

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗБІРНИК МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК

до виконання лабораторних робіт з дисципліни

АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Одеса – 2014

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗБІРНИК МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК

до виконання лабораторних робіт з дисципліни

**АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ НАВКОЛИШНЬОГО
СЕРЕДОВИЩА**

Узгоджено
на факультеті магістерської та
аспірантської підготовки

Одеса – 2014

Збірник методичних вказівок до виконання лабораторних робіт з дисципліни „Автоматизовані системи моніторингу навколишнього середовища” для магістрів I курсу денної форми навчання за спеціальністю „Метеорологія”, спеціалізацією «Технічні системи гідрометеорологічного моніторингу». / Лімонов О.С., Пустовіт Т.М. – Одеса, ОДЕКУ, 2014 р. – 68 с.

Збірник методичних вказівок до виконання лабораторних робіт з дисципліни „Автоматизовані системи моніторингу навколишнього середовища” для магістрів I курсу денної форми навчання за спеціальністю „Метеорологія”, спеціалізацією «Технічні системи гідрометеорологічного моніторингу». / Лімонов О.С., Пустовіт Т.М. – Одеса, ОДЕКУ, 2014 р. – 68 с.

Підп. до друку
Умовн. друк. арк.

Формат
Тираж

Папір
Зам. №

Надруковано з готового оригінал-макета

Одеський державний екологічний університет
65016 Одеса, вул. Львівська, 15

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	4
Лабораторна робота №1 «Підготовка та запуск робочої програми АМАС-ABIA»	6
Лабораторна робота №2 «Вимірювання температури та вологості повітря за допомогою радіозонда»	35
Лабораторна робота №3 «Вимірювання напрямку та швидкості вітру за допомогою анеморумбометру М-49»	46
Лабораторна робота №4 «Вимірювання кількості та інтенсивності атмосферних опадів»	53

ПЕРЕДМОВА

Дисципліна „Автоматизовані системи моніторингу навколишнього середовища” є вибірковою дисципліною підготовки магістрів за спеціальністю Метеорологія, шифр 8.04010506, спеціалізації “Технічні системи гідрометеорологічного моніторингу” і відноситься до циклу професійної та практичної підготовки (цикл В).

Метою курсу є підготовка фахівців, які володіють знаннями в галузі дослідження моніторингу навколишнього середовища.

Завдання дисципліни полягає у вивченні принципів роботи автоматизованих систем моніторингу навколишнього середовища, перспективи їх розвитку.

Дисципліна “Автоматизовані системи моніторингу навколишнього середовища” є дисципліною, що дозволяє спеціалістам вивчити будову та принципи використання автоматичних систем одержання та обробки метеорологічної інформації.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен:

Знати:

- загальні принципи одержання, передачі та обробки гідрометеорологічної інформації;

Вміти:

- одержувати метеорологічну інформацію за допомогою автоматичних інформаційно-вимірювальних метеорологічних систем.

Вивчення даної дисципліни базується на знаннях, які одержані з дисциплін “Фізика”, “Вища математика”, “Основи електроніки, автоматики та цифрової техніки”, “Фізика атмосфери”.

Мета методичних вказівок – надати студентам допомогу у вирішенні практичних задач при використанні автоматичних систем метеорологічних вимірювань.

У даних методичних вказівках приводяться теоретичні відомості, необхідні для виконання даної лабораторної роботи, а також мета, завдання і порядок виконання роботи. Приведені також вимоги до оформлення звіту з лабораторної роботи.

При виконанні лабораторної роботи кожен студент відповідає на теоретичні питання і, потім, після одержання допуску, практично виконує роботу.

Під час проведення лабораторних робіт проводиться модульний контроль, який складається з 2 практичних модулів. Максимальна оцінка ЗМ-П1 – 20 балів, ЗМ-П2 - 30 балів.

Критерії оцінювання в балах практичних модулів:

Визначення	Бали	
	ЗМ-П1	ЗМ-П2
відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	18-20	30-27
вище середнього рівня з кількома помилками	15-17	22-26
в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	13-14	19-21
непогано, але зі значною кількістю помилок	12	18
виконання задовольняє мінімальні критерії	7-11	11-17
виконання не задовольняє мінімальні критерії	1-6	1-10

Збірник методичних вказівок складається з 4 лабораторних робіт: «Підготовка та запуск робочої програми АМАС», «Вимірювання температури та вологості повітря за допомогою радіозонда», «Вимірювання напрямку та швидкості вітру за допомогою анеморумбометру М-49», «Вимірювання кількості та інтенсивності атмосферних опадів».

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ООО “НВК СПЕЦАВТОМАТИКА”: Комплекс измерительный метеорологический АМС-МЕТЕО, УкрНДГМІ, 2009. – 47 с.
2. ООО “НВК СПЕЦАВТОМАТИКА”: АМАС-АВИА-1, краткое описание; Киев, “Спецавтоматика”, 2009. - 42 с.
3. Стернзат М.С. Метеорологические приборы и измерения. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 390 с.
4. Павлов Н.Ф. Аэрология, радиометеорология й техника безопасности. — Л.: Гидрометеиздат, 1980. - 430 с.
5. Белов Н.П. Метеорологические радиолокационные станции. - Л.: Гидрометеиздат, 1976. - 367 с.
6. Лавриненко Ю.В. Збірник методичних вказівок для виконання лабораторних робіт з дисципліни “Методи гідрометеорологічних вимірювань”, Одеса, 2013.- 94 с.

Лабораторна робота № 1

“Підготовка і запуск робочої програми АМАС-ABIA”

Мета роботи – провести підготовку та запуск робочої програми АМАС-ABIA.

Завдання на підготовку до лабораторної роботи. Під час виконання лабораторної роботи студент повинен


знати:

- програмне забезпечення автоматизованого робочого місця метеоспостерігача;
- програму «МЕТЕО»;

вміти проводити:

- автоматичний збір значень метеорологічних величин від пристроїв, підключених до комплексу;
- ручне введення значень метеовеличин візуального спостереження та можливість ручного регулювання вимірюваних метеовеличин;
- обробку даних за результатами вимірювань та формування книжок КМ-1, КМ-3;
- автоматичне формування зведення SYNOP та його ручне регулювання;
- набір текстів метеозведень та їх відправлення оператором по лінії зв'язку;
- збереження метеорологічної інформації;
- ведення журналу роботи програми.

Теоретичні положення. Програмне забезпечення автоматизованого робочого місця метеоспостерігача включає прикладну програму “МЕТЕО” 16308549.00022-01 (скорочена назва - програма “МЕТЕО”).

Запуск робочої програми “МЕТЕО” здійснюється при автозавантаженні або з меню ПУСК або за допомогою ярлика “МЕТЕО”, розташованого на “Робочому столі” (екран “WINDOWS”) - .

При запуску робочої програми “МЕТЕО” з меню ПУСК:

- натисніть на командній кнопці “Пуск” вікна WINDOWS;
- з меню, що з'явився, виберіть пункт “Програми”, а потім з переліку, що з'явився, програм виберіть пункт “AMS - МЕТЕО”.

При запуску робочої програми “МЕТЕО” за допомогою ярлика:

- натисніть двічі по ярлику “МЕТЕО”.

Після запуску на екрані монітора з'явиться інформаційне вікно із заголовком Програма “МЕТЕО”, представлене на (рис. 1.1). Інформаційне вікно має загальну постійно відображувану частину (верхня частина екрана) та змінну (нижня частина екрана), виконану у вигляді

електронного блокнота. Електронний блокнот має закладки “Графіки”, “ТЛГ”, “КМ-1”, “КМ-1с”, “КМ-3”, “КМ-4”, “Діаграма”, “ООЯ”, “Журнал”, “Перфокарта”, що дозволяють вибирати сторінки відображення програми “МЕТЕО”.

