 ИСПР		
		Щ158 ИСПР		
		Щ159 ИСПР		
		Щ160 ИСПР		
		Щ161 ИСПР		
		Щ162 ИСПР		
		Щ163 ИСПР		
		Щ164 ИСПР		
		Щ165 ИСПР		
		Щ166 ИСПР		
		Щ167 ИСПР		
		Щ168 ИСПР		
		Щ169 ИСПР		
		Щ170 ИСПР		
		Щ171 ИСПР		
		Щ172 ИСПР		
		Щ173 ИСПР		
		Щ174 ИСПР		
		Щ175 ИСПР		
		Щ176 ИСПР		
		Щ177 ИСПР		
		Щ178 ИСПР		
		Щ179 ИСПР		
		Щ180 ИСПР		
		Щ181 ИСПР		
		Щ182 ИСПР		
		Щ183 ИСПР		
		Щ184 ИСПР		
		Щ185 ИСПР		
		Щ186 ИСПР		
		Щ187 ИСПР		
		Щ188 ИСПР		
		Щ189 ИСПР		
		Щ190 ИСПР		
		Щ191 ИСПР		
		Щ192 ИСПР		
		Щ193 ИСПР		
		Щ194 ИСПР		
		Щ195 ИСПР		
		Щ196 ИСПР		
		Щ197 ИСПР		
		Щ198 ИСПР		
		Щ199 ИСПР		
		Щ200 ИСПР		
		Щ201 ИСПР		
		Щ202 ИСПР		
		Щ203 ИСПР		
		Щ204 ИСПР		
		Щ205 ИСПР		
		Щ206 ИСПР		
		Щ207 ИСПР		
		Щ208 ИСПР		
		Щ209 ИСПР		
		Щ210 ИСПР		
		Щ211 ИСПР		
		Щ212 ИСПР		
		Щ213 ИСПР		
		Щ214 ИСПР		
		Щ215 ИСПР		
		Щ216 ИСПР		
		Щ217 ИСПР		
		Щ218 ИСПР		
		Щ219 ИСПР		
		Щ220 ИСПР		
		Щ221 ИСПР		
		Щ222 ИСПР		
		Щ223 ИСПР		
		Щ224 ИСПР		
		Щ225 ИСПР		
		Щ226 ИСПР		
		Щ227 ИСПР		
		Щ228 ИСПР		
		Щ229 ИСПР		
		Щ230 ИСПР		
		Щ231 ИСПР		
		Щ232 ИСПР		
		Щ233 ИСПР		
		Щ234 ИСПР		
		Щ235 ИСПР		
		Щ236 ИСПР		
		Щ237 ИСПР		
		Щ238 ИСПР		
		Щ239 ИСПР		
		Щ240 ИСПР		
		Щ241 ИСПР		
		Щ242 ИСПР		
		Щ243 ИСПР		
		Щ244 ИСПР		
		Щ245 ИСПР		
		Щ246 ИСПР		
		Щ247 ИСПР		
		Щ248 ИСПР		
		Щ249 ИСПР		
		Щ250 ИСПР		
		Щ251 ИСПР		
		Щ252 ИСПР		
		Щ253 ИСПР		
		Щ254 ИСПР		
		Щ255 ИСПР		
		Щ256 ИСПР		
		Щ257 ИСПР		
		Щ258 ИСПР		
		Щ259 ИСПР		
		Щ260 ИСПР		
		Щ261 ИСПР		
		Щ262 ИСПР		
		Щ263 ИСПР		
		Щ264 ИСПР		
		Щ265 ИСПР		
		Щ266 ИСПР		
		Щ267 ИСПР		
		Щ268 ИСПР		
		Щ269 ИСПР		
		Щ270 ИСПР		
		Щ271 ИСПР		
		Щ272 ИСПР		
		Щ273 ИСПР		
		Щ274 ИСПР		
		Щ275 ИСПР		
		Щ276 ИСПР		
		Щ277 ИСПР		
		Щ278 ИСПР		
		Щ279 ИСПР		
		Щ280 ИСПР		
		Щ281 ИСПР		
		Щ282 ИСПР		
		Щ283 ИСПР		
		Щ284 ИСПР		
		Щ285 ИСПР		
		Щ286 ИСПР		
		Щ287 ИСПР		
		Щ288 ИСПР		
		Щ289 ИСПР		
		Щ290 ИСПР		
		Щ291 ИСПР		
		Щ292 ИСПР		
		Щ293 ИСПР		
		Щ294 ИСПР		
		Щ295 ИСПР		
		Щ296 ИСПР		
		Щ297 ИСПР		
		Щ298 ИСПР		
		Щ299 ИСПР		
		Щ300 ИСПР		
		Щ301 ИСПР		
		Щ302 ИСПР		
		Щ303 ИСПР		
		Щ304 ИСПР		
		Щ305 ИСПР		
		Щ306 ИСПР		
		Щ307 ИСПР		
		Щ308 ИСПР		
		Щ309 ИСПР		
		Щ310 ИСПР		
		Щ311 ИСПР		
		Щ312 ИСПР		
		Щ313 ИСПР		
		Щ314 ИСПР		
		Щ315 ИСПР		
		Щ316 ИСПР		
		Щ317 ИСПР		
		Щ318 ИСПР		
		Щ319 ИСПР		
		Щ320 ИСПР		
		Щ321 ИСПР		
		Щ322 ИСПР		
		Щ323 ИСПР		
		Щ324 ИСПР		
		Щ325 ИСПР		
		Щ326 ИСПР		
		Щ327 ИСПР		
		Щ328 ИСПР		
		Щ329 ИСПР		
		Щ330 ИСПР		
		Щ331 ИСПР		
		Щ332 ИСПР		
		Щ333 ИСПР		
		Щ334 ИСПР		
		Щ335 ИСПР		
		Щ336 ИСПР		
		Щ337 ИСПР		
		Щ338 ИСПР		
		Щ339 ИСПР		
		Щ340 ИСПР		
		Щ341 ИСПР		
		Щ342 ИСПР		
		Щ343 ИСПР		
		Щ344 ИСПР		
		Щ345 ИСПР		
		Щ346 ИСПР		
		Щ347 ИСПР		
		Щ348 ИСПР		
		Щ349 ИСПР		
		Щ350 ИСПР		
		Щ351 ИСПР		

Из режима ФК можно выйти в режим «Ввод» или «Ожидание».

С завершением АФК на АЦПУ печатается итоговая таблица. При сообщении о неисправности системы Щ9 проверка работоспособности радиолокатора прекращается. При возникновении случайных сбоев в системе автоматического контроля (САК) проводится повторное включение АФК. Если система Щ9 исправна, АФК продолжается до окончания проверки всех систем, контроль которых сопровождается информацией на ВКУ о соответствии значений основных параметров систем допустимым пределам и результирующим сообщением об исправности или неисправности каждой системы. Знак «—» справа от значения параметров при этом означает его выход за нижнюю границу допуска, знак «+» - за верхнюю границу допуска, а сообщение «НЕТ» вместо значения параметра означает, что параметр не поступил за отведенное время или неисправен соответствующий элемент системы.

При получении сообщения «система неисправна» необходимо проверить правильность установки органов управления, напряжение сети и повторить АФК через тесты АВУ.

После проведения АФК переходят в режим «Ввод данных» с распечаткой на АЦПУ даты и времени контроля, фамилии проводившего проверку и таблицы АФК.

В случае невозможности проведения зондирования для окончательной оценки работоспособности аппаратуры проводится ручной функциональный контроль и, в соответствии с инструкцией по эксплуатации, настройка систем, поиск и устранение неисправностей.

Подготовка батареи к выпуску

Батарея питания магнийхлористомедная 28МХМ-0,1 водоналивного типа состоит из четырёх секций, скреплённых в один пакет. Три секции батареи соединены последовательно и образуют источник тока с номинальным напряжением 28 В. Четвёртая секция является источником тока с номинальным напряжением 9,5 В. Минусовые выводы источников 28 и 9,5 В объединены. Подключение батареи к радиоблоку осуществляется посредством четырёх проводов, оканчивающихся специальной вилкой, два штырька которой задействованы на 28 В, один на 9,5 В и один на «Общий минус». Напряжение батареи изменяется в процессе работы от 24,4 до 32,0 В и от 8,6 до 10,5 В.

Батарею 28МХМ-0,1 извлечь из полиэтиленового чехла и убедиться в отсутствии механических повреждений и надёжности пайки выводов.

Погрузить батарею в сосуд с водой температурой (25 ± 10 °С) на 6 мин. В сосуд с водой батарея погружается в вертикальном положении (четырёхштырьковой вилкой вверх) так, чтобы над батареей был слой воды не ме-

нее 5 см с целью ускорения проникновения воды батареею нужно слегка покачивать. После замачивания двух-трёх батарей вода в сосуде должна меняться.

После замачивания батарею извлечь из воды (излишек воды стряхнуть) и поместить в два полиэтиленовых мешка (прилагаются к батарее). Допускается хранение батарей до начала активации в замоченном состоянии в полиэтиленовом мешке не более 5 ч с момента слива воды. При этом мешок должен быть завязан на втулке ниткой.

Провести активацию батареи, подключив вилку батареи к колодке стенда формовки (МАРЗ-П5).

Приспособление для формовки батареи предназначено для предполётной активации источника питания радиозонда — батареи 28МХМ-0,1. Основными элементами приспособления для подготовки батареи являются резисторы, обеспечивающие необходимые режимы активации и контроля батарей, приборы контроля напряжений, используемые для индикации выходных напряжений подключаемой к приспособлению батареи. Включение нагрузки для активации батареи осуществляется тумблерами «+27 В» и «+9,5 В». Выбор работы приспособления (активация батареи или контроль напряжения батареи) осуществляется тумблером «Активация-контроль». Периодически контролировать напряжение в цепях батареи, для чего тумблер «Активация-контроль» устанавливают в положение «контроль». По мере достижения напряжения (для цепи 27 В — 24,4 В, для цепи 9,5 В — 8,6 В) отключить нагрузку.

После окончания формовки батареи каждый полиэтиленовый мешок завязать на резиновой втулке нитками. Допускается хранение батареи в активированном состоянии в полиэтиленовом мешке не более 2 ч, после чего допускается её дополнительная активация на рабочую нагрузку, но не более 15 мин.

Общее время формовки батареи (с момента её подключения к стенду формовки до достижения минимальных рабочих напряжений) не должно превышать 15 мин.