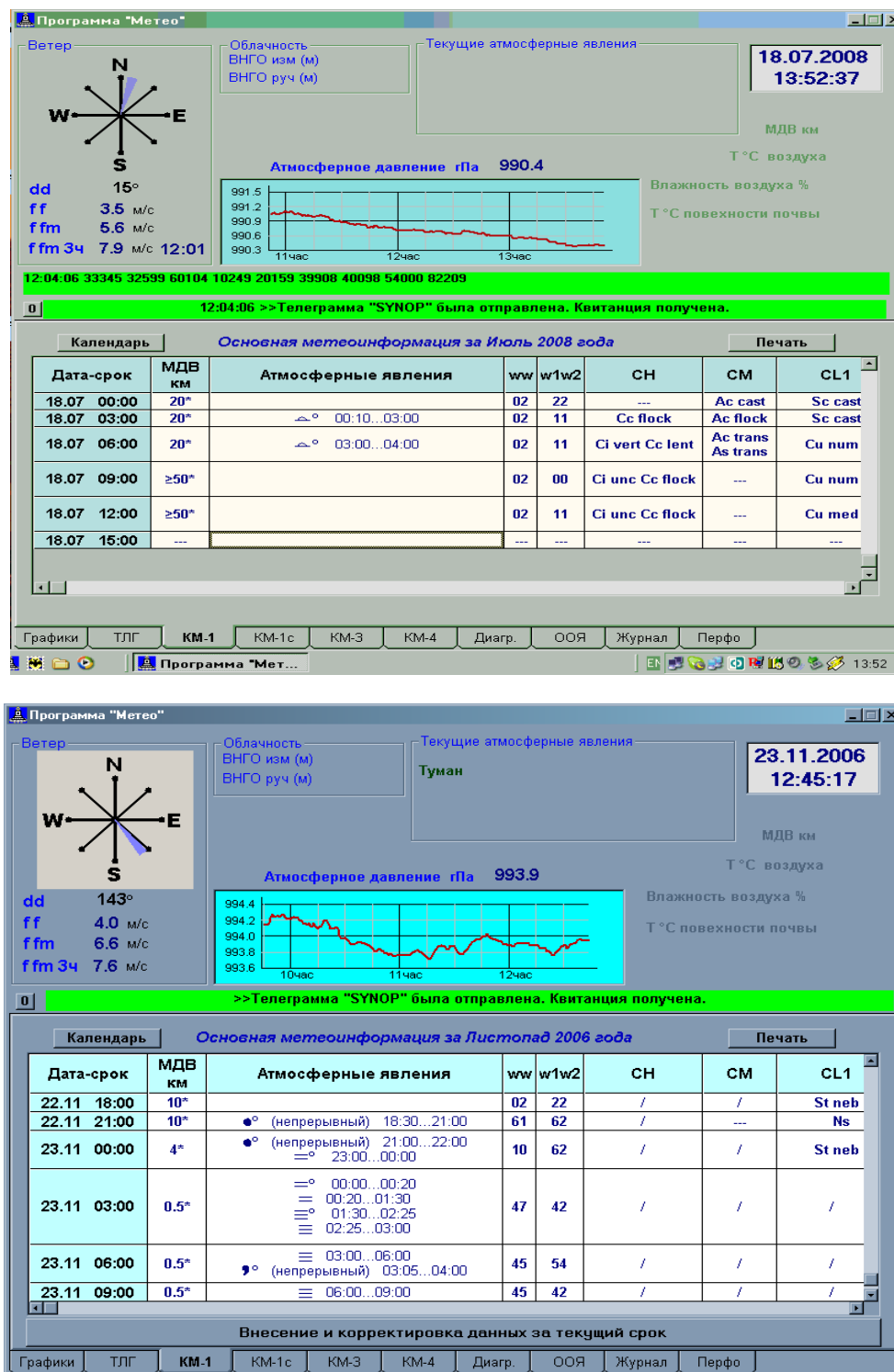


Рисунок 1.1 – Приклады вікна програми “МЕТЕО”

Сторінки програми “МЕТЕО”:

- графіки - відображення графіків температури повітря, відносної вологості повітря, температури поверхні ґрунту;
- ТЛГ – регулярні й спеціальні метеозведення;
- КМ-1 – книжка КМ-1;
- КМ-1с – книжка КМ-1с, стан підстильної поверхні протягом місяця;
- КМ-3 – книжка КМ-3, температура ґрунту за датчиками ґрунту на поверхні, на 2 см від поверхні та на глибинах;
- КМ-4 – книжка КМ-4, ожеледно-паморозеві відкладення за сезон;
- діаграма – заповнення діаграми для термографа, гігрографа, геліографа, плевіографа;
- ООЯ – поточні особливо небезпечні явища;
- журнал – сторінка відображення журналу;
- перфокарта – сторінка для введення режимної інформації.

Вибір сторінок відображення здійснюється за натиском на відповідну закладку.

На всіх сторінках відображення програми “МЕТЕО” незмінно в верхній частині екрана здійснюється індикація наступних даних (рис. 1.1):

- дати й часу за Гринвічем (МСВ);
- параметрів вітру - “Вітер”;
- параметрів хмарності - “Хмарність”;
- “Поточні атмосферні явища”;
- висновок значень метеорологічної дальності видимості, температури й відносної вологості повітря, температури поверхні ґрунту, атмосферного тиску на рівні станції, тривалості сонячного сяйва (табл. 1.1);
- поточний 3-х годинний графік атмосферного тиску.

У вікні “Хмарність” ідентифікується значення ВНГО обмірюване приладом - “ВНГО вимірювання (м)” й введене спостерігачем у ручну – “ВНГО ручне (м)”.



При натисканні лівої кнопки миші на напис “Хмарність” викликається діалогове вікно “Хмарність поточного трьохгодинного інтервалу” (рис. 1.2), в якому введені данні хмарності в термін спостереження будуть занесені до електронної книжки КМ-1.

При натисканні лівої кнопки миші на полі вікна “Поточні атмосферні явища” спостерігач здійснює введення поточних погодних явищ (рис. 1.2), які також будуть занесені до електронної книжки КМ-1.

Таблиця 1.1 – Висновок значень метеорологічних параметрів

№ п/п	Метеовеличина	Найменування поля на екрані дисплея	Одиниця вимірювання	Кількість розрядів	Ціна одиниці найменшого розряду
1	Висота нижньої границі хмар	ВНГО	м		
2	Температура повітря	Т° повітря °С	°С	3	0,1
3	Відносна вологість повітря	Вологість повітря %	%	3	1
4	Метеорологічна дальність видимості	МДВ м	м	4	
5	Список атмосферних явищ	Поточні атмосферні явища			
6	Середній напрямок вітру за 10 хвилин	dd °	...°	3	1
7	Середня швидкість вітру за 10 хвилин	ff м/с	м/с	3	0,1
8	Максимальна швидкість вітру за 10 хвилин	ffm м/с			
9	Максимальна швидкість вітру за останні 3 години	Ffm3чм/с	м/с	3	0,1
10	Атмосферний тиск	Атмосферний тиск гПа	гПа	5	0.1
11	Тривалість сонячного саява				

Висновок значень параметрів повітря, метеорологічної дальності видимості, температури й відносної вологості повітря, температури поверхні ґрунту, атмосферного тиску на рівні станції, тривалості сонячного саява здійснюється за допомогою відповідних приладів, підключених до станції (рис. 1.1, на якому відмічені данні від приладів – МАРК, БАР). При відсутності приладів відповідні написи на екрані стають блякими й спостерігач повинен здійснювати ручне введення відповідних параметрів на сторінці КМ-1 (рис. 1.1, рис. 1.3) у вікні введення даних в КМ-1 після настання терміна. Відновлення даних на екрані АРМС відбувається кожену хвилину. Перелік метеовеличин значення, які відображаються на екрані АРМС, зазначений в табл. 1.1

Кнопка  призначена для завершення роботи з програмою ПРОГРАМИ “МЕТЕО”. Кнопка  призначена для згортання вікна ПРОГРАМИ “МЕТЕО” на робочому столі.

В рамку “Поточні атмосферні явища” вводяться явища погоди за поточний термін, при цьому в поточному відображенні в ній відображаються тільки незакінчені явища.

Облачность текущего трех-часового интервала

Верхний ярус Средний ярус Нижний ярус

Перистые (Ci)

Ci облаков нет

Перисто-слоистые (Cs)

Cs облаков нет

Перисто-кучевые (Cc)

Cc облаков нет

☐ Следы
☐ Не видны (закрыты, невозможно определить)

Количество облаков среднего яруса ☐ П
Количество облаков нижнего яруса ☐ р
Общее количество облаков ☐ о
Количество облаков между сроками наблюдений ☐ с
Высота НГО ☐ в
☐ >2500 метров ☐ в
☐ Инструментально ☒ Визуально ☐ в

Атмосферные явления наблюдавшиеся 20.10 с 15:00 по 18:00

Начало
часы минуты
Конец
часы минуты

Дождь
Ливневый дождь
Морось
Снег
Ливневый снег
Мокрый снег
Ливневый мокрый снег
Снежная крупа
Снежные зерна
Ледяная крупа
Ледяной дождь
Град
Ледяные иглы
Роса
Иней
Гололедица
Туман
Ледяной туман
Просвечивающий туман
Просвечивающий ледяной туман
Поземный Туман

Интенсивность
Слабая
Умеренная
Сильная



Непрерывность
С перерывами
Непрерывный

Рисунок 1.2 – Діалогові вікна

Сторінка КМ-1. Сторінка КМ-1 призначена для формування електронної книжки КМ-1: для занесення й перегляду всіх записів метеоспостережень (рис. 1.1) аналогічно формату книжки КМ-1, яка передбачена “Наставлянням метеостанціям і постам”. На сторінці КМ-1

також надається перегляд даних метеоспостережень поточних і архівних термінів за поточний/архівний місяць.

Для сторінки КМ-1 використовуються наступні умовні позначення (рис. 1.1):

-  ,  - кнопки й клавіша перегляду списку метеовеличин у вікні “Основна метеоінформація за [місяць] [рік]”;
- клавіша “Внесення й корегування даних за поточний термін”;
- клавіша для висновку метеоінформації на друк; клавіша “Календар” для вибору дати архіву.

При відкритті сторінки КМ-1 в відповідних стовпцях фіксуються поточні значення метеовеличин від приладів (наприклад, анемометра й барометра), рис. 1.1. Заповнення даних електронної книжки здійснюється автоматично при наявності відповідного приладу за ручним вводом.

В строк спостереження спостерігача необхідно заповнювати форму вводу даних для електронної книжки КМ-1 (рис. 1.3) “Строк: “дата” “час” (далі за текстом – форма “Строк”), в якій автоматично в строк фіксується значення метеовеличин, що надійшли від приладів, данні ручного вводу за видом спостережень, для яких відсутні автоматичні вимірювання, і явища погоди. Спостерігач здійснює ручний ввід значень метеопараметрів при відсутності приладу (наприклад, спостереження за температурою та вологістю повітря за психрометром) і також має можливість відкоригувати значення метеовеличин, що надійшли від приладів.

Увага! Данні від приладів не рекомендується виправляти в ручну між строками й безпосередньо перед строком, якщо виникає така необхідність, наприклад, то бажано відкоригувати чисельні значення після строку.

При виниканні рівно в строк вікна-повідомлення “Сформуйте повідомлення КН-01” необхідно просто клацнути “мишкою” по клавіші “Зауваження прийнято”, при цьому також рівно в строк в електронній книжці з’явиться поточний термін. Потім необхідно двічі клацнути по рядку вже попереднього терміну КМ-1, причому після цього з’явиться форма “Строк” для вводу даних, за значенням котрих потім формують зведення КН-01.

Аналогічно виправлення метеоданих за попередні строки в книжці КМ-1 допускається в строк 1 місяця, проте виправлення зведення КН-01 при цьому не буде фіксуватися.

За кожним видом спостереження у формі передбачені рамки вводу - виводу метеопараметрів як за ручним введенням, так й при автоматичному введенні від приладів:

- “МДВ”;
- “Атмосферні явища”;
- “Код W1W2”, «Код WW”;
- “Хмарність й ВНГО”;

- “Температура й вологість”: “Температура поверхні ґрунту”, “Температура повітря”, “Інші параметри”;
- “Вітер”;
- “Тиск”;
- “Інше”.

а)

Атмосферные явления											
Срок: 27.11 15:00		Туман 12:00...								Код W1W2 []	
										Код WW 02	
МДВ		Облачность и ВНГО									
[]		СН		СМ		СЛ		No		Nh	
[]		[]		[]		[]		[]		[]	
Температура и влажность											
Температура поверхности почвы						Другие параметры					
Tp °C		Tpc спирт		Tp min °C		Tp max		Tnp п/встр		T2cm min	
[]		[]		[]		[]		[]		[]	
Температура воздуха											
Tw °C		Tws спирт		Tw min °C		Tw max		Twp п/встр		Tcm °C	
[]		[]		[]		[]		[]		[]	
Ветер				Давление				Другое			
dd *		ff м/с		ffm м/с		ffm 3ч м/с		P		P0	
296		2.0		3.3		4.1		1005.1		[]	
[]		[]		[]		[]		[]		[]	
Фамилия наблюдателя: []											
Ввести данные											

б)

Атмосферные явления											
Срок: 23.11 00:00		Дождь (непрерывный) 21:00...22:00 Дымка 23:00...								Код W1W2 62	
										Код WW 10	
МДВ		Облачность и ВНГО									
4*		СН		СМ		СЛ		No		Nh	
[]		/		/		St neb		10		10	
[]		[]		[]		[]		[]		[]	
Температура и влажность											
Температура поверхности почвы						Другие параметры					
Tp °C		Tpc спирт		Tp min °C		Tp max		Tnp п/встр		T2cm min	
2.5		2.5		2.0		2.5		2.5		[]	
Температура воздуха											
Tw °C		Tws спирт		Tw min °C		Tw max		Twp п/встр		Tcm °C	
2.4		2.4		1.8		2.8		2.4		2.3	
[]		[]		[]		[]		[]		[]	
Ветер				Давление				Другое			
dd *		ff м/с		ffm м/с		ffm 3ч м/с		P		P0	
137		2.5		5.2		5.9		994.1		1014.8	
[]		[]		[]		[]		[]		[]	
[]		[]		[]		[]		[]		[]	
Фамилия наблюдателя: Приходько											
Ввести данные											

Рисунок 1.3 – а) Приклад автоматичного заповнення форми при наявності анемометра “МАРК 60” і барометра БАР;
б) приклад заповнення форми в строк

У формі вводу даних у верхньому лівому куту вікна зафіксований строк: дата й час.

Клацнувши мишкою всередині поля кожної рамки вводу-виводу метеопараметрів, крім рамки “Інші параметри”, з’являється вікно вводу метеоданих за видом спостережень, рис. 1.4-1.10.

Форма вводу значень МДВ. При наявності приладу МДВ до станції, в формі вводу значень МДВ в строк буде зафіксовано значення МДВ, одержане за приладом (рис. 1.4), яке спостерігач може зафіксувати для книжки КМ-1 або виправити вручну.

Метеорологическая дальность
видимости

срок 15.12 15:00

МДВ (км) 5.0

Определение МДВ

☒ Инструментально ☐ Визуально

Ввод

Отмена

Метеорологическая дальность
видимости

срок 27.11 15:00

МДВ (км)

Определение МДВ

☐ Инструментально ☒ Визуально

Ввод

Отмена

Рисунок 1.4 – Форма вводу значень МДВ

При відсутності інструментальних вимірювань МДВ, необхідно вибрати значення МДВ за візуальним орієнтиром, зробивши позначку в рамці “Визначення МДВ” – Візуально, й ввести значення МДВ згідно списку, що розкривається, які приведені в відповідності з кодом КН-01.

Форма вводу даних виду, кількості хмар і значень ВНГО. При наявності підключеного приладу ВНГО до станції в рамці “Хмарність” “ВНГО вим” на основній формі буде ідентифікуватися виміряне значення ВНГО, але в формі вводу значень ВНГО в строк не буде автоматично зафіксоване значення ВНГО одержане за приладом (рис. 1.5). В такому випадку спостерігачу необхідно в рамці “Визначення ВНГО” поставити позначку “Інструментально” та ввести в рамці “Висота НГО” “Ручне введення” - чисельне значення ВНГО виміряне за приладом.

Рисунок 1.5 – Форма вводу даних виду, кількості хмар і значень ВНГО

Для візуального визначення хмарності аналогічно зробити позначку “Візуально”, і ввести значення ВНГО або позначити прапорець “>2500 метрів” для середнього/верхнього ярусу.

Далі необхідно вказати загальну кількість хмар усіх ярусів, кількість хмар нижнього або середнього ярусу в балах.

Для формування запису в КМ-1 типу й різновиду хмар: за ярусами – верхній, середній, нижній необхідно вибирати відповідну закладку, потім в відповідному виді хмар із списків, які випадають за різновидами сформуванати запис в умовних позначення для книжки КМ-1 та код для групи коду 1 і 3 розділів згідно збірнику коду КН-01.

При кількості хмарності нижнього/середнього ярусу – 10 балів, при загальній кількості 10 балів необхідно ставити позначку “Не видні” для відповідних шарів верхнього/середнього ярусу, аналогічно необхідно ставити позначку за шарами - для слідів хмарності по ярусу “Сліди”, а для хмарності з просвітами – необхідно позначити прапорцем безпосередньо поруч з значення балів – “Просвіти”.

При тумані необхідно загальну кількість хмарності залишати “?” (за замовчуванням при відкритті форми – встановлено “?”), а для нижнього ярусу ставити позначку “Не видні”, тоді в КМ-1 буде відповідний запис “?/?”. Якщо було введено загальну кількість хмарності в балах, а потрібно замінити на “?”, то за допомогою клавіатури потрібно вставити в цю рамку символ “?”.

Форма вводу явищ погоди. Атмосферні явища вводяться в формі “Атмосферні явища” що спостерігалися за “датою” “строк”, яка викликається по щигликові “мишкою” в полі рамки “Поточні атмосферні явища” на основному вікні або за щигликові “миші” в формі “Строк” в рамці “Атмосферні явища” (рис. 1.6).

The image shows two screenshots of a software interface for recording atmospheric phenomena. Each window has a title bar indicating the date and time range.

Left Window (20.10 с 15:00 по 18:00):

- Buttons:** "Добавить" (Add), "Удалить" (Delete).
- Intensity (Интенсивность):** Слабая (Weak), Умеренная (Moderate), Сильная (Strong).
- Continuity (Непрерывность):** С перерывами (With breaks), Непрерывный (Continuous).
- Phenomena List:**
 - Дождь (Rain)
 - Ливневый дождь (Heavy rain)
 - Морось (Drizzle)
 - Снег (Snow)
 - Ливневый снег (Heavy snow)
 - Мокрый снег (Wet snow)
 - Ливневый мокрый снег (Heavy wet snow)
 - Снежная крупа (Snow granules)
 - Снежные зерна (Snow grains)
 - Ледяная крупа (Ice granules)
 - Ледяной дождь (Ice rain)
 - Град (Hail)
 - Ледяные иголки (Ice needles)
 - Роса (Dew)
 - Иней (Frost)
 - Гололедица (Ice slick)
 - Туман (Fog)
 - Ледяной туман (Ice fog)
 - Просвечивающий туман (Translucent fog)
 - Просвечивающий ледяной туман (Translucent ice fog)
 - Поземный Туман (Ground fog)
- Buttons:** "Ввод" (Input), "Отмена" (Cancel).

Right Window (30.11 с 06:00 по 09:00):

- Buttons:** "Изменить" (Change), "Удалить" (Delete).
- Intensity (Интенсивность):** Слабая (Weak), Умеренная (Moderate), Сильная (Strong).
- Continuity (Непрерывность):** С перерывами (With breaks), Непрерывный (Continuous).
- Phenomena List:**
 - Туман 06:00...06:27 (Fog 06:00...06:27)
 - Дымка 06:27...09:00 (Mist 06:27...09:00)
- Buttons:** "Ввод" (Input), "Отмена" (Cancel).

Рисунок 1.6 – Форма вводу явищ погоди

Вибрати з списку явище погоди та його характеристики (інтенсивність, безперервність, близькість), необхідно ввести час його початку або кінця, якщо явища були введені раніше, і підтвердити ввід.

Формування кодів явищ погоди “W1W2”, “WW”. Формування кодів погоди в строк спостереження або в останній час перед строком спостереження “Код WW” і минула погода “Код W1W2” здійснюється автоматично з обліком введеного явища погоди в формі “Атмосферні явища”, що спостерігалися за “датою”, “строком” та за результатом установленної цифри коду “0, 1, 2” – у вікні “Хмарність”, що спостерігалася

в “строк” в рамці “Кількість хмар” між строками спостережень” (потрібно вибирати відповідний код: “ясно” – це “0”, від “ясно до хмарно” – це “1”, “похмуро” – “2”). При цьому допускається в ручну виправити в рамках “W1W2”, “WW” значення кодів. Ручне вимірювання кодів “W1W2”, “WW” необхідно вводити після набору всіх даних у формі, в тому числі – температури повітря та ґрунту, повітря та тиску, після чого виправлені значення кодів фіксуються в КМ-1 та сформовані дані зведенні в КН -01.

Після вводу видимості, хмарності та явищ погоди спостерігачу надається можливість подивитися результат автоматичної перфорації блоків “=01” і “=03” з натисканням кнопки “Перфорація” на формі “Строк”, рис. 1.7.

Увага! При натисканні кнопки “Перфорація” виводиться зміст відповідних блоків “=01” і “=03” у вікні редагування “Перфорація”, в якій оператор може вручну виправити зміст та його зберегти (по кнопці “Зберегти”) або не зберегти, або автоматичні блоки закодовані правильно (по кнопці “Скасування”).