Выполнение лабораторной работы

1. Собрать радиозонд согласно рисунку 1.3 лабораторной работы №1. Если выдержка будет производиться на улице, то подготовить батарею, в противном случае подать питание на радиозонд от КИПАСа.

2. Органы управления основной аппаратуры должны быть установлены в исходное положение, приведенное в табл. 2.2. Органы управления, не отмеченные в таблице, могут находиться в произвольном положении.

Таблица 2.2

Исходное положение органов перед включением

Место-нахождение	Наименование органа управления	Положение	Примечание
БЩ 6.01	Тумблер «Автономное включение блоков»	Выкл.	Закрыты крышкой
	Тумблер «Местн. управл. Прд»	Выкл	То же
	Кнопка «Пуск»	Отжата (нажатием кнопки «Стоп»)	Область 2
	Тумблер «Дальн. Авт-руч»	Руч.	Область 3
	Тумблер «РЛ-ПЛ»	РЛ	То же
	Тумблер «Признак АСД авт-руч»	Руч	
	Тумблер «Зонд захв-потерян»	потерян	
	Переключатель «Тип зонда»	В зависимости от типа зонда	Область 10
	Тумблер «600-800»	То же	То же
	Тумблер «АНТ-ЭА»	ЭА АНТ	Для проведения функционального контроля. Для проведения контрольной выдержки и зондирования.
БЩ 5.2	Переключатель «Режим работы»	Работа	
	Переключатель «Вид сигнала»	Огиб.	
	Тумблер «Работа-контроль»	Работа	
БЩ 6.4	Тумблер «ИСПЗ вкл-выкл»	Откл.	
	Переключатель «Управл. ИСПЗ»	Ручн.	

3. Последовательность включения аппаратуры радиолокатора показана в табл.2.3.

Непосредственно после включения аппаратуры радиолокатора проводится тестовый контроль АБУ. Если аппаратура исправна, автоматически устанавливается режим «Ожидание».

Нажать пробел на клавиатуре и после появления диалогового меню на экране ВКУ выбрать режим работы по командам, нажав цифру 0 на клавиатуре.

Перейти в режим температурно-ветрового зондирования. Для этого на клавиатуре нажать кнопку «ВР» для перехода на верхний регистр и ввести команду КН04, закончив набор символом точка.

Таблица 2.3

Последовательность включения аппаратуры радиолокатора

Место-нахождение	Наименование органа управления	Положение	Примечание
БЩ 8.01	Кнопки «1-3», «2-3»	Нажать	Проверка напряжения по фазам
	Тумблер «Сеть»	Вкл.	
БЩ 6.01	Тумблер «Блоки»	Вкл.	
ВКУ	Тумблер «Сеть»	Вкл.	
	Тумблер «Раб-деж»	Раб.	
АЦПУ	Тумблер «Сеть»	Вкл.	
БЩ 6.01	Кнопки «Сброс АБУ», «Тесты»	Последовательно нажать	Подождать между нажатиями кнопок

4. Перед проведением автоматизированного функционального контроля органы управления необходимо установить в исходное положение согласно табл. 2.4.

Таблица 2.4

Порядок проведения автоматизированного функционального контроля

Место-нахождение	Наименование органа управления	Положение	Примечание
БЩ 6.4	Переключатель «Управл. ИСРЗ»	Автоматич.	
БЩ 6.01	Тумблер «Дальн. авт-руч»	Авт.	Область 3
	Тумблер «Признак АСД авт-руч»	Авт.	Область 3
	Тумблер «ГОН»	Вкл.	Область 9
	Кнопки «а, е вкл»	Нажать	То же
	Кнопка «авт.»	Нажать	То же
	Кнопка «Высокое Прд» «Вкл»	Нажать	Область 4 Нажать после включения светодиода «Готов»
БЩ 6.02	Кнопка «ФК»	Нажать	

5. После нажатия на кнопки «ФК» и пробела на экране монитора появится кадр режима «ФК», рис. 2.2. По мере проведения функционального контроля систем комплекса заполняется таблица, которая высвечивается на экране ВКУ.

Результирующее сообщение «СИСТЕМА ИСПРАВНА» выдается после окончания проверки всех систем ФК и на АЦПУ печатается итоговая таблица.

После проведения ФК отпечатать дату, фамилию и номер группы, набрав их на клавиатуре ЭВМ. Переход на верхний или нижний регистр производится клавишами «ВР» и «НР». Если начертание латинских и русских букв совпадает, то данную букву можно вводить на любом регистре. Во время ввода информации на экране ВУ появляются вводимые символы. Пробел является командой отправки информации на АЦПУ.

Из режима ФК можно выйти в режим «Ввод данных» или «Ожидание».

Повернуть антенну на 0-00 ду нажимая клавиши «<<», «<», «>» или «>>». Нажать «ВР» и набрать команду АМ:23-50 закончив набор символом точка.

6. Переход в режим «Ввод» производится нажатием клавиши «Ввод» на панели БЩ6.02. При этом на экране ВКУ появится изображение, показанное на рис. 2.3. На время ввода данных перевести в положение «Ручное» дальность и управление антенной, отключить ГОН и высокое напряжение передатчика.



Рис. 2.3. Кадр «Ввод данных»

В режиме «Ввод» производится ввод необходимых для проведения зондирования начальных данных. Номенклатура вводимых данных определяется видом зондирования и типом применяемого зонда. С клавиатуры вводятся (в любом порядке) параметры, приведенные в табл. 2.5.

Таблица 2.5

Расшифровка параметров режима «Ввод»

Наименование параметра	Обозначение	Размерность	Примечание
Текущее время	ВР	ч, мин	
Дата	ДТ		
Номер станции	НС		
Высота позиции над уровнем моря	Н0	м	Определяется по карте
Широта точки стояния станции	ШМ	град	Определяется по карте
Долгота точки стояния станции	ДМ	град	То же
Азимут ориентирования	АМ	ду	Вводится в режиме «Ожидание»
Наземная температура	Т0	°С	Сообщается радиозондистом с точки выпуска зонда
Наземное давление	Р0	мм	Измеряется барометром
Наземная относительная влажность	U0	%	Измеряется психрометром или ДМК.
Угловая высота Солнца	Z	град	Из таблицы
Скорость наземного ветра	V	м/с	
Направление наземного ветра	AV	град	
Код облачности	ОБЛ		
Дальность до точки выпуска	D0	м	
Угол места точки выпуска	E0	ду	
Азимут точки выпуска	A0	ду	
Коэффициенты терморезистора зонда	A,B,C		
Коэффициенты радиоблока	R1,R2		
Коэффициенты датчика влажности	K,N,M		

Внимание! Дальность, угол места и азимут точки выпуска (D0, E0, A0) с клавиатуры не вводить, так как при захвате радиозонда на автоматическое сопровождение они введутся автоматически.

Ввод значений параметров производится с клавиатуры пульта оператора БЩ6.02. Знак «+» не набирать.

При вводе значений *применять следующие правила:*

- ввести обозначение параметра (например, ВР);
- ввести двоеточие;
- ввести значение параметра (например, для времени: 10-35);
- нажать точку — команда ввода параметра в память ЭВМ;
- если начертание латинских и русских букв совпадает, то данную букву можно вводить на любом регистре;
- переход на верхний или нижний регистр производится клавишами «ВР» и «НР»;
- время (часы и минуты) вводится через тире;
- дата (день, месяц, две цифры года) вводится без знаков;
- западная долгота и южная широта вводятся с минусом;
- десятичный знак вводится как запятая.

Если при вводе значение параметра в наборе допущена ошибка, то следует откорректировать введенное значение и нажать клавишу «Точка». Для удаления введенных символов использовать клавишу «?».

Значение Z (угловая высота Солнца) определяется по табл. 2.6.

Таблица 2.6

Значения угловой высоты Солнца для местного среднесолнечного времени

Время суток, ч	Время года (месяцы)											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Широта 60°												
01, 23					-10	-6	-7					
02, 22					-8	-3	-5	-12				
03, 21				-12	-3	1	-1	-7				
04, 20				-6	2	6	5	-2	-12			
05, 19			-9	1	9	13	11	5	-5			
06, 18		-11	-2	8	16	20	19	12	3	-7		
07, 17	-11	-4	6	16	24	27	26	20	10	0	-9	
08, 16	-5	3	13	23	31	35	33	27	17	7	-2	-6
09, 15	1	9	19	30	38	42	40	34	24	13	4	-1
10, 14	5	13	24	35	44	48	46	39	29	18	8	3
11, 13	8	16	27	38	47	52	50	43	32	21	11	6
12	9	17	28	40	49	53	52	44	33	22	12	7

После заполнения всех параметров производится захват радиозонда. Для этого необходимо:

- включить высокое напряжение передатчика нажав клавишу «Высокое Прд» на БЩ6.01.

- установить на БЩ6.01 тумблер «АНТ-ЭА» в положение «АНТ» и нажать клавиши «α ВКЛ», «ε ВКЛ»;
- навести антенну на зонд с помощью устройства ручного наведения (УРН) панели БЩ6.02 по α, ε, наблюдая снаружи кабины за положением антенны, при нахождении радиозонда на улице значение азимутального угла должно составлять 23–50 ду, а для радиозонда в помещении 53–00 ду;
- убедиться в появлении сигнала зонда и метеоимпульсов (установить на БЩ5.2 переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» в положение «МЕТЕО» и наблюдать на экране метеоимпульсы). Затем необходимо проверить захват радиозонда по угловым координатам при проведении контрольной выдержки на улице;
- на БЩ6.01 включить тумблер «ГОН» и нажать клавишу «АВТ».
- антенна изделия 1Б44-1 смотрит в сторону радиозонда;
- отметка равносигнального направления внутри круговой шкалы на экране монитора колеблется около центра перекрестия;
- на экране БЩ5.2 наблюдается характерный сигнал радиозонда.
- навести визир дальности на ответную паузу радиозонда (кнопками на БЩ6.02);

Для ввода координат точки выпуска D0, E0, A0 установить тумблер «Зонд захв-потерян» в положение «Захват».

Проверить, что на экране монитора ниже значений метеопериодов отображается температура и влажность, измеряемые зондом.

Сравнить значение температуры и влажности, измеренное зондом с введенными значениями T0 и U0. **Разность показаний не должна превышать 1,8°С и 15%.**

Если вышеуказанные условия не выполняются, проверить правильность ввода коэффициентов зонда и измерения температуры и давления. Проверить правильность сборки и подготовки зонда. Если все выполнено правильно, то необходимо заменить радиозонд.

В случае, если вышеуказанные условия выполняются, перейти к проверке градуировки зонда, для чего ввести с клавиатуры команду «ПГ». При этом на ленте принтера будет отпечатан результат проверки градуировки зонда (рис. 2.4).

А	х, ххххх	В	хххх, х	С	ххх, ххх	В1	хх, ххх	В2	хх, ххх
К	–хх, х	Н	хххх, хх	М	–х, ххх				
T0	–хх, х	U0	ххх, х						
TВ	–хх, х	UВ	ххх, х						ЗОНД ИСПР

Рис. 2.4. Печать результатов проверки радиозонда типа ТВ.

Затем производится печать введенных начальных данных. Для этого необходимо набрать на клавиатуре команду «ПД» и проверить, что при этом произойдет отпечатывание на ленте АЦПУ начальных данных (рис. 2.5).

ДТ	110697	НС	29440	Е0	265	ШМ	57	ДМ	61
ΔМ	39-45	ПА	24-00	Д0	70	Э0	00-20	А0	10-40
П	-6	З	44	ОБЛ	00900	V	7	AV	270
Т0	15	U0	55	Р0	749.0	мм	= 997.3 мБ		

Рис. 2.5. Печать начальных данных.

После завершения ввода и отпечатывания на АЦПУ результатов проверки градуировки радиозонда и начальных данных перейти в режим «Подготовка» (рис. 2.6) нажатием клавиши «Раб».



Рис. 2.6. Кадр экрана. Режим «Подготовка».

Из режима «Подготовка» можно переходить в режим «Ввод» и обратно (например, для проверки правильности введенных данных).

7. Выключить станцию согласно табл. 2.7.

Таблица 2.7

Последовательность выключения аппаратуры радиолокатора

Место-нахождение	Наименование органа управления	Положение	Примечание
БЩ 6.01	Кнопка «Высокое Прд» «Откл»	Нажать.	Область 4
	Тумблер «ГОН»	Откл.	Область 9
	Кнопка «руч.»	Нажать	То же
	Кнопки « , откл»	Нажать	То же
БЩ 6.01	Тумблер «Дальн. авт-руч»	Руч.	Область 3
	Тумблер «Признак АСД авт-руч»	Руч.	Область 3
	Кнопками уменьшения дальности установить дальность 0		Значение D в верхней строке экрана
БЩ 6.4	Переключатель «Управл. ИСРЗ»	Руч.	
АЦПУ	Тумблер «Сеть»	Откл.	
ВКУ	Тумблер «Сеть»	Откл.	
БЩ 6.01	Тумблер «Блоки»	Откл.	
БЩ 8.01	Тумблер «Сеть»	Вкл.	

Содержание отчёта

1. Итоговая таблица функционального контроля полученная на АЦПУ.
2. Перечень параметров, подлежащих проверке при функциональном контроле с указанием результатов для каждой из проверяемых систем (расшифровать таблицу АЦПУ).
3. Результаты контрольной выдержки, полученной на АЦПУ.
4. Оценка годности радиозонда к выпуску.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

Аналитическая обработка данных комплексного зондирования атмосферы системой «РПМК-1 – МРЗ-3а»

Цель работы

Приобретение навыков в аналитической обработке данных, полученных с помощью системы комплексного температурно-ветрового зондирования атмосферы “РПМК-1 – МРЗ-3а”.

Исходные материалы

1. Бланк компьютерного варианта исходных данных.
2. Бланки таблиц ТАЭ-4б, КАЭ-3, КАЭ-3а, ТАЭ-3, бланк технического контроля и аэрологическая диаграмма.

Литература

1. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 4, ч.3, РД 25.11.650-2003. — 312 с.
2. *Киселёв В.Н., Мушенко П.М.* Практикум по аэрологии и радиометеорологии. — Л.: Изд. ЛПИ, 1986. — 141 с.
3. Сборник аэрологических кодов. — СПб.: Гидрометеиздат, 1994. — 80 с.

Порядок выполнения

1. Получить индивидуальное задание и необходимый бланковый материал.
2. Изучить рекомендуемую литературу.
3. В соответствии с методическими указаниями последовательно произвести расчеты и графические построения.
4. Выполнить анализ полученных данных. Составить итоговую таблицу ТАЭ-3.
5. По результатам обработки построить аэрологическую диаграмму.
6. Составить телеграмму по коду КН-04.
7. Подготовить отчет по выполненной работе.

Исходные данные

В последние годы в связи с интенсивным развитием средств вычислительной техники и разработкой автоматизированных систем зондирования

атмосферы используется компьютерный вариант исходных данных зондирования (рис. 3.1).

MP3-3

002.txt : Данные радиолокационного зондирования за 15-11-93, 12 час

Зонд №: 73318 Станция №: 26063 Высота станции: 30 м

Широта: 60° Долгота: - 30°

P = 1037.5 гПа T = -7.2°C U = 74 %

Ветер: 19001 Высота Солнца: 20°

* Сертификат*

R01 = 30.480 R02 = 30.480 Qоп = 1600

A = 0.32306 B = 3840.34 C = 82.075

K = 120.2 N = -10.1 M = 0.2

T [мин]	У.М. [ДУ]	АЗМ [ДУ]	Дальн [м]	T [мин]	Q [мкс]
0.5	5.97	6.19	1700	0.9	2504
1	6.31	4.07	2800	1.1	1782
1.5	6.81	5.11	5500	1.2	2404
2	7.32	5.31	7300	1.8	2415
2.5	7.00	5.76	9700	1.9	1470
3	8.06	6.34	11400	2.6	1983
4	8.85	7.22	15900	3.1	2469
.....					

Рис. 3.1. Пример компьютерного варианта исходных данных зондирования.

Из приведенного примера рис. 3.1 очевидно следует, что это данные температурно-ветрового радиозондирования зондирования 15.11.93 за срок 12 час. Зондирование выполнялось с помощью зонда № 73318 со станции 26063, высота которой над уровнем моря составляет 30 м; географические координаты станции: широта 30° с.ш., долгота 30° в.д. Давление воздуха составляло 1037.5 гПа, температура была равна -7.2 °С, влажность - 74 %. В момент выпуска скорость ветра - 1 м/с, его направление - 190° (закодировано по коду КН-04) Высота Солнца, определенная для данного выпуска в соответствии с действующим Наставлением [1], составляла 20°. Далее представлены коэффициенты из сертификатов радиозонда и исходные данные радиозондирования.

В левой части таблицы (рис. 3.1) приводятся данные радиолокационного определения координат радиозонда: угла места (У.М.), азимута (АЗМ) в делениях угломера (ДУ) и наклонной дальности (Дальн.) в метрах (м) для определенных моментов времени (Т) в мин.

В правой части таблицы представлена телеметрическая информация : определенные периоды (Q) для некоторых моментов времени (Т). Это могут быть частоты Q_1 , Q_u или $Q_{оп}$, определенные для моментов резкого изменения

соответствующих периодов: для датчика температуры могут определяться и дополнительные периоды, исходя из требования, чтобы временной интервал для измеряемого периода не превышал 1,5 мин. Зная возможные диапазоны изменения периодов телеметрических каналов для зонда МРЗ-3а, идентификация периодов, как правило, не вызывает трудностей.

Обработка результатов радиозондирования

Обработка данных радиозондирования состоит из двух основных частей: обработка радиоветровых наблюдений и обработка данных радиотелеметрического канала.

1. Обработка радиоветровых наблюдений.

Обработку радиоветровых наблюдений следует выполнять в следующей последовательности.

Для обрабатываемых моментов времени (через 0,5 мин до 3-ей мин. включительно; через 1 мин. с 3-ей до 10-й мин.; через 2 мин. с 10-й мин. до 40 мин., через 4 мин. с 40 мин. до конца подъёма, включая последнюю минуту наблюдения) с компьютерного варианта задания записать в бланк КАЭ-3 соответствующие значения угла места (δ_i), азимутального угла (α_i) и наклонной дальности (D_i). При отсутствии для каких то моментов времени координат радиозонда данные графы не заполняются.

По записанным в бланке КАЭ-3 координатам δ_i и D_i вычисляют высоту радиозонда над поверхностью земли ($H_{п.з.}$)_i по формуле:

$$(H_{п.з.})_i = D_i \times \sin(\delta_i \times 6), \quad (3.1)$$

где наклонная дальность (D_i), берется в метрах, а угол места (δ_i) – в делениях угломера (ДУ). Вычисленные значения ($H_{п.з.}$)_i, округленные до метров, записывают в соответствующую графу бланка КАЭ-3.

Поправку на рефракцию радиоволн следует рассчитывать, начиная с наклонной дальности (D_i), больше 20000 м по формуле

$$\Delta H_{рк} = 0,5887 \times 10^{-7} \times D_i^2.$$

Определяют высоту радиозонда над уровнем моря (H)_i, прибавляя к значениям ($H_{п.з.}$)_i высоту станции над уровнем моря (H_0) и поправку $\Delta H_{рк}$. Полученные значения высот наносят на график зависимости высоты H от времени t в масштабе: по вертикали – 1 см ~ 200 м; по горизонтали – 1 см ~ 2 мин. До 10-й минуты строится дополнительный график $H(\tau)$ в укрупнённом масштабе времени 1 см – 1 мин. Он используется для более точного

снятия высот в первые минуты наблюдений. Нанесенные точки соединяют отрезками прямых линий, осредненными примерно по 10-минутным интервалам. Отклонения реальных значений H_i от построенного графика не должны превышать 100 м до высоты 5 км, 200 м на высотах от 5 до 10 км и 300 м на высотах свыше 10 км.