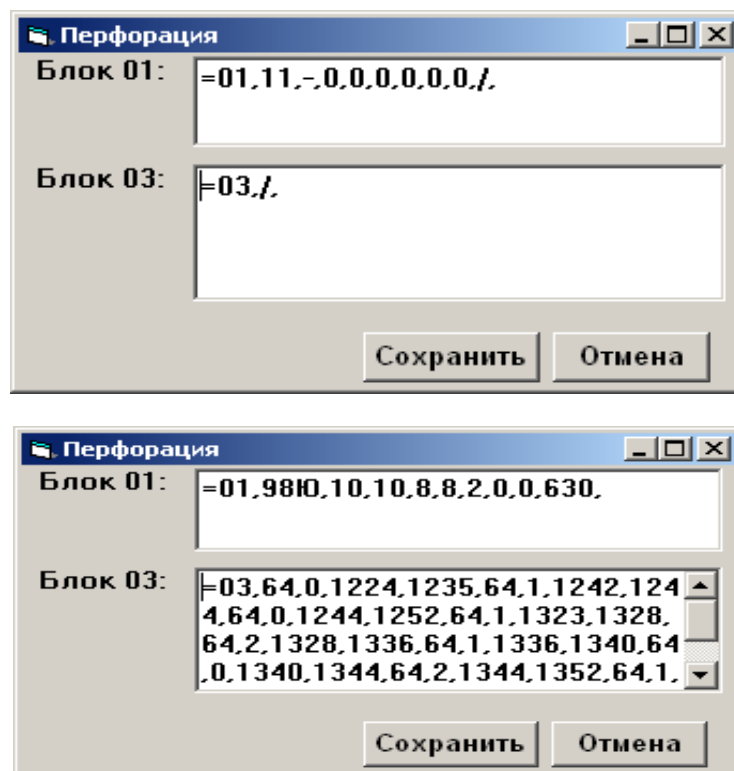


Рисунок 1.7 – Результат автоматичної перфорації блоків

Після збереження блоків “=01” і “=03” дані записуються в місячну базу у файлах Km01Perfo.tbl та в подальшому використовуються у перфорації.

Для автоматичного переформатування блоків “=01” при зміні даних з хмарності або видимості (якщо перед цим було збережене у вікні

“Перфорація” по клавіші “Зберегти”, тобто вже здійснилася запис у файл) необхідні:

- відкрити вікна вводу хмарності, яка спостерігалась в цей строк, рис. 1.5, незалежно від того до чого відносяться ці зміни – видимості або хмарності;

- натиснути клавішу “Ввід”, тоді ці зміни вступають у силу.

Для автоматичного переформатування блоку “=03” при зміні даних з явищами погоди (якщо перед цим було збережене у вікні “Перфорація” по клавіші “Зберегти”, тобто вже здійснився запис у файл) необхідно:

- відкрити вікно вводу явищ погоди, які спостерігались в цей строк, рис. 1.6;

- натиснувши клавішу “Ввід”, тоді ці зміни вступають у силу.

Форма вводу параметрів за температурою та вологістю повітря, за температурою поверхні ґрунту та над поверхнею ґрунту на 2 см.

При наявності приладу температури та відносної вологості повітря, датчиків ґрунту в рамках виводу “Т° С повітря”, “Вологості повітря %”, “Т° С поверхні ґрунту” на основній формі будуть ідентифікуватися обмірювані значення (рис. 1.1), а також у в формі виводу значень в строк у відповідних рамках виводу (рис. 1.3) – “Температура повітря”, “Температура поверхні ґрунту”.

При наявності вимірюваної температури та відповідної вологості повітря у формі “Строк” в рамці виводу “Температура повітря” та “Інші параметри” автоматично ідентифікуються наступними параметрами:

- температура повітря в строк/поточна протягом строку “Тв °С”;

- мінімальна температура повітря в строк/поточна мінімальна протягом строку – “Тв min°С”;

- максимальна температура повітря в строк/поточна максимальна протягом строку – “Тв max°С”;

- відносна вологість повітря в строк/поточна протягом строку – “f %”;

- парціальний тиск водяного пару в строк/поточна в перебіг строку - “Е гПа”;

- дефіцит насичення в строк/поточне протягом строку - “dE гПа”;

- температура точки роси в строк/поточне протягом строку - “Td °”

Поточні дані від датчика температури та відносної вологості повітря зберігаються у файлі ITV.CSV в базі МЕТЕО, перегляд цього файлу здійснюється стандартною програмою “Блокнот” або Excel.

Поточні данні від датчиків поверхні ґрунту і 2см над ґрунтом зберігаються у файлі Pochva.csv в базі МЕТЕО, перегляд цього файлу здійснюється стандартною програмою “Блокнот” або Excel.

Для ручного вводу та коректування автоматичних даних параметрів за температурою та відотною вологістю повітря необхідно клацнути “мишкою” в рамці виводу “Температура повітря”, при цьому відкриється

форма “Температура повітря “термін”” (рис. 1.8), в якій необхідно ввести дані або ручного вводу за психометричним термометром без виправлень, які потім автоматично враховуються, при цьому здійснюється контроль введення даних (рис. 1.9), або будуть автоматично зафіксовані дані від датчика.

Увага! Значення параметрів з урахуванням 0,1 необхідно вводити з розділовим знаком “точка” – “.”.

Температура воздуха
срок 23.12 18:00

Показания термометров	Поправка	С учетом поправки
<input type="text"/>	Срочный	<input type="text"/> 15
<input type="text"/>	Минимальный по спирту	<input type="text"/>
<input type="text"/>	Минимальный по штифту	<input type="text"/> 5.2
<input type="text"/>	Максимальный до встряхивания	<input type="text"/> 21.3
<input type="text"/>	Максимальный после встряхивания	<input type="text"/>

☐ Смоченный ☐ Лёд

☒ 82 Относительная влажность

Температура воздуха
срок 08.12 12:00

Показания термометров	Поправка	С учетом поправки
<input type="text"/> 6.4	Срочный	<input type="text"/> 0.0 <input type="text"/> 6.4
<input type="text"/> 6.4	Минимальный по спирту	<input type="text"/> 0 <input type="text"/> 6.4
<input type="text"/> 5.9	Минимальный по штифту	<input type="text"/> 0 <input type="text"/> 5.9
<input type="text"/> 6.7	Максимальный до встряхивания	<input type="text"/> 0.1 <input type="text"/> 6.8
<input type="text"/> 6.4	Максимальный после встряхивания	<input type="text"/> 0.1 <input type="text"/> 6.5

☒ 5.4 Смоченный ☐ Лёд 0.1 5.5

☐ Относительная влажность

Температура поверхности почвы
срок 23.12 18:00

Показания термометров	Поправка	С учетом поправки
<input type="text"/>	Срочный	<input type="text"/> 14.87
<input type="text"/>	Минимальный по спирту	<input type="text"/>
<input type="text"/>	Минимальный по штифту	<input type="text"/> 5.15
<input type="text"/>	Максимальный до встряхивания	<input type="text"/> 21.26
<input type="text"/>	Максимальный после встряхивания	<input type="text"/>
<input type="text"/>	Минимальный 2см	<input type="text"/>

Температура поверхности почвы
срок 08.12 12:00

Показания термометров	Поправка	С учетом поправки
<input type="text"/> 6	Срочный	<input type="text"/> 0 <input type="text"/> 6
<input type="text"/> 6	Минимальный по спирту	<input type="text"/> 0 <input type="text"/> 6
<input type="text"/> 5.9	Минимальный по штифту	<input type="text"/> 0 <input type="text"/> 5.9
<input type="text"/> 6.6	Максимальный до встряхивания	<input type="text"/> 0 <input type="text"/> 6.6
<input type="text"/> 6	Максимальный после встряхивания	<input type="text"/> 0 <input type="text"/> 6
<input type="text"/>	Минимальный 2см	<input type="text"/>

Рисунок 1.8 – Формы “Температура повітря “строк””

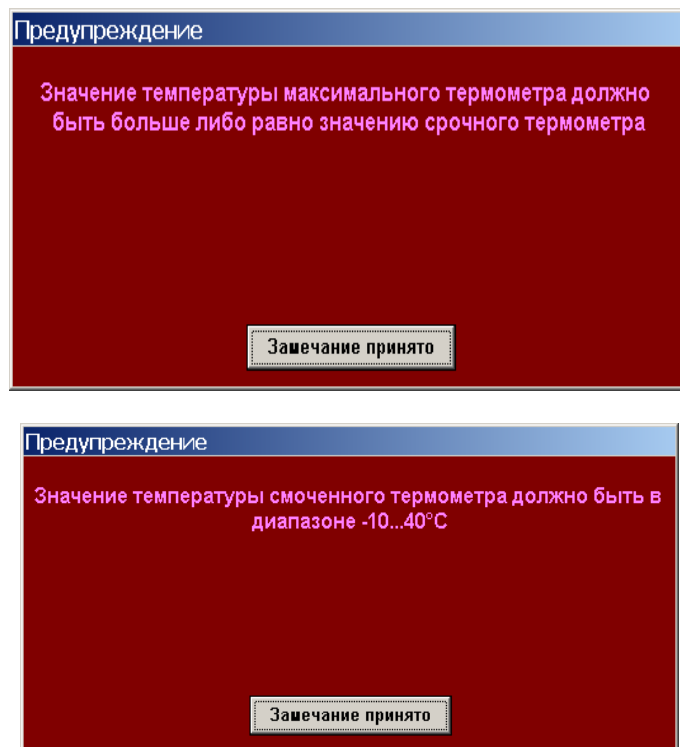


Рисунок 1.9 – Вікно виводу “Виправлення”

Згідно з “Методичним вказівкам в машинній обробці” при ручному вводі для того, щоб одержати відповідний запис “-” або “/” з температури в книжці КМ-1 та перфорації у блоках “=04,=05” необхідно при заповненні форми (рис. 1.10):

- для отримання знака “-” - пропустити – не вводить чисельне значення;
- для отримання знака “/” - ввести з цифрової клавіатури знак “/”.