По измеренным значениям угла места (δ_i), азимутального угла (α_i) и наклонной дальности (D_i) для соответствующих интервалов времени (t t_{i-1}) следует определить значения скорости ($V_{i,i-1}$) и направления ($d_{i,i-1}$) ветра. Для этого можно использовать следующие соотношения:

$$\begin{aligned} X_i &= D_i \times \cos(\delta_i \times 6) \times \cos(\alpha_i \times 6), \\ Y_i &= D_i \times \cos(\delta_i \times 6) \times \sin(\alpha_i \times 6), \end{aligned} \quad (3.2)$$

$$V_{i,i-1} = \frac{\sqrt{(X_i - X_{i-1})^2 + (Y_i - Y_{i-1})^2}}{60(t_i - t_{i-1})}, \quad (3.3)$$

$$a_{i,i-1} = \arctg \left| \frac{Y_i - Y_{i-1}}{X_i - X_{i-1}} \right|. \quad (3.4)$$

$$\begin{aligned} d_{i,i-1} &= 180^\circ + a_{i,i-1}, & \text{если} \quad \Delta X > 0, \Delta Y > 0, \\ d_{i,i-1} &= a_{i,i-1}, & \text{если} \quad \Delta X < 0, \Delta Y < 0, \\ d_{i,i-1} &= 360^\circ - a_{i,i-1}, & \text{если} \quad \Delta X < 0, \Delta Y > 0, \\ d_{i,i-1} &= 180^\circ - a_{i,i-1}, & \text{если} \quad \Delta X > 0, \Delta Y < 0, \end{aligned} \quad (3.5)$$

Полученные значения скорости и направления ветра записывают в соответствующие графы бланка КАЭ-3 в строку, соответствующую концу обрабатываемого интервала времени, т.е. моменту времени t_i .

Осуществляют привязку полученных ветровых характеристик к высоте. При этом найденные значения скорости и направления ветра обычно относят к высоте середины слоя, пройденному радиозондом за соответствующий интервал времени. Последняя определяется по построенному графику $H(t)$ для момента времени, равному среднему значению из двух соседних обрабатываемых моментов времени. Найденные значения высот записывают в графу “Высота середины слоя над уровнем моря” бланка КАЭ-3, графу “Высота середины слоя над поверхностью земли” заполняется до высоты 1000 м, вычитая из высоты середины слоя над уровнем моря высоту станции.

Полученные значения скорости и направления ветра, отнесенные к высотам середины слоев над уровнем моря, наносят на график, который строится в масштабе: по вертикали — 1 см ~ 1 км; по горизонтали — 1 см ~ 2 м/с, 1 см ~ 10°. В слое до 3-х км строят дополнительный график высоты

от направления в масштабе по вертикали 1 см — 200 м, по горизонтали 1 см — 10°. Первой точкой на графиках наносятся данные о скорости и направлении ветра на уровне станции (*H* уровень моря). Все нанесенные точки соединяют непрерывными ломаными линиями.

С построенных графиков снимают значения скорости и направления ветра на стандартных высотах, изобарических поверхностях, высотах особых точек, уровнях наибольшей скорости ветра и максимальной скорости ветра.

В основу критерия для выбора особых точек ветра положена возможность восстановления по этим точкам кривой изменения с высотой направления ветра с точностью до 10°, скорости ветра до 5 м/с. Особыми точками ветра являются начальная и конечная высота подъема, уровень максимальной скорости ветра, границы пропуска в наблюдениях. Уровнем максимального ветра считается слой атмосферы выше изобарической поверхности 500 гПа (5500м), где наблюдается скорость ветра, превышающая 30 м/с и изменение скорости в двухкилометровом слое выше или ниже больше 10 м/с. Дополнительно на построенных кривых изменения ветра с высотой намечают предполагаемые особые точки, где наблюдается значительный излом кривых. Затем последовательно, в порядке возрастания высоты, исследуют каждую предполагаемую особую точку. Для этого соединяют прямой две соседние с исследуемой точки: нижележащую, уже выбранную особую точку, и вышележащую предполагаемую особую точку. На этой прямой на уровне исследуемой точки определяют линейно интерполированное значение скорости или направления ветра. Исследуемую точку включают в число особых, если:

- линейно интерполированное значение скорости ветра отличается от действительного более чем на 5 м/с;
- линейно интерполированное значение направления ветра отличается от действительного более чем на 10°.

Найденные значения скорости и направления ветра на стандартных высотах, стандартных изобарических поверхностях, высотах особых точек записывают в соответствующие графы бланка КАЭ-3а с точностью до целых.

2. Обработка данных радиотелеметрического канала радиозонда МРЗ-3а

Сущность обработки данных радиотелеметрического канала радиозонда МРЗ-3а заключается в следующем:

- 1) дешифровке сигналов, т.е. переходе от измеренных и зарегистрированных периодов метеовеличин непосредственно к значениям температуры и относительной влажности;
- 2) построении графических зависимостей, удобных в дальнейшем для определения метеовеличин на любой высоте;
- 3) использовании полученных данных для расчета давления воздуха по известной барометрической формуле;

- 4) составлении итоговых таблиц зондирования, построении аэрологической диаграммы, контроле полученных данных и кодировании полученной информации с помощью соответствующих кодов.

Используя коэффициенты СХП, можно определить соответствующие значения температуры и относительной влажности с помощью следующих формул:

$$t = \frac{B}{\ln \left(\frac{\frac{Q_t R_{01}}{Q_{on}} - R_{02}}{A} \times 10^3 \right)} - C - 273,5, \quad (3.6)$$

$$U = K + N \times \left(\frac{Q_u R_{01}}{Q_{on}} - R_{02} \right) + M \times \left(\frac{Q_u R_{01}}{Q_{on}} - R_{02} \right)^2. \quad (3.7)$$

Найденные значения температуры и относительной влажности записывают в таблицу ТАЭ-46 (на четвёртой странице) для соответствующего момента.

Полученные значения температуры следует исправить на величину радиационной поправки, которая находится по табл. 3.1 в зависимости от высоты зонда и высоты Солнца. Если высота Солнца неизвестна, ее следует найти по таблице из Приложения 1 для местного среднего солнечного времени, соответствующего середине подъема радиозонда и определенной дате зондирования. Высоту Солнца находят на пересечении строки, соответствующей дате выпуска, с графой, соответствующей среднему времени подъема радиозонда. В том случае, когда среднее время (местное среднее солнечное) подъема не равно целому часу, высоту Солнца вычисляют путем линейной интерполяции между значениями высоты Солнца для целых часов. Следует учитывать, что таблица из Приложения 1 составлена для широты места наблюдения, равной 60° с.ш.

Полученные в процессе обработки исходных данных радиозондирования значения температуры и относительной влажности наносят на ранее построенный (при обработке ветра) график зависимости высоты подъема радиозонда, для чего следует построить две вертикальные оси: температуры — в масштабе 1 см ~ 2 °С (значения температуры должны убывать вверх по оси) и относительной влажности - в масштабе 1 см ~ 10 %. В нулевой момент времени откладываются температура и относительная влажность воздуха на уровне станции. Все нанесенные точки соединяют непрерывными ломаными линиями (кривые температуры и относительной влажности). Следует обратить особое внимание на характер полученной кривой температуры: на ней не должно быть очень резких изменений температуры (более 10 °С) за достаточно короткие временные интервалы; если такие случаи есть, их необходимо исключить из дальнейшего рассмотрения.

Таблица 3.1

Радиационные ошибки Δt радиозонда МРЗ-3а

H км	Высота Солнца h^0_0									
	-1	0	5	10	15	20	25	30	40	50
1					0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5
5				0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6
10			0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,8	0,9
11			0,3	0,4	0,5	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0
12			0,3	0,4	0,6	0,8	0,8	0,8	1,0	1,2
13		0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	0,9	0,9	1,2	1,3
14		0,3	0,4	0,5	0,8	1,0	1,1	1,1	1,4	1,5
15		0,3	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,3	1,6	1,8
16	0,3	0,4	0,5	0,6	0,9	1,2	1,4	1,6	1,7	1,8
17	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	1,2	1,5	1,7	1,9	1,9
18	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,3	1,6	1,8	2,0	2,1
19	0,3	0,4	0,6	0,9	1,1	1,5	1,8	2,0	2,2	2,3
20	0,3	0,4	0,7	1,0	1,2	1,6	1,9	2,1	2,3	2,4

С построенных графиков для моментов времени, соответствующих стандартным высотам подъема радиозонда, снимают значения температуры и относительной влажности. Полученные данные записывают в таблицу ТАЭ-46. При этом первой стандартной высотой будет уровень станции, а последней максимальная высота подъема по измеренной температуре.

Вычисляют среднюю температуру и среднюю относительную влажность слоя между стандартными высотами с учётом особых точек по температуре, записывая найденные значения в соответствующие ячейки ТАЭ-46.

Определяют среднюю виртуальную температуру слоя ($\bar{t}_v$) в °С, используя следующее выражение:

$$t_v = \bar{t} + (\bar{t} + 273,15) \times 0,37942 \frac{e}{\bar{p} - e}, \quad (3.8)$$

$$e = \frac{\bar{u}}{100} \times 6,1 \times 10^{7,5\bar{t}/(273,3+\bar{t})},$$

где $\bar{t}$ – средняя температура слоя; $\bar{u}$ – средняя относительная влажность слоя; $\bar{p}$ – давление по данным стандартной атмосферы, соответствующее середине рассматриваемого слоя.

Также можно определить виртуальную температуру, используя таблицы приведённые в Практикуме [2]. По Приложению 6 определяют виртуаль-

ную поправку к средней температуре слоя при максимальной упругости водяного пара ($\Delta t_{\text{в.макс}}$). Вычисляют виртуальную поправку при упругости водяного пара, соответствующей средней относительной влажности слоя, по формуле $\Delta t_{\text{в}} = \Delta t_{\text{в.макс}} (\bar{u}/100)$. Найденную виртуальную поправку прибавляют к средней температуре слоя и таким образом определяют среднюю виртуальную температуру слоя $\bar{t}_v$.

Для определения реального давления воздуха на стандартных высотах (P) следует использовать барометрическую формулу вида

$$P = P_0 \times \exp \left[-\frac{g \Delta h}{R(\bar{t}_v + 273)} \right], \quad (3.9)$$

где $R = 287.052$ Дж/кг*К — удельная газовая постоянная сухого воздуха; $g = 9.81$ м/с² — ускорение силы тяжести; P_0 — давление на предыдущей стандартной высоте; Δh — толщина рассматриваемого слоя в метрах.

Вычисленные значения давления воздуха на стандартных высотах следует записать в соответствующие ячейки таблицы ТАЭ-46 с точностью до одной десятой гПа.

Определение высоты стандартных изобарических поверхностей 1000, 925, 850, 700, 500, 400, 300, 250, 200 и 100 гПа производится по следующей формуле:

$$H_p = h + \frac{\bar{t}_v + 273,15}{s} \times \ln \frac{P_h}{P}, \quad (3.10)$$

где H_p — высота стандартной изобарической поверхности P ; P_h — давление воздуха на ближайшей стандартной высоте h ; $s = 0,0341677$, если используются значения высоты h в м. Для изобарических поверхностей расчет высоты производится с точностью до 1 м.

Если наземное давление оказалось ниже 1000 гПа, то следует расчет высоты изобарической поверхности 1000 гПа выполнить, используя следующее выражение:

$$H_{1000} = \frac{(t_{v0} + 273,15) + 0,00632h_0}{0,0341632} \times \ln \left(\frac{p_0}{1000} \right) + h_0, \quad (3.11)$$

где t_{v0} — виртуальная температура воздуха на поверхности земли (в °С); p_0 — давление воздуха на поверхности земли; h_0 — высота станции над уровнем моря.

Вычисленные значения высот стандартных изобарических поверхностей и снятые с графика обработки данных радиозонда МРЗ-3а для этих высот величины температуры и относительной влажности следует записать в бланк ТАЭ-46.

Провести анализ правильности определения высот стандартных изобарических поверхностей согласно методики изложенной в Лабораторной работе № 8 из Практикума [2].

Для стандартных изобарических поверхностей следует вычислить еще и дефицит точки росы (D), который может быть найден следующим образом:

$$t_d = t - D, \quad (3.12)$$

$$D = t - \alpha \frac{A}{B}, \quad (3.13)$$

где t — температура воздуха; t_d — температура точки росы в °C; u — относительная влажность воздуха.

$$A = \beta \times t + \gamma \times (\alpha + t) \times \ln\left(\frac{u}{100}\right), \quad B = \alpha \times \beta - \gamma \times (\alpha + t) \times \ln\left(\frac{u}{100}\right), \quad (3.14)$$

$$\alpha = 241,9; \quad \beta = 7,6326; \quad \gamma = 0,43429.$$

Теперь следует определить наличие уровня тропопаузы и его высоту. Тропопауза определяется как первый уровень, лежащий не ниже изобарической поверхности 500 гПа, между которым и всеми более высокими уровнями в слое толщиной не менее 2 км средний вертикальный градиент температуры не превышает 2°/км. Тропопаузу определяют, анализируя кривую температуры на графике обработки подъема радиозонда. Намечают предполагаемый уровень тропопаузы, а затем исследуется, удовлетворяет ли этот уровень критериям выбора тропопаузы. Для этого на кривой высоты находят момент времени, соответствующий верхней границе 2-километрового слоя выше предполагаемого уровня тропопаузы. Для этого момента времени наносят точку с температурой на 4° ниже температуры на уровне предполагаемой тропопаузы. Нанесенная точка соединяется пунктирной линией с точкой температуры на уровне предполагаемой тропопаузы. Эта линия называется демаркационной и по смыслу построения отделяет зону кривой температуры со средним вертикальным градиентом больше 2°/км от зоны со средним вертикальным градиентом, равным и меньшим 2°/км.

Если демаркационная линия, не пересекая кривую температуры, располагается выше и левее ее или совпадает с кривой температуры полностью или частично, то в этом случае средний вертикальный градиент температуры между предполагаемым уровнем тропопаузы и любым уровнем в пределах 2 км выше тропопаузы будет равен или меньше 2°/км, а предполагаемый уровень будет искомым уровнем тропопаузы. Если же демаркационная линия пересекает кривую температуры или проходит ниже и правее ее, то предполагаемый уровень не будет уровнем тропопаузы. В этом случае описанную процедуру поиска тропопаузы следует повторить для других вышележащих предполагаемых уровней тропопаузы.

Весьма важное значение при обработке данных радиозондирования является нахождение высот особых точек температуры и относительной влажности.

Особыми точками температуры являются уровень станции, конечная высота зондирования по температуре, уровень тропопаузы, нижняя и верхняя границы слоев температурной инверсии в тропосфере, нижняя и верхняя границы слоев изотермии в тропосфере продолжительностью свыше 30 с, уровни резких изломов кривой температуры, удовлетворяющие критериям выбора особых точек температуры. Особыми точками относительной влажности являются границы слоя (уровень) со значением относительной влажности, равным 100 %, уровни резких изломов кривой относительной влажности, удовлетворяющие критерию выбора особых точек влажности. В основу критерия выбора особых точек положена возможность восстановления по данным особых точек, включаемых в телеграмму, кривой температуры с точностью до 1°С в тропосфере и до 2°С в стратосфере; кривой влажности – с точностью до 15 %. Выбор особых точек температуры и особых точек влажности производят независимо по кривым, построенным на графике обработки подъема радиозонда.

На кривых температуры и влажности одними условными значками (обычно кружками) отмечают точки, являющиеся априори особыми, и другими значками (галочками), отличными от первых, предполагаемые особые точки, т.е. точки изломов кривой, соответствие которых критерию особых точек нужно установить. Затем последовательно в порядке возрастания высоты исследуют каждую предполагаемую особую точку. Для этого на уровне предполагаемой особой точки определяют разность измеренной и линейно интерполированной температуры (влажности). При этом линейную интерполяцию температуры (влажности) производят между значениями температуры (влажности) в соседних двух точках: в нижележащей, уже выбранной особой точке (начиная всегда с уровня станции) и вышележащей предполагаемой (или априори) особой точке.

Практически интерполяцию осуществляют графическим способом. Соединяют пунктиром две соседние с исследуемой особые точки: нижележащую, уже выбранную, и вышележащую предполагаемую (или априори) особую точку. Исследуемую точку включают в число особых точек температуры (влажности), если разность между измеренной температурой (влажностью) и отсчитанной по пунктирной прямой больше 1°С в тропосфере и 2°С в стратосфере (для относительной влажности 15 % во всем исследуемом слое).

Найденные особые точки по температуре и относительной влажности в порядке возрастания высоты следует записать в таблицу ТАЭ-4б.

Расчет давления на уровне особых точек (и уровне тропопаузы) можно выполнить по следующей формуле:

$$P_i = P_h \times \exp \left[\frac{s(h - h_i)}{t_v + 273,15} \right], \quad (3.15)$$

где h_i – высота особой точки, а P_i – давление на ее уровне; h – ближайшая стандартная высота, расположенная ниже особой точки, P_h – давление на

ней; $\bar{t}_v$ — виртуальная температура слоя между стандартными высотами, где располагается найденная особая точка.

Для найденных особых точек по температуре и относительной влажности следует также определить значения температуры и относительной влажности, сняв их с графика обработки подъема радиозонда, дефицита точки росы, рассчитав его по описанной выше методике. Найденные значения указанных метеорологических величин для уровней особых точек следует записать в соответствующие ячейки таблицы ТАЭ-46.

Рассчитать давление на уровнях 300, 600 и 900 м над поверхностью земли используя формулу (3.15). Снять с графиков на этих высотах температуру и влажность. Записать полученные данные в таблицу ТАЭ-46.

Используя формулу (3.15), следует определить давление и на уровне особых точек по ветру; полученные результаты необходимо записать в бланк КАЭ-3а.

Результаты комплексного температурно-ветрового зондирования записывают в таблицу ТАЭ-3. Запись осуществляют по уровням в порядке возрастания высоты.

В ТАЭ-3 включают следующие уровни: высоту станции над уровнем моря; изобарические поверхности, входящие в телеграмму; особые точки; уровни 0,3, 0,6 и 0,9 км над поверхностью земли; уровень тропопаузы; стандартные высоты; уровень максимальной скорости ветра; максимальную высоту зондирования.

Заглавную часть таблицы ТАЭ-3 заполняют в соответствии с названием граф.

- В графу *H* записывают высоту в километрах над уровнем моря с двумя десятичными знаками, высоты изобарических поверхностей 1000, 925, 850 и 700 гПа, уровень станции и высоты 300, 600 и 900 м. над поверхностью земли — с тремя десятичными знаками.
- В графе *P* вносят данные давление точною одна десятая гПа.
- В графе *t* указывают температуру в градусах Цельсия с десятичными долями.
- В графу *u* записывают значения относительной влажности в процентах.
- В графах *d* и *v* помещают данные о направлении (в градусах) и скорости (в м/с) ветра, соответственно.
- В графе t_d указывают значение температуры точки росы с десятичными долями градуса на уровнях изобарических поверхностей и особых точек температуры и относительной влажности.

При составлении таблицы ТАЭ-3 вычисляют вертикальный градиент температуры γ и вертикальную скорость подъема радиозонда w .

Вертикальный градиент температуры рассчитывают для слоев, ограниченных либо двумя особыми точками температуры, либо одной особой точкой температуры и соседней стандартной высотой, либо двумя стандартными высотами. Если толщина слоя между особой точкой и стандартным

уровнем составляет 200 м или меньше, градиент вычисляют, пропустив этот стандартный уровень. Верхней границей слоя в этом случае будет или выше-лежащая особая точка, или следующий стандартный уровень. Между двумя особыми точками температуры (включая и высоту станции над уровнем моря) градиент рассчитывают при любой толщине слоя.

Вычисление вертикального градиента температуры в заданном слое производят с точностью $0,01^{\circ}/100$ м путем деления разности температур на границах слоя на разность высот, выраженную в сотнях метров. Знак градиента зависит от распределения температуры по высоте: если температура с высотой понижается, градиент положительный; если же температура с высотой повышается, то градиент отрицательный (перед ним ставят знак минус). Вычисленное значение вертикального градиента температуры записывают в графу γ на высоте, являющейся верхней границей данного слоя.

Вертикальная скорость подъема радиозонда в слоях вычисляется за 10-минутные интервалы времени путем деления разности высот в метрах на разность соответствующих моментов времени в минутах. Точность вычисления 1 м/мин.

В таблицу ТАЭ-3 вычисленную вертикальную скорость записывают в графу w на стандартной высоте, ближайшей к верхней границе соответствующего слоя.

Построение аэрологической диаграммы

По данным о давлении, температуре воздуха и температуре точки росы на бланке аэрологической диаграммы нанести точки, соответствующие основным изобарическим поверхностям и особым точкам по температуре и влажности.

Построить кривую стратификации. Для этого, не пропуская ни одной точки, ломаной линией соединить точки значений температуры воздуха. Кривая стратификации проводится красным цветом.

Построить кривую точки росы. Для этого так же, как и при построении кривой стратификации, необходимо соединить точки соответствующих значений температуры точки росы. Эта линия проводится зелёным цветом.

Построить кривую состояния. Эта линия показывает адиабатические изменения состояния вертикально смещающейся частицы. Изменение температуры частицы до уровня конденсации происходит по сухоадиабатическому закону, а выше уровня конденсации — по влажноадиабатическому закону.