Календарь		Основная метеоинформация за Апрель 2007 года										Печать
Дата-срок	CL1	No	Nh	ВНГО м	Тп °С	Тпс спирт	Тп min	Тп max	Тпп п/встр	Тв °С	Твс спирт	
13.04 00:00	---	0	0	?	0.2	0.2	-0.5	3.0	0.2	6.1	6.1	
13.04 03:00	---	4	0	>2500*	-0.5	-0.5	-1.0	0.2	-0.5	4.2	4.2	
13.04 06:00	---	0	0	?	11.5	11.5	-1.0	13.0	11.5	6.6	6.6	
13.04 09:00	Cu med Sc cast	4	4	1000*	21.5	---	11.0	23.5	21.5	11.1	11.1	
13.04 12:00	Cu med Sc cast	7	7	720	21.5	/	/	26.6	21.5	11.7	11.7	
13.04 15:00	Cu num Sc vesp	3	3	1000*	14.7	14.7	---	22.5	14.7	11.6	11.6	
13.04 18:00	---	0	0	?	5.7	5.7	4.6	14.7	5.7	9.7	9.7	
13.04 21:00	---	7	0	>2500*	3.0	3.0	2.0	5.7	3.0	7.9	7.9	
Внесение и корректировка данных за текущий срок												
Графики	ТЛГ	КМ-1	КМ-1с	КМ-3	КМ-4	Диагр.	ООЯ	Журнал	Перфо			

Рисунок 1.10 – Вікно КМ-1

При неможливості виправити набрані значення застосуйте клавішу “Очистити” та повторіть введення.

Увага! Дані за психрометром вводяться в температурному діапазоні від -10 до 40 $^{\circ}\text{C}$, при температурах нижче -10 $^{\circ}\text{C}$ необхідно ввести дані вологості за гігрометром.

Примітка. Поправки з термометра вносяться в файл Correction.txt, значення яких при зручному вводі будуть ідентифікуватися в рамках виводу “Поправка” (рис. 1.11).

```
Поправки термометрів
[SRA]
Term=0
Bar=0

[Ta]; Сухий термометр
1= -30 / -26.7 : 0
...
5= 37.2 / 40.0: -0.2

[Tva]; Змочений термометр
1= -30 / -6.7 : 0
2= -6.6 / 25.5: 0.1
3= 25.6 / 40.0: 0.2

[Tamin]; Мінімальний термометр повітря
1= -40 / -37.5 : -0.2
...
6= -7.4 / -2.5 : 0.1
7= -2.4 / 40 : 0

[Tamax]; Максимальний термометр повітря
1= -36 / -26.7 : 0.5
2= -26.6 / -20 : 0.4
3= -19.9 / -10 : 0.3
4= -9.9 / -6 :0.2
:
[Tg040]
1= -10 / 14.9 : 0.2;1.5
2= 15 / 24.8 : 0.1;0.4
3= 24.9/40 : 0.2;1.3
```

Рисунок 1.11 – Приклад текстового файлу вводу поправок для термометрів Correction.txt

Увага!

1) Всі зміни температури за датчиком та ручний ввід за термометрами в програмі МЕТЕО обмежені нижньою межею

вимірювання температури – “-40 градусів”, і при цьому запис нижче – 40, наприклад “-45.5”, буде невірною.

2) В рядку символ “;” – означає коментарій, наприклад “;1.5” може значити, що раніше була введена поправка 1.5.

3) В записі значень діапазону температур та поправок необхідно в якості розділового знаку використовувати знак “точки” – “.”.

Форма вводу параметрів вітру. При наявності анемометра МАРК 60.1, підключеного до комплексу, в рамках виводу “dd”, “ff”, “ff m” ff m 3ч м/с” на основній формі (рис. 1.1), будуть ідентифікуватися виміряні поточні значення середнього напрямлення та середньої швидкості повітря за 10 хвилин, максимальної вітру за 10 хвилин та за 3 години, а також і в формі виводу значень в строк “Вітер” в відповідних рамках виводу (рис. 1.3) – “dd °”, “ff м/с”, “ff m м/с” “ff m 3ч м/с”, причому при старті програми перші 10 хвилин значення параметрів повітря не ідентифікуються.

Для ручного вводу та коректування автоматичних даних параметрів вітру необхідно клацнути “мишкою” в будь-якій рамці виводу значень “Вітер”, при цьому відкривається форма “Параметри вітру “*строк*”” (рис 1.12), в якій будуть зафіксовані дані від датчика або дані ручного вводу за вимірювальником, який присутній на метеостанції та має індикатор, наприклад М63-М1.

При визначенні вітру як “змінний” рекомендується в рамку “Середнє напрямлення” ввести значення “999”. По клавішам введення/скасування підтверджується ввід даних. При досягненні поточної максимальної швидкості вітру значень випуску штормового зведення на формі фіксується час (рис. 1.12), а за строк фіксується час виникнення найбільшої максимальної швидкості вітру.



Рисунок 1.12 – Форма “Параметри вітру “*строк*””

Значення даних за вітром записуються у файли:

- Wind_S.csv – 10-хвилинні значення середнього напрямлення, середньої та максимальної швидкості вітру в скалярній обробці;
- Wind_V.csv – 10-хвилинні значення середнього напрямлення, середньої та максимальної швидкості вітру в векторній обробці;
- Scallm.csv – 1-хвилинні значення середнього напрямлення, середньої та максимальної швидкості вітру в скалярній обробці;
- Vect1m.csv – 10-хвилинні значення середнього напрямлення, середньої та максимальної швидкості вітру в векторній обробці;
- Mark60.DAT – 3-секундні значення напрямлення та швидкості вітру (які потім можна переглядати та обробляти за допомогою програми MS Excel).

Увага! Для перегляду або обробки цих файлів необхідно попередньо скопіювати їх з бази в іншу траєкторію, тобто неможливо допускати одночасного відкриття файлів даних вітру оператором та програмою МЕТЕО.

Форма вводу параметрів тиску. При наявності барометра типа БАР, підключеного до комплексу, в рамці виводу “Атмосферний тиск гПа” на основній формі (рис. 1.1) буде ідентифікуватися виміряне поточне значення тиску та графік значень за поточні 3 години, а також у формі виводу значень в строк – “Тиск” в відповідних рамках виводу (рис. 1.3) – “P °”, “P0”, “a”, “pp”:

- P – це в строк/поточне вимірюване значення тиску на рівні станції;
- P0 – це в строк/поточне вимірюване значення тиску на рівні станції, приведене до рівня моря за реальною атмосферою (визначається автоматично);
- pp – значення баричної тенденції, яке визначається автоматично при наявності значень тиску за попередній строк;
- a - характеристика баричної (код) тенденції, вводиться вручну.

При старті програми “МЕТЕО” значення тиску не ідентифікується до 2 хвилин.

В строк автоматично будуть зафіксовані значення P і P0.

Для обчислення приведенного тиску на станції до рівня моря за реальною атмосферою необхідно мати значення температури та вологості повітря, які вимірюються автоматично або вводяться вручну, при їх відсутності з’являється попереджувальне повідомлення.

Для коректування автоматичних даних параметрів тиску і ручного вводу необхідно клацнути “мишкою” в будь якій рамці виводу значень “Тиску”, при цьому відкриється форма “Барометричні параметри “*рядок*”” (рис. 1.13), в якій будуть зафіксовані дані від датчика БАР при його наявності, або для вводу даних ручного вводу за ртутним барометром.

Барометрические параметры
срок 27.11 15:00

Атмосферное давление (гПа)

CP-A (гПа)

Термометр

Атмосферное давление (гПа)

Величина барической тенденции (гПа)


Характеристика барической тенденции (код КН-01) 

Рисунок 1.13 – Форма “Барометричні параметри “*строк*””

Для визначення значень та характеристики баричної тенденції необхідно відкрити форму “Барометричні параметри “*строк*””:

- при проведенні безперервних спостережень та наявності значень тиску за попередній строк потрібно клацнути “мишкою” в рамці “Величина баричної тенденції”, при цьому з’явиться його чисельне значення, потім із списку “Характеристика баричної тенденції (код КН-01)” обирається код характеристики баричної тенденції, який визначається візуально за зміною графіка тиску;

- при відсутності значення тиску за попередній строк рекомендується ввести чисельне значення баричної тенденції в рамку “Величина баричної тенденції” або в попередній строк ввести значення тиску, і потім аналогічно ввести код характеристики баричної тенденції

За допомогою клавіш ввід/відміна підтверджується ввід даних.

Форма вводу опадів та тривалості сонячного сяйва. Для вводу кількості опадів необхідно клацнути “мишкою” в рамці виводу значень “RRR” у полі “Інше”, при цьому відкриється форма “Кількості опадів за період “*строк*”” (рис. 1.14), в якій будуть зафіксовані дані від датчика або необхідно ввести данні ручного вводу за приладом, який присутній на метеостанції.

За допомогою клавіш ввід/відміна підтверджується ввід даних.

Количество осадков за период
с 09:00 08.12 по 12:00 08.12

мм

Рисунок 1.14 – Форма “Кількості опадів за період “*строк*””

Аналогічно здійснюється ввід даних тривалості сонячного сяйва при його наявності на станції.

Призначення програми АРМС. Програмне забезпечення.
Програмне забезпечення автоматизованого робочого місця спостерігача включає:

- прикладну програму “АРМС” (ПП “АРМС”);
- програму “Резерв” (ПП “Резерв”), забезпечує резервне копіювання метеоінформації на резервний ПЕВТ.

Запуск робочої програми “АРМС” здійснюється:

- при автозапуску основної ПЕВТ;
- за допомогою ярлика “Armn2”, розташованого на робочому столі (екран WINDOWS).