При построении кривой состояния за начальный уровень принимает-ся нижняя точка на кривой стратификации или точка, соответствующая верхней границе приземной инверсии или изотермии. Кривая состояния проводится чёрным цветом.

Уровень конденсации определяется как высота, на которой сухая адиабата проведённая от значения температуры на начальном уровне, пересекается с изограммой, проведённой от того же начального уровня (нижняя точка кривой стратификации или верхняя граница приземной инверсии или изотермии), проходящей через температуру точки росы. Отмечается синей волнистой линией, подписывается «У.К.» и значение высоты. Высота определяется по формуле

$$H_{\text{ук}} = 122 \times (T_0 - Td_0) + \Delta H_{\text{и}}, \quad (3.16)$$

где $(T_0 - Td_0)$ – дефицит температуры точки росы на начальном уровне, $\Delta H_{\text{и}}$ – толщина приземной инверсии или изотермии в метрах.

Надписать чёрным цветом, правее кривой стратификации против соответствующего уровня, высоты основных изобарических поверхности, температуру и относительную влажность на них. Значения высот в километрах с точностью до сотых, температура в градусах Цельсия до десятых, относительная влажность до целых.

Данные о распределении ветра с высотой нанести в крайнем левом столбце аэрологической диаграммы на всех основных изобарических поверхностях и особых точек по ветру. Они обозначаются чёрной стрелкой с оперением возле которой записывается направление и скорость ветра переведённая в км/ч.

Отметить уровни, на которых находятся изотермы 0, -10 и -20°C. На высотах с соответствующими значениями температур вправо от кривой стратификации проводятся красным цветом выносные линии и надписываются значения температуры. Чёрным цветом подписывается их высота, которая находится методом интерполяции.

Выделить зоны с положительной и отрицательной энергией неустойчивости. Если кривая состояния находится правее кривой стратификации, то в этом слое энергия неустойчивости положительная. Образованная этими кривыми площадь закрашивается красным цветом. В тех случаях, когда кривая состояния располагается левее кривой стратификации, энергия неустойчивости отрицательна. Площадь между этими линиями закрашивается синим цветом.

Выделить зоны инверсии и изотермии. От верхней и нижней границ всех зон (до тропопаузы) вправо от кривой стратификации чёрным цветом провести выносные линии. Слои выделить жёлтым цветом и внутри каждой зоны надписать толщину зоны ΔH (м) и для инверсии перепад температур ΔT (°C), а изотермии температуру T (°C).

По данным зондирования выделить зону тропопаузы. На уровне тропопаузы коричневым цветом провести волнистую линию, выше которой

пишется слово «Тропопауза» и значения высоты, давления, температуры и относительной влажности на её уровне.

Выделить зоны облачности. Данные дефицита точки росы на различных уровнях сравнивают со значениями приведёнными в табл. 3.2. На тех уровнях, где реальный дефицит точки росы меньше или равен значениям приведённым в графе 2 таблицы, следует указать облачность, а на уровнях где дефицит больше или равен значениям приведённым в графе 3, облачность указывать не следует. Если дефицит точки росы находится между критическими значениями, указанными в графах 2 и 3, то для выделения облачных слоёв необходимо привлекать дополнительные характеристики. Нижняя и верхняя границы каждого облачного слоя выделяются волнистой линией синего цвета, а зона облачности заштриховывается, чёрным цветом подписываются высоты верхней и нижней границы каждого облачного слоя, и указывается тип облаков в соответствии с их положением по высоте.

Таблица 3.2

Значения дефицита температуры точки росы при которых наблюдается или отсутствует облачность

P (гПа)	Облачность	
	наблюдается	отсутствует
1	2	3
950	$\leq 1,6$	$\geq 4,5$
900	1,5	4,5
850	1,5	5,2
800	1,7	6,0
750	1,8	7,0
700	1,9	7,2
650	2,0	8,0
600	2,2	8,0
550	2,4	8,2
500	2,5	8,2
400	2,8	8,3
300	3,2	8,5
200	4,0	9,0

Выделить зоны обледенения в тех слоях атмосферы, где наблюдается отрицательные температуры воздуха и присутствует облачность. Верхняя и нижняя границы каждого слоя отмечаются красной линией, а в середине слоя ставится значок обледенения.

Определить зоны конденсационных следов за самолётами. Нижняя граница слоя расположена на уровне пересечения кривой стратификации с изограммой 0,15 г/кг, а верхняя граница — на уровне пересечения кривой стратификации с изограммой 0,10 г/кг. Обе границы слоя выделяются волнистой синей линией, а в середине слоя проводится синяя спиральная линия.

На аэрологической диаграмме уровень конвекции определяется в точке пересечения кривой стратификации с кривой состояния при переходе от положительных значений энергии неустойчивости к отрицательным. От полученной таким образом точки вправо проводится чёрным цветом выносная линия, около которой записывается «Уровень конвекции» и её высота полученная методом интерполяции.

Выделить положение атмосферного фронта над пунктом зондирования. В тех случаях, когда на кривой стратификации на высотах наблюдается значительное уменьшение вертикального градиента температуры воздуха ($\gamma \leq 0,2^\circ\text{C}/100\text{ м}$), эти слои можно отождествлять с положением фронтальной зоны. Дополнительным признаком того, что это фронтальная зона, а не инверсия оседания, является постоянство(или увеличение) относительной влажности с высотой. На наличие фронтальной зоны указывает резкое изменение направления ветра с высотой: против часовой стрелки при холодном фронте и по часовой при тёплом. Фронтальная зона закрашивается цветом в зависимости от типа фронта, внутри записывается толщина фронтальной зоны ΔH (м) и изменение температуры воздуха с высотой ΔT ($^\circ\text{C}$). Если температура с высотой продолжает уменьшаться, то вместо ΔT записывается вертикальный градиент температуры γ .

На уровнях максимального ветра нарисовать большую синюю стрелку и указать давление, высоту, направление и скорость ветра в километрах в час.

По значениям вертикального сдвига скорости ветра, изменению направления ветра с высотой и вертикального градиента температуры (γ) производят анализ условий болтанки динамического происхождения.

В качестве критериев вышеуказанных градиентов приняты следующие значения:

- сдвиг скорости ветра — 10 м/с на км;
- сдвиг ветра по направлению — 15 град/км;
- градиент температуры — $0,7^\circ\text{C} / 100\text{ м}$.

Если в анализируемом слое атмосферы хотя бы один из фактических градиентов равен или превышает значения вышеуказанных критериев, то в этом слое отмечают болтанку. Границы слоев болтанки обозначаются горизонтальными отрезками красного цвета в столбце для нанесения данных о ветре и символом болтанки, справа от которых черным цветом наносят значения высот с точностью до десятков метров.

Составление телеграммы с данными зондирования атмосферы по коду КН-04

Передача результатов радиозондирования осуществляется в закодированном виде в виде телеграмм. Кодирование осуществляется с помощью кода КН-04 [3].

Кодовая структура телеграммы представлена в табл. 3.3. Рассмотрим особенности кодирования данных радиозондирования.

Таблица 3.3

Кодовая форма			
Часть А			
Раздел 1.	TTAA	YYGGI _d	IIiii
Раздел 2.	99P ₀ P ₀ P ₁ P ₁ h ₁ h ₁ P _n P _n h _n h _n	T ₀ T ₀ T _{a0} D ₀ D ₀ T ₁ T ₁ T _{a1} D ₁ D ₁ T _n T _n T _{an} D _n D _n	d ₀ d ₀ f ₀ f ₀ d ₁ d ₁ f ₁ f ₁ d _n d _n f _n f _n
Раздел 3.	88P _t P _t или 88999	T _t T _t T _{at} D _t D _t	d _t d _t f _t f _t
Раздел 4.	77P _m P _m P _m или 66P _m P _m P _m или 77999	d _m d _m f _m f _m f _m	(4v _b v _b v _a v _a)
Часть В			
Раздел 1.	TTBV	YYGGa _d	IIiii.
Раздел 5.	00P ₀ P ₀ n ₁ n ₁ P ₁ P ₁ n _n n _n P _n P _n	T ₀ T ₀ T _{a0} D ₀ D ₀ T ₁ T ₁ T _{a1} D ₁ D ₁ T _n T _n T _{an} D _n D _n	
Раздел 6.	21212	00P ₀ P ₀ n ₁ n ₁ P ₁ P ₁ n _n n _n P _n P _n	d ₀ d ₀ f ₀ f ₀ d ₁ d ₁ f ₁ f ₁ d _n d _n f _n f _n
Раздел 8.	41414	N _h C _L hC _M C _H	

Часть А

Раздел 1. Сведения о месте и времени наблюдений.

Группа TTAA – буквенный указатель кодовой формы и ее части.

Группа YYGGI_d: YY – число месяца, GG – срок наблюдения по международному согласованному времени (МСВ), округленное до целых часов,

I_d — указатель последней стандартной изобарической поверхности, для которой в сводку включены данные о ветре; кодируется по табл. 3.4:

Таблица 3.4

Указатель последней изобарической поверхности с данными о ветре

Стандартная изобарическая поверхность	1000	925	850	700	-----	500	400	300	200 или 250	100 или 150
Кодовая цифра I_d	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Группа $IIiii$ — индекс стационарной наземной аэрологической станции. II — номер района, iii — номер станции в пределах района. Аэрологическая станция “Воейково” имеет индекс 26063.

Раздел 2. Данные наблюдений у поверхности земли и на стандартных изобарических поверхностях.

Группа $99P_0P_0:99$ — отличительные цифры того, что далее кодируются данные у поверхности земли; $P_0P_0P_0$ — давление у поверхности земли в целых гПа; если давление равно или больше 1000 гПа, то при кодировании число тысяч отбрасывается.

Группа $T_0T_0T_{a0}D_0D_0: T_0T_0$ — температура воздуха у поверхности земли в целых градусах Цельсия (не округленная); T_{a0} — приближенное значение десятых долей градуса температуры воздуха у поверхности земли и одновременно указатель знака температуры воздуха; при положительных значениях температура округляется до четных десятых долей в меньшую сторону (цифры кода 0, 2, 4, 6, 8, соответственно), а при отрицательных значениях округление ведется до нечетных долей в большую сторону (цифры кода 1, 3, 5, 7, 9, соответственно). D_0D_0 — дефицит точки росы; при значениях дефицита менее $5,0^\circ\text{C}$ цифра кода равна значению дефицита, умноженному на 10; при значениях дефицита в 6°C (цифра кода 56) и более, цифра кода увеличивается на 1 при увеличении значения дефицита на 1°C . Смотри таблицу в Приложении 2.

Группа $d_0d_0f_0f_0: d_0d_0$ — направление ветра (откуда дует), округленное до ближайших 5 или 10° ; округленное значение направления ветра сообщается в группе следующим образом: на месте d_0d_0 указываются цифры сотен и десятков, а цифра единиц прибавляется к цифре сотен скорости ветра; $f_0f_0f_0$ — скорость ветра в м/с. Единицы направления ветра 1, 2 округляются до 0, 3–7 округляются до 5, 8, 9 до следующего десятка.

Далее в разделе 2, начиная с группы $P_1P_1h_1h_1h_1$, передаются данные на стандартных изобарических поверхностях. Кодирование осуществляется следующим образом: $P_1P_1 \dots P_nP_n$ — давление на стандартных изобарических

поверхностях (указываются десятки и сотни гПа); $h_1 h_1 h_1 \dots h_n h_n h_n$ — геопотенциал соответствующих стандартных изобарических поверхностей (до 700 гПа включительно сообщается в геопотенциальных метрах, при этом цифры тысяч отбрасываются; с 500 гПа — в геопотенциальных декаметрах, цифры десятков тысяч отбрасываются; если поверхность 1000 гПа расположена ниже уровня моря, т.е. получается отрицательное значение геопотенциала, то к абсолютному значению геопотенциала прибавляется 500).

Значения геометрической высоты H (м) переводят в значения геопотенциальной высоты $H_{гп}$ (гп.м) по формуле

$$H_{гп} = \frac{gRH}{g_c(R+H)}, \quad (3.17)$$

где $g_c = 9,80665$ (м/с²) — стандартное ускорение свободного падения; $R = 6356767$ (м) — радиус Земли.

Значение ускорения свободного падения в точке наблюдения g находят по формуле

$$g = 9,80616 \times (1 - 0,0026373 \times \cos 2\varphi + 0,0000059 \times \cos^3 2\varphi), \quad (3.18)$$

где φ (градусы) — значение географической широты.

Остальные группы раздела кодируются аналогично соответствующим группам, описанным выше.

Раздел 3. Сведения о тропопаузе.

Группа $88P_t P_t P_t$: 88 — отличительные цифры раздела 3; $P_t P_t P_t$ — давление на уровне тропопаузы, сообщается в целых гПа.

Остальные группы раздела кодируются аналогично соответствующим группам раздела 2.

88999 — кодовая группа, включается вместо раздела 3, если тропопауза в соответствующем слое атмосферы не наблюдалась.

Раздел 4. Сведения о максимальном ветре и вертикальных сдвигах ветра.

Уровень максимального ветра определяется как уровень, расположенный выше изобарической поверхности 500 гПа, на котором скорость ветра, превышая 30 м/с, больше скоростей, наблюдаемых на выше- и нижележащих уровнях (± 2 км), по крайней мере на 10 м/с.

Группа $77P_m P_m P_m$ или $66P_m P_m P_m$: 77 или 66 — отличительные цифры раздела, если максимальный ветер соответствует наивысшей точке зондирования, то используются 66, во всех остальных случаях 77; $P_m P_m P_m$ — давление на уровне максимального ветра, кодируется так же, как и давление на уровне тропопаузы.

Группа $d_m d_m f_m f_m f_m$ — направление и скорость максимального ветра, кодируется так же, как и соответствующие группы раздела 2.

Группа $(4v_b v_a v_a)$ — сведения о вертикальных сдвигах ветра, расположенных между уровнем максимума ветра и уровнями на 1 км ниже и выше него. Если направления ветра на уровне максимума и уровнях, отстоящих на 1 км ниже и выше, отличаются менее чем на 20° , сдвиг скорости ветра в этом слое равен абсолютному значению разности скоростей на границах слоя. При разности направлений более 20° вертикальный сдвиг скорости ветра определяют с учётом изменения направления

$$\Delta v_1 = \sqrt{v_{\max}^2 + v_1^2 - 2v_{\max} v_1 \cos(d_{\max} - d_1)}, \quad (3.19)$$

где $v_{\max}$ и $d_{\max}$ — соответственно скорость и направление ветра на высоте максимума скорости ветра; v_1 и d_1 — соответственно скорость и направление ветра на уровне, который на 1 км ниже (или выше) высоты максимума скорости ветра.

Группа 77999 включается в сводку вместо раздела 4, если в ходе зондирования уровни максимального ветра не были зафиксированы.

Часть В

Раздел 1. Сведения о месте и времени наблюдений.

Группа ТТВВ — буквенный указатель части В кодовой формы.

Остальные группы раздела 1 кодируются так же, как соответствующие группы раздела 1 части А кодовой формы, за исключением последнего символа (a_4) в группе YYGa₄, на месте которого сообщается тип используемого измерительного оборудования; для систем радиозондирования “РПМК-1 — МРЗ-3а” a_4 равно 3.

Раздел 5. Данные на уровнях особых точек в профилях температуры и относительной влажности.

Группы 00P₀P₀T₀T₀D₀D₀ — данные у поверхности земли (на уровне станции) в момент выпуска радиозонда.

00 — отличительные цифры, P₀P₀ — давление в целых гПа, кодируется так же, как соответствующая группа в разделе 2 части А.

Группа T₀T₀D₀D₀ температура и дефицит точки росы, кодируется так же, как соответствующая группа в разделе 2 части А.

Группы $n_1 n_1 P_1 P_1 \dots n_n n_n P_n P_n$: $n_1 n_1 \dots n_n n_n$ — порядковые номера уровней особых точек, нумеруются от нижнего уровня к верхнему (11, 22, ..., 99, 11, ...); $P_1 P_1 P_1 \dots P_n P_n P_n$ — давление на уровнях особых точек в профилях температуры и относительной влажности; кодируется так же, как в разделе 3 части А кодировалось давление на уровне тропопаузы.

Группы T₁T₁T₁D₁D₁... T_nT_nT_nD_nD_n — температура воздуха и дефицит точки росы на уровнях особых точек; кодируются так же, как и соответствующие группы для стандартных изобарических поверхностей в части А.

Раздел 6. Данные на уровнях особых точек в профиле ветра.

21212 — отличительная группа раздела.

Группы $00P_0P_0P_0d_0d_0f_0f_0$ — данные у поверхности земли (на уровне станции) в момент выпуска радиозонда.

00 — отличительные цифры, $P_0P_0P_0$ — давление в целых гПа, кодируется так же, как и в разделе 5 соответствующая группа.

Группы $n_1n_1P_1P_1P_1 \dots n_nP_nP_nP_n$ — порядковые номера и давления на уровнях особых точек ветра; кодируются так же, как и соответствующие группы в разделе 5 части В.

Группы $d_1d_1f_1f_1 \dots d_nd_nf_nf_n$ — скорость и направление ветра на уровнях особых точек ветра; кодируются так же, как в разделе 2 части А соответствующие группы для основных изобарических поверхностей.

Раздел 8. Данные об облачности в срок наблюдения.

41414 — отличительная группа раздела. Данные об облачности содержатся в группе $N_hC_LhC_MC_N$. N_h — количество облаков C_L или C_M , если облаков C_L нет; C_L — форма облаков вертикального развития и облаков нижнего яруса (кроме слоисто-дождевых); h — высота нижней границы самых низких облаков; C_M — форма облаков среднего яруса и слоисто-дождевые облака (нижний ярус); C_N — форма облаков верхнего яруса. Основные сведения о содержании группы $N_hC_LhC_MC_N$ представлены в табл. 3.5.

Содержание отчета

1. Краткие сведения из теории.
2. Исходные данные зондирования.
3. Результаты обработки данных зондирования атмосферы в виде заполненных соответствующих таблиц, построенных графиков, аэрологической диаграммы и составленной телеграммы в коде КН-04.
4. Анализ аэрологической диаграммы (устойчивая или неустойчивая воздушная масса, высота и температура уровня конденсации, толщины слоёв инверсий и изотермий с указанием разницы температуры на границах инверсии и температуры изотермии, определение высот верхних и нижних границ облачности, высота уровня конвекции, высоты изотерм 0-10-20, наличие конденсационных следов и их высота, анализ распределения ветра с высотой, высоты уровней максимального ветра, параметры тропопаузы).

Таблица 3.5

Кодирование облачности раздела 8 по коду КН-04

Цифра кода	N_h (балл)	C_L	h (м)	C_M	C_H
0	Облаков нет	Облаков нет	0 – 50	Облаков нет	Облаков нет
1	1 или менее (включая следы облаков)	Cu hum, Cu fr	50 – 100	As trans	Ci unc, Ci vert, Ci int (не увеличиваются)
2	2 – 3	Cu cong, Cu med	100 – 200	As op, As pr, Ns	Ci sp, Ci floc
3	4	Cb calv	200 – 300	Ac trans (однослойные)	Ci ing
4	5	Sc cuf, Sc diur, Sc vesp	300 – 600	Ac lent, Ac inh	Ci fib, Ci und, Ci vert, Ci int (увеличива- ются)
5	6	Sc und, Sc trans, Sc op, Sc cast	600 – 1000	Ac und, Ac trans (гряды, по- лосы)	Cs fib Cs neb (увеличива- ются, не поднимаясь выше 45° над гори- зонтом)
6	7 – 8	St neb, St und	1000 – 1500	Ac cug, Ac vir	Cs fib Cs neb (увеличива- ются, поднимаясь выше 45° над гори- зонтом)
7	9 или более, но с просветами	Frn b	1500 – 2000	Ac op вместе с As или Ns	Cs fib Cs neb (10 баллов)
8	10 (без просветов)	Cu, Sc (кроме Sc diur, Sc vesp)	2000 – 2500	Ac cuf, Ac floc, Ac cast	Cs fib Cs neb (менее 10 баллов)
9	Облака не видны	Cb cap, Cb inc, Cb hum	2500 или более или облаков нет	Ac (хаотично)	Cc und, Cc lent, Cc cuf, Cc floc
/	Не используется	Не видны	Высота не известна	Не видны	Не видны

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Высота Солнца для широты 60°