Увага! Перед цим необхідно запустити систему зв’язку “Бриз” за допомогою відповідного ярлика.

При старті АРМС у зв’язку з тим, що метеоприлади ще не були перевірені програмою та можливе формування підготовки метеозведень, утримуючих не достовірну інформацію, метеоспостерігачеві протягом 2 хвилин забороняється корегувати та відправляти зведення.

Комплекс забезпечує два режими роботи для метеоспостерігача:

- режим автоматичного вимірювання метеовеличин;
- режим ручного вводу метеовеличин при відмові метеоприладів та вводу даних візуального спостереження.

Рамка значення метеовеличин має однаковий колір з загальним фоном.

Рамка вводу метеовеличин має блакитний колір, зміна кольору на червоний, служить для привертання уваги, необхідно підтвердити або оновити інформацію, введену ручним вводом.

Комплекс оновляє поточну інформацію значень метеовеличин. Кожні 15 секунд:

- від приладів параметрів вітру;
- параметри вітру, осереднені за 2 хвилини;
- від приладів видимості;
- розраховані значення RVR;
- від приладів ВНГО;

Кожну хвилину:

- від приладів температури та відносної вологості повітря;
- від приладу тиску;
- параметри повітря осереднені за 10 хвилин;
- параметри видимості та RVR, осереднені за 10 хвилин.

На погодних дисплеях дані оновлюються кожну хвилину.

Інформаційне вікно АРМС. Інформаційне вікно АРМС має загальну постійну відображену частину (верхня частина екрана) та змінну частину (нижня частина екрану).

В загальній частині відображаються миттєві значення вимірюваних та обчислених, за заданими алгоритмами метеовеличин, а також введені вручну значення даних візуальних спостережень.

- Вікна параметрів вітру з зміною назвою “Робочий курс”;
- колова діаграма напрямку вітру (з схематичним зображенням ВПП);
- миттєві значення напрямку (червона точка) та швидкості вітру (верхній сірий текст) – на ПД не відображаються;
- осереднені ковзні за 2 хвилини напрямку вітру – виділений радіус, чисельне значення напрямлення вказано в рядку “2 хвилини”;
- виділена дуга сектора – від мінімального до максимального значення напрямку вітру за 2 хвилини, чисельні значення сектора вказані в рядку “Сектор”;
- осереднена непостійна за 2 хвилини швидкість вітру вказується в рядку “2 хвилини”;
- максимальне значення швидкості вітру за 2 хвилини вказано в рядку “Максимум”;
- максимальна бокова складова швидкості вітру за 2 хвилини “Зліва/Справа” (на ПД Вишка, ТС-1 не відображається);
- максимальна подовжня складова швидкості вітру за 2 хвилини (“–“ зустрічна, “+“ попутна) (на ПД Вишка, ТС-1 не відображається);
- на АРМС відображаються не округлені значення, на ПД – арифметичне округлення;
- відновлення даних параметрів вітру відбувається кожні 15 секунд.
- Тиск, приведений до рівня порогу ВПП за обома курсами QFE (гПа, мм.рт.ст.) вказується з точністю до десятої частки. На ПД тиск відображається в цілих числах з округленням в меншу сторону;
- рамка дати та часу UTC;
- рамки вводу кількості, форми та висоти н/ш хмар на 3 шари (ручний ввід);
- висота н/ш самого нижнього шару вказується за робочим курсом при ручному вводі. При автоматичному вводі та за обома курсами з урахуванням алгоритму 2-го рівня (нижній ряд);
- поле з умовним зображенням ВПП, в якому 3 рамки виводу МДВ і 3 рамки виводу RVR;
- рамка виводу стану ВПП;
- рамка виводу явища погоди;
- рамка виводу наявності зрушення вітру.
- рамка виводу відомостей про недавню погоду RE.
- температура “T⁰C” (з точністю до десятої частки), відносна вологість “F %” (абсолютна вологість “A” в спливаючій рамці при підведенні “миші” до вказівки DP⁰C), температура точки роси DP⁰C (з

точністю до десятої частки). На ПД дані про температуру та температуру точки роси вводяться з арифметичним округленням без десятої частки;

- рамка виводу значення атмосферного тиску “Р”, одержаного від приладу БАР на рівні установки приладу. При ручному вводиті атмосферного тиску, виміряного за допомогою СР-А, вводиться в рамку тиск, розрахований з усіма поправками;

- рамка виводу значення тиску QNH, приведеного до рівня моря за стандартною атмосферою.

На границі загальної та змінної частини знаходиться стрічка “Підказка” для попереджувальних повідомлень операторові, а також нагадування при складанні зведень.

Змінна частина екрану, виконана у вигляді електронного блокнота, який має 5 закладок сторінок:

- METAR – основне інформаційне вікно для формування й відправки телеграм;

- таблиці – архівна таблиця метеоданих;

- графіки – виводяться графіки метеовеличин за поточними та архівними даними;

- журнал – фіксується працездатність пристроїв комплексу, а також дії метеоспостерігача при роботі з приладами та складання зведень, тексти пропонувані та випущені зведень. Інформація зберігається 2 місяця;

- 10 хвилин. НГО графіки – перегляд 10 хвилинного графіку значень приладів ВНГО за місцем спостережень, дозволяє спостерігачеві оцінити хмарність і видати більш згладжену інформацію;

Натисканням лівої клавіші “миші” по закладці, оператор переходить на обрану сторінку відображення.

Формування метеозведень. Метеозведення формуються на сторінці “METAR”. Командні кнопки: формування, передача, вибір.

Вікна:

- текст метеозведення METAR/SPECI;

- текст метеозведення MET REPORT /SPECIAL;

- “TREND”;

- “Причина формування SPECI”;

- “Причина формування SPECIAL”;

- “Додаткова інформація (MET REPORT/SPECIAL)”;

- “Додаткова інформація”;

- електронний блокнот з 5 закладками;

- “Параметри” - висновок значень, осереднені за 10 хвилин “10 хвилин”.

- “Інші телеграми” - передача зведень в коді WAREP;

- “Пороги SPECI”;

- “Пороги SPECIAL”;

- “COR” - повторна передача вже відправленого зведення METAR/SPECI після 2-х хвилин;

- “Запізнення” - передача зведення з запізненням.

В архіві “Журнал” завжди фіксується час, в який було запропоновано формування метеозведень, а також час відправлення й текст відправленого зведення.

Метеозведення METAR, SPECI підлягають розповсюдженню на канали зв’язку АСПД, AFTN (канал ГА), АРМС та на погодні дисплеї.

Формат зведень METAR/SPECI:

- 1) Назва коду.
- 2) “UKOO” - вказівним місцем розташування, згідно ІКАО.
- 3) День та час спостереження в годинах і хвилинах.
- 4) Приземний вітер (осереднений за 10 хвилин).
- 5) Видимість (осереднена за 10 хвилин.).
- 6) Дальність видимості на ВПП (RVR) (осереднена за 10 хвилин).
- 7) Поточна погода.
- 8) Хмарність.
- 9) Температура повітря та точки роси.
- 10) Значення тиску QNH.
- 11) Додаткова інформація.
- 12) Прогноз типу “TREND”.

Зведення METAR формується автоматично, згідно “Збірникові кодів, ПМЗА”. В загальному текстовому вікні METAR/SPECI, кожні 30 хвилин.

За 3 хвилини до настання строку звучить голосовий сигнал про початок підготовки зведення METAR. Протягом цих 3 хвилин спостерігач може внести данні візуальних спостережень або будь-які інші дані ручного вводу.

За 1 хвилину до настання строку звучить голосовий сигнал про формування регулярного зведення, колір вікна стає жовтим, з’являється заготівля метеозведення, в рядку “Підказка” з’являється напис “Сформуйте поточні повідомлення METAR”. В цю хвилину блокується кнопка передачі. Зведення підлягає формуванню. Рівно в строк (00 та 30 хвилин) кнопка розблокується, телеграма підлягає відправці.

При натисканні на кнопку “Передача” телеграма відправляється на вузол зв’язку АМСГ, фон вікна стає сірим. В рядку “Підказка” з’являється напис: “Повідомлення METAR передано. Квитанція отримана”.

Наступні 2 хвилини після строку, за допомогою кнопки “Формування” спостерігач може редагувати текст. Із закінченням 2 хвилин кнопка “формування” блокується, фон вікна стає сірим, передача METAR з цього вікна неможлива. Текст зведення збережеться до наступного регулярного зведення або зведення SPECI.

Можлива відправка запізненої телеграми METAR після 2-х хвилинного інтервалу за допомогою закладки “Запізнення”

Можлива корегувальна відправка телеграми METAR після 2 хвилинного інтервалу, за допомогою закладки “COR”, при умові наявності вже відправленої телеграми.

Заготовка тексту зведення SPECI, формується автоматично, в відповідності з критеріями збірника кодів, ПМЗА. Супроводжується звуковим сигналом, фон вікна стає голубим, в рядку “Підказка” з’являється повідомлення “Перевірте необхідність формування повідомлення SPECI”.

Критерії випуску зведень SPECI:

- середній напрямок приземного вітру змінився на 60^0 (або більше) в порівнянні з напрямком, вказаним в останньому метеозведенню, причому середня швидкість до чи після змінилась на 5 м/с або більше;

- середня швидкість приземного вітру змінилась на 5 м/с або більше, в порівнянні зі швидкістю, вказаною в останньому метеозведенні;

- відхилення від середньої швидкості приземного вітру (пориви) збільшилось на 5 м/с або більше в порівнянні зі швидкістю, яка вказана в останньому метеозведенні, при цьому середня швидкість вітру до чи після змін складає 7 м/с та більше;

- видимість погіршилася та стала менше одного або кількох значень: 3000, 1500, 800м. Видимість покращилась і досягла, або перевищила одне або кілька значень: 800, 1500, 3000м;

- дальність видимості на ВПП з робочим курсом погіршилася та стала менше одного або кількох значень: 800, 600, 350, 150м. Дальність видимості на ВПП з робочим курсом покращилась та досягла, або перевищила одне або декілька значень: 150, 350, 600, 800м;

- у випадку початку, припинення або зміни інтенсивності явищ погоди або їх сполучення:

- замерзаючих опадів;

- помірних (видимість 1 – 2 км) або сильних (видимість менш 1 км) опадів (включаючи зливи);

- пилова буря;

- піщана буря.