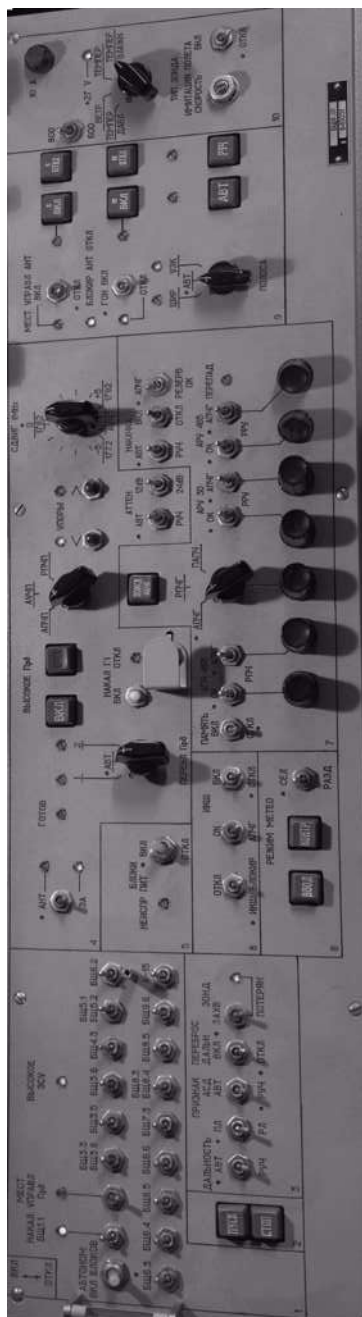
Дата	Время, ч.											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
январь	1-10								-7	-1	3	6
	11-20								-6	1	6	9
	21-30								-5	1	6	9
февраль	31- 9							-10	-3	3	8	12
	10-19							-7	0	6	11	15
	20- 1						-11	-4	3	9	14	18
март	2-11						-8	-1	6	13	18	21
	12-21					-12	-4	3	10	16	21	24
	22-31					-8	-1	6	14	20	25	28
апрель	1-10				-11	-4	3	11	19	25	30	33
	11-20				-7	0	8	15	22	29	34	37
	21-30			-10	-4	3	10	18	25	32	37	40
май	1-10			-6	0	6	13	21	28	35	40	43
	11-20		-9	-4	2	8	15	23	30	37	42	46
	21-30		-6	-1	4	10	17	25	32	39	44	48
июнь	31- 9		-6	-4	0	6	12	19	27	34	41	46
	10-19		-5	-3	1	6	13	20	27	35	42	47
	20-29	-12	-5	-3	1	7	13	20	28	35	42	48
июль	30- 9	-13	-6	-4	1	6	12	20	27	34	41	47
	10-19			-5	0	5	11	19	26	33	40	47
	20-29			-6	-2	3	10	17	24	31	38	45
август	30- 8			-8	-4	1	8	15	22	30	37	43
	9-18				-7	-1	6	13	20	28	34	40
	19-28				-9	-3	3	11	18	26	32	37
сентябрь	29- 7				-6	1	8	15	23	29	34	38
	8-17				-8	2	5	13	20	26	31	35
	18-27					-5	2	10	16	22	28	31
октябрь	28- 7					-8	0	7	14	20	24	27
	8-17					-11	-4	4	11	16	21	24
	18-27						-7	1	7	13	17	20
ноябрь	28- 6						-9	-2	4	10	14	15
	7-16							-6	1	6	10	12
	17-26							-8	-1	4	8	10
декабрь	27- 6							-10	-4	2	6	8
	7-16								-5	0	4	6
	17-26								-6	-1	3	5
	27-31								-7	-1	3	5

Продолжение приложения 1

Дата		Время, ч.											
		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
январь	1-10	6	6	3	-1	-6							
	11-20	10	8	5	1	-5							
	21-30	10	10	7	3	-2	-8						
февраль	31- 9	13	13	10	6	1	-6						
	10-19	16	16	13	9	3	-3						
	20- 1	19	19	16	12	6	0	-8					
март	2-11	22	23	19	15	10	3	-5					
	12-21	26	26	23	18	13	6	-2	-9	-10			
	22-31	30	29	26	21	15	8	1	-6	-7			
апрель	1-10	35	34	31	26	19	12	5	-3	-4	-10		
	11-20	38	38	34	29	22	15	8	0	-3	-8		
	21-30	42	41	37	32	25	18	10	3	-1	-7		
май	1-10	45	44	40	34	28	20	13	5	1	-5		
	11-20	48	46	42	36	30	22	15	7	3	-3	-6	
	21-30	50	48	44	38	32	24	17	10	5	0	-4	-7
июнь	31- 9	52	50	46	40	34	26	19	12	6	1	-3	-6
	10-19	53	51	47	41	35	27	20	12	7	1	-2	-5
	20-29	53	52	48	42	36	28	21	13	7	1	-3	-5
июль	30- 9	53	51	48	42	35	28	20	13	6	0	-4	-7
	10-19	52	50	47	41	34	27	19	12	4	-1	-5	
	20-19	50	49	45	40	33	26	18	11	2	-3	-7	
август	30- 8	49	48	44	38	31	24	17	9	1	-5		
	9-18	46	44	41	35	29	21	14	7	0	-6		
	19-28	43	42	38	33	26	19	12	4	-2	-9		
сентябрь	29- 7	39	38	34	29	23	15	8	1	-6			
	8-17	35	35	31	26	20	13	5	-2	-9			
	18-27	32	30	27	22	16	9	1	-6				
октябрь	28- 7	28	27	23	18	12	6	-3	-10				
	8-17	24	23	19	14	8	2	-6					
	18-27	20	19	16	11	5	-2	-10					
ноябрь	28- 6	16	15	12	7	1	-6						
	7-16	13	11	8	3	-3	-9						
	17-26	11	9	6	2	-5							
декабрь	27- 6	8	7	4	0	-6							
	7-16	7	6	3	-1	-7							
	17-26	6	5	2	-2	-7							
	27-31	6	3	2	-1	-6							

Кодирование дефицита температуры точки росы в коде КН-04

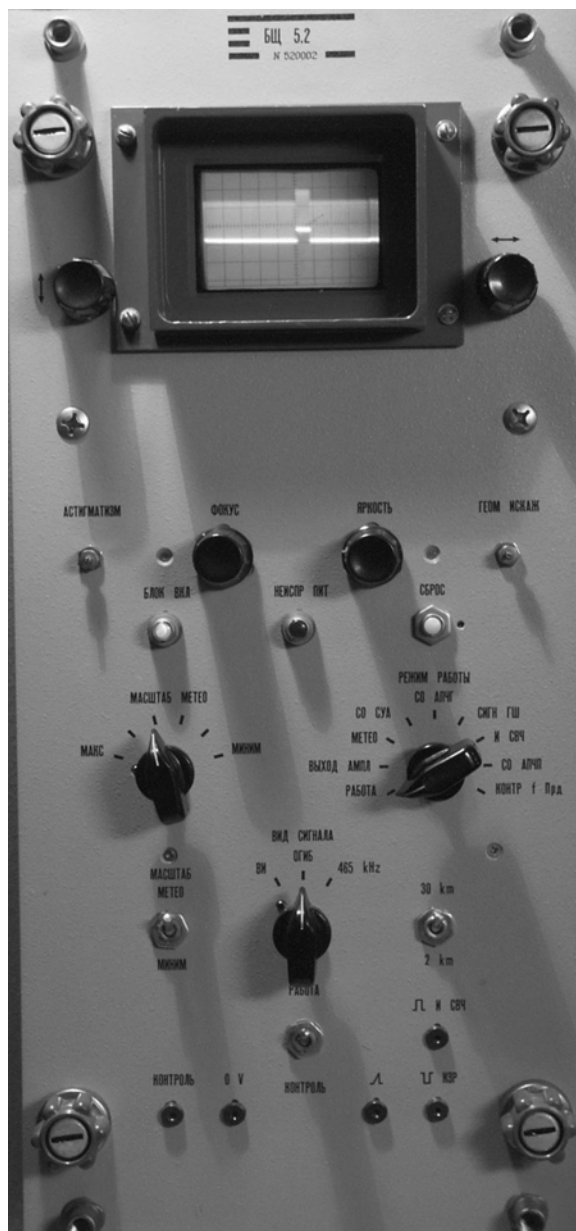
Цифра кода	Дефицит точки росы (°C)	Цифра кода	Дефицит точки росы (°C)	Цифра кода	Дефицит точки росы (°C)	Цифра кода	Дефицит точки росы (°C)	Цифра кода	Дефицит точки росы (°C)
00	0,0	20	2,0	40	4,0	60	10	80	30
01	0,1	21	2,1	41	4,1	61	11	81	31
02	0,2	22	2,2	42	4,2	62	12	82	32
03	0,3	23	2,3	43	4,3	63	13	83	33
04	0,4	24	2,4	44	4,4	64	14	84	34
05	0,5	25	2,5	45	4,5	65	15	85	35
06	0,6	26	2,6	46	4,6	66	16	86	36
07	0,7	27	2,7	47	4,7	67	17	87	37
08	0,8	28	2,8	48	4,8	68	18	88	38
09	0,9	29	2,9	49	4,9	69	19	89	39
10	1,0	30	3,0	50	5,0	70	20	90	40
11	1,1	31	3,1	51	Не используются	71	21	91	41
12	1,2	32	3,2	52		72	22	92	42
13	1,3	33	3,3	53		73	23	93	43
14	1,4	34	3,4	54		74	24	94	44
15	1,5	35	3,5	55		75	25	95	45
16	1,6	36	3,6	56	6	76	26	96	46
17	1,7	37	3,7	57	7	77	27	97	47
18	1,8	38	3,8	58	8	78	28	98	48
19	1,9	39	3,9	59	9	79	29	99	49
//	Данные отсутствуют								



Пульт БШ6.01.



Пульт БШ6.02.



Блок БЩ5.2.



Блок БЩ6.4.

Учебное издание

Юрий Германович Осипов,
Андрей Геннадьевич Саенко

РУКОВОДСТВО К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ
«Система зондирования «Радиопеленгационный
метеорологический комплекс (РПМК-1) — МРЗ-3а»»

Редактор: *О.С. Крайнова*
Компьютерная верстка: *Ю.И. Климов*

ЛР №020309 от 30.12.96

Подписано в печать 19.10.12. Формат 60×90 ¹/₁₆. Гарнитура Newton.

Печать цифровая. Усл. печ. л. 3,25. Тираж 300 экз. Зак. № 126.

РГГМУ, 195196, Санкт-Петербург, Малоохтинский пр. 98.

Отпечатано в ЦОП РГГМУ