- У випадку початку або припинення явищ погоди або їх сполучення:

- замерзаючого туману;

- сніжний, пиловий або піщаних поземок;

- сніжна, пилова або піщана низова заметіль;

- гроза (з осадками або без);

- град;

- шквали, смерч.

Висота нижньої границі хмарності (кількість BKN або OVC) зменшилась і стала менше одного або кількох значень: 300, 150, 60, 30м. Висота нижньої границі хмарності (кількість BKN або OVC) збільшилась і досягла, або перевищила одне або кілька значень: 30, 60, 150, 300м.

Кількість хмарності при висоті нижче 300м змінилась:

- від SKC, FEW або SCT до BKN або OVC;
- від BKN або OVC до SCT, FEW або SKC.

Вертикальна видимість при затемненому небі зменшилась та стала менше одного або кількох значень: 300, 150, 60, 30м. Вертикальна видимість збільшилась та досягла, або перевищила одне або кілька значень: 30, 60, 150, 300м.

У заголовку вікна вказується строк, до якого було сформоване дане зведення, у вікні “Причина формування SPECI” повідомляється причина формування. При натисканні на закладку “Пороги SPECI”, відображається критерій метеовеличини, для якої було випущене зведення (колір рамки блакитний).

Кнопкою формування спостерігач може відкоригувати зведення, кнопкою передача, спостерігач відправляє сформовану телеграму, колір вікна стає сірим, у рядку “Підказка” з'являється повідомлення про відправлення. Текст метеозведення залишається до формування наступного зведення. В закладці “Пороги SPECI” установляться пороги на наступні значення метеовеличин, в відповідності з останнім відправленим зведенням.

Можливе корегування вже відправленого зведення SPECI, натисканням закладки COR.

При формуванні телеграми SPECI автоматично формується телеграма SPECIAL, при натисканні на кнопку передача у вікні METAR/SPECI - автоматично відправляється і зведення SPECIAL.

Зведення погоди “на погіршення” автоматично формуються при досягненні критерію, зведення погоди “на покращення” формуються автоматично при умові збереження покращення в перебіг 10 хвилин.

Можливі 2 варіанти формування заготівлі зведення SPECI:

- автоматизоване;
- за вимогою метеоспостерігача.

За вимогою метоспостерігача формується зведення SPECI за явищем погоди, при цьому у вікні “Причина формування” буде вказано: “За вимогою спостерігача”.

Метеозведення MET REPORT, SPECIAL підлягають розповсюдженню тільки всередині аеропорту для віщування АТИС за допомогою ПК та доведення до органів УВД на погодні дисплеї, АРМС.

Формат зведень MET REPORT / SPECIAL

1. Назва коду.
2. “УКОО” - що вказує місця розташування, згідно ИКАО.
3. День та час спостереження в годинах і хвилинах.
4. Приземний вітер (опосередкування 2 хвилини).
5. Видимість (опосередкування 1 хвилина).
6. Дальність видимості на ВПП (RVR) (опосередкування 1 хвилина).

7. Поточна погода.
8. Хмарність.
9. Температура повітря та точки роси.
10. Значення тиску QFE, QNH (в гПа).
11. Додаткова інформація.
12. Прогноз типу "TREND".

Зведення MET REPORT формується автоматично в загальному текстовому вікні метеозведення MET REPORT /SPECIAL кожні 30 хвилин.

Процедура формування аналогічна формуванню зведення METAR, при натисканні кнопки "передача" у вікні METAR автоматично буде відправлена та регулярно сформована зведена MET REPORT на АРМС та погодні дисплеї (ПД).

Коректувальна відправка MET REPORT неможлива, всі подальші зведення між строками будуть відправлені з заголовком SPECIAL.

Зведення SPECIAL формується в загальному текстовому вікні метеозведення MET REPORT/SPECIAL у відповідності з аеродромними критеріями, погодженими з УВД, та при формуванні за критеріями SPECI, при цьому фон вікна стає блакитним.

Критерії випуску зведення SPECIAL:

- Критерії випуску зведень SPECI.
- Видимість погіршилася та стала менше 5000м. Видимість покращилась, досягла або перевищила 5000м.
- Дальність видимості на ВПП з робочим курсом погіршилась та стала 2000м. Дальність видимості на ВПП з робочим курсом покращилась, досягла, або перевищила 2000м.
- Висота нижньої межі хмарності (кількість BKN або OVC) зменшилась та стала менше 550м. Висота нижньої межі хмарності (кількість BKN або OVC) збільшилась, досягла, або перевищила 550м.
- Фактичний зсув вітру.
- Помірна або сильна турбулентність у зоні заходу на посадку та набору висоти (видалення до 50 км, висота – до 1500м).
- Слабке, помірне або сильне леденіння в зоні заходу на посадку і набору висоти (видалення до 50 км, висота – до 1500м)
- Зміна робочого курсу.
- Зміна прогнозу для посадки "TREND".
- Зміна коефіцієнту зчеплення.
- Надходження сигналу "Тривога".

У вікні "Причина формування SPECIAL" повідомляється причина формування зведення, у закладці "Пороги SPECIAL" відображається критерій метеовеличин, для якої були випущені зведення (колір рамки блакитний). Натисканням кнопки передача у вікні MET REPORT /SPECIAL буде відправлена тільки зведення SPECIAL на АРМС і погодні дисплеї. Колір вікна стає сірим. У рядку "Підказка" з'явиться запис про

відправку повідомлення. В закладці “Пороги SPECIAL” установляться наступні пороги у відповідності з випущеним зведенням.

Існує два варіанти формування зведень:

- 1) автоматизоване;
- 2) за вимогою метеоспостерігача.

При автоматичному формуванні за критеріями текст метеозведення SPECIAL вручну не коректується. Для коректування груп коду необхідно в рамках вводу-висновку внести необхідні зміни.

Кнопкою формування можна, за вимогою метеоспостерігача, сформувати заготовку за якими-небудь явищами погоди, фактичному зсуву вітру, зміні курсу, зміні коефіцієнту зчеплення, зміні прогнозу для посадки, надходженні сигналу “Тривога”, при цьому текст може бути відредагований введенням необхідної інформації у відповідні рамки вводу.

Телеграми у коді WAREP передаються на канали зв'язку системи БРИЗ за допомогою закладки “Інші телеграми”. Для формування, необхідно вибрати закладку, ввести кодові цифри телеграми, згідно коду WAREP (номер станції, дата, час і знак закінчення телеграми сформовані автоматично). Натисканням кнопки “Пуск” відправити телеграму.

Запитання для самоперевірки:

1. Що відображає сторінка програми “МЕТЕО” , “Графіки”?
2. Що відображає сторінка програми ТЛГ?
3. Що відображає сторінка програми КМ-1?
4. Що відображає сторінка програми КМ-1с?
5. Що відображає сторінка програми КМ-3?
6. Що відображає сторінка програми КМ-4?
7. Що відображає сторінка програми “Діаграма”?
8. Що відображає сторінка програми “ООЯ”?
9. Що відображає сторінка програми “Журнал”?
10. Що відображає сторінка програми “Перфокарта”?
11. Які явища погоди вводяться в рамку “Атмосферні явища”?
12. Що означає код “WIW2”?
13. Які параметри автоматично ініціюються за наявності приладу температури та відносної вологості?
14. Яку клавішу необхідно застосувати при неможливості виправити набрані значення в ручному режимі?
15. Яке значення вводиться в рамку “Середнє направлення” при “змінному” вітрі?
16. Що означає запис Win_S.csv?
17. Що означає запис Mark60.DAT?
18. Яку форму “Барометричні тенденції” відчиняють для визначення значення та характеристики баричної тенденції?

19. Чи допускається одночасне відчинення даних вітру оператором та програмою “МЕТЕО” ?
20. Що означає запис Vectlm.csv?
21. Що відображається у вікні параметрів вітру “Робочий курс”?
22. Що відображається у загальній частині вікна АРМС?
23. Що відображається у змінній частині екрану?
24. Що відображає сторінка METAR?
25. Що відображає сторінка “Таблиці”?
26. Що відображає сторінка “Графіки”?
27. Що відображає сторінка “Журнал”?
28. На якій сторінці формуються метеозведення?
29. Які вікна існують на сторінці “METAR”?
30. Який формат зведень METAR/SPECI?
31. Яким чином спостерігач може відкоригувати зведення та як відкоригувати вже відправлене зведення SPECI?

**Опис приладів, устаткування та інструментів,
які використовуються при виконанні лабораторної роботи.**

1. Персональний комп'ютер.
2. Програмне забезпечення АМАС-ABIA.
3. Імітатор АМАС-ABIA.

**Правила техніки безпеки та охорони праці,
які необхідні при проведенні лабораторної роботи.**

1. Не проводити введення робочої програми без дозволу викладача.
2. Роботу з програмним забезпеченням проводити в присутності викладача.
3. Отримати у викладача інструктаж з техніки безпеки та розписатися в журналі

ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ:

1. Подавати напругу на імітатор АМАС-ABIA без дозволу викладача.
2. Залишати безлад на робочому місці після закінчення роботи.

Порядок проведення лабораторної роботи

1. Перед виконанням лабораторної роботи проводиться усне опитування теоретичного матеріалу та визначення мети лабораторної роботи. Результати опитування заносяться до протоколу за підписом викладача.

2. Викладачем проводиться інструктаж з техніки безпеки. Після чого студент розписується в журналі з „Техніки безпеки”.

3. Якщо студент одержав незадовільну оцінку з теоретичного матеріалу, то до виконання лабораторної роботи він не допускається.

4. Кожен студент виконує лабораторну роботу індивідуально.

Методика виконання лабораторної роботи

Проведення лабораторної роботи здійснюється в три етапи в відповідності з поставленими задачами до лабораторної роботи та програмного забезпечення АМАС-ABIA:

1) запуск прикладної програми АМАС;

2) формування введення явищ погоди;

3) запуск прикладної програми АРМС.

Запуск прикладної програми АРМ.

1. Запустити екран монітору. Ознайомитись з інформаційним вікном програми “МЕТЕО”.

2. Вибрати та установити сторінки програми “МЕТЕО” “Графіки”, КМ-1, КМ-1с і порядок їх практичного використання.

3. Вибрати та установити сторінки програми “МЕТЕО” “ТЛГ”, КМ-3, КМ-4, “Діаграма” і порядок їх практичного використання.

4. Вибрати та установити сторінки програми “МЕТЕО” “ООЯ”, Журнал, Перфокарта і порядок їх практичного використання.

Формування введення явищ погоди.

1. Запустити екран монітору. Ввести атмосферні явища в інформаційне вікно програми “МЕТЕО” за вибраними параметрами.

2. Сформувані коди явищ погоди “WIW2”, “WW”, представити форму вводу параметрів за температурою та вологістю повітря, за температурою поверхні ґрунту і над поверхнею ґрунту на 2см.

3. Представити форму вводу параметрів вітру.

4. Представити форму вводу параметрів тиску.

Запуск прикладної програми АРМС

1. Запустити робочу програму АРМС. Вивчити інформаційне вікно АРМС.

2. У змінній частині інформаційного вікна встановити сторінку METAR. Вивчити командні кнопки та вікна на цій сторінці.

3. Вивчити формат зведень METAR/SPECI. Встановити автоматичний режим формування зведень METAR.

4. Вивчити критерії в списку зведень SPECI. Сформувані заготовку зведення SPECI в автоматизованому режимі за проханням метеоспостерігача.

Порядок оформлення звіту та його представлення і захист

Результати проведеної лабораторної роботи оформлюються протоколом. Він повинен містити такі дані:

- 1) тема лабораторної роботи;
- 2) мета лабораторної роботи;
- 3) короткі теоретичні відомості;
- 4) порядок проведення лабораторної роботи;
- 5) порядок обробки результатів досліджень;
- 6) висновки.

Перелік використаної літератури

1. ООО “НБК СПЕЦАВТОМАТИКА”: Комплекс измерительный метеорологический АМС-МЕТЕО, УкрНДГМІ, 2009. – 47 с.
2. ООО “НБК СПЕЦАВТОМАТИКА”: АМАС-АВИА-1, краткое описание; Киев, “Спецавтоматика”, 2009. - 42 с.

Лабораторна робота № 2

“Вимірювання температури та вологості повітря за допомогою радіозонда”

Мета роботи - вимірювання температури та вологості повітря за допомогою радіозонда.

Завдання на підготовку до лабораторної роботи. Під час виконання лабораторної роботи студент повинен

знати:

- будову датчиків температури та вологості повітря;
- будову і роботу радіозонда МАРЗ-2;
- методику вимірювання температури та вологості повітря за допомогою радіозонда МАРЗ-2;
- будову і роботу КВПАС-1М;

вміти:

- проводити збір радіозонда МАРЗ-2;
- робити перевірку працездатності радіозонда МАРЗ-2 за допомогою комплекту вимірювальних приладів КВПАС-1М;
- вимірювати частоту радіоблоку МАРЗ-2 за допомогою частотоміра Ч2-9А;
- вимірювати частоту вимірювального генератора при ввімкненні в коло опорного опору, датчиків температури та вологості.
- за виміряними частотами визначати температуру та вологість повітря.

Теоретичні положення. На цей час аерологічна мережа України переведена на зондування малогабаритними аерологічними радіозондами. Ці зонди можуть працювати як з РЛС „Метеорит” („Метеор”), так і з ГБ27С-І. Оскільки „Метеор” і „Метеорит” мають відомі нам конструктивні відмінності, то і радіозонди, які працюють в комплексі з ним, теж мають відмінності, які не є принциповими. Радіозонди МАРЗ-2-1 призначені для роботи з РЛС „Метеор” і „Метеорит”, а радіозонди МАРЗ-2-2 - з РЛС „Метеорит-2” і „Титан”. Є ще модифікація МАРЗ-0 - це передавач-відповідач, який можна використовувати з будь-яким з типів РЛС при вітровому зондуванні.

Основні технічні характеристики:

- несуча частота у радіозондів всіх типів 1782 ± 8 МГц;
- частота проходження імпульсів (супер частота) 800 кГц;
- чутливість до імпульсів запиту РЛС - 50дБ;
- частоти у МАРЗ-2-1 складає 2080-80 Гц;
- діапазон вимірювання температури від $+50^{\circ}\text{C}$ до -80°C ;
- вологості 15 - 98 % при температурі не нижче -40°C ;

- діапазон зміни опорної МАРЗ-2-2, яка відповідає 1080-40 Гц;
- тривалість паузи у випромінюванні радіозонда МАРЗ-2-1 складає 65 ± 15 мкс, МАРЗ-2-2, яка відповідає - 240 ± 40 мкс;
- черговість надходження телеметричної інформації F_{on} , F_t , F_u при тривалості циклу 25с;

Живлення здійснюється від батареї 28-МХМ-01, яка видає напругу 28В і 9,5 В.

Вага радіозонда в зборці не більше 430 г, а передавача -310г.

Структурна-схема радіозонду типу МАРЗ-2 представлена на рис. 2.1.

Автогенератор НВЧ безперервно утворює електромагнітні коливання несучої частоти (1780 МГц). На ці коливання накладаються майже синусоїдальні коливання з частотою 800 кГц, які утворюються (теж безперервно) генератором імпульсів.

Ці коливання необхідні для того, щоб забезпечити роботу передавача в режимі надгенерації, тобто зробити його здатним відповідати на запити РЛС більш потужним, ніж звичайно (приблизно на 15 %) випроміненим з наступною паузою у випроміненні. Завдяки цьому за часом запізнення між імпульсом запиту РЛС і відповідною паузою радіозонда можливе вимірювання дальності до радіозонду.

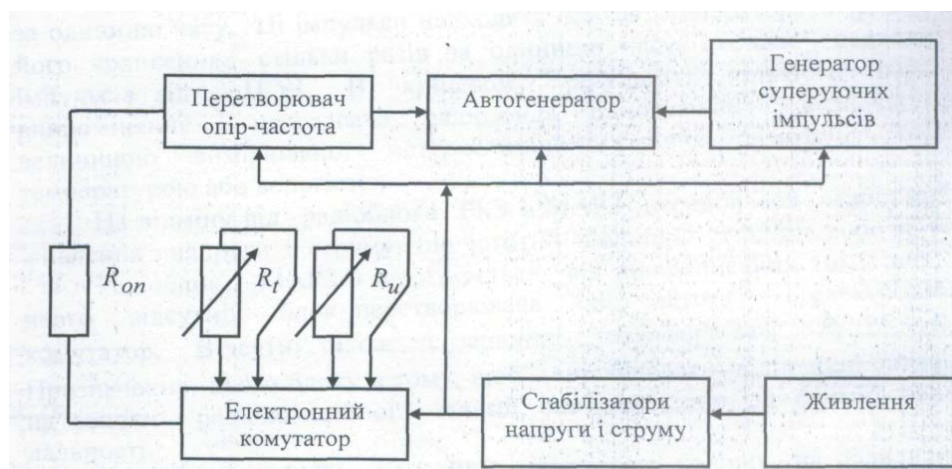


Рисунок 2.1. – Структурна схема радіозонда типу МАРЗ: R_{on} - резистор опорної частоти; R_t - резистор температурної частоти; R_u - резистор частоти вологості

Як первинний перетворювач температури використовується термістор типу ММТ-1, а вологості - традиційна тваринна плівка.

У мікрозондів типу МАРЗ первинні перетворювачі підключені послідовно з опорним опором. Електрокомутатор через R_{on} передає величину опору первинних перетворювачів на перетворювач опір-частота (ПОЧ). Тут в залежності від величини загального опору $R_{on} + R_t$ або $R_{on} + R_u$

утворюється цілком певна кількість від'ємних імпульсів за одиницю часу. Ці імпульси надходять до автогенератора і зривають його коливання стільки разів за одиницю часу, скільки надходить імпульсів від ПОЧ. В кінцевому результаті кількість пауз у випромінненні передавача радіозонда однозначно визначається величиною вимірюваної метеовеличин на рівні радіозонда, тобто температурою або вологістю.

В МАРЗ передбачена стабілізація живлення з напруги і струму, що істотно підвищує стійкість роботи та точність перетворення метеовеличин.

Радіоблоки МАРЗ проходять перевірку на обладнанні КВПАС-Ім (комплект вимірювальних приладів аерологічної станції), який модифікований стосовно цих типів радіоблоків. Модифікація полягає у виготовленні спеціальних комутуючих роз'ємів, а також в застосуванні високо стабільних джерел живлення типу Б5-45 на 28,5 і 9,5 В, які являють собою компенсаційні стабілізатори із захистом від перевантажень і коротких замикань.

Датчики температури та вологості здійснюють первинне перетворення цих параметрів атмосфери в електричний опір відповідної величини. Як датчик температури використовується резистор ММТ-6, а датчик вологості - оксид алюмінію, а також традиційна тваринна плівка з перетворенням механічних характеристик в електричному опорі.

Електронний комутатор забезпечує почергове підключення до вимірювального перетворювача датчиків температури та вологості. Ці датчики підключаються послідовно з опорним резистором.

Вимірювальний перетворювач здійснює перетворення електричного опору датчиків в період надходження імпульсів температури (Т) або вологості (В). Міні-ЕОМ станції АВК-І обчислює значення y_t і y_u . Перехід від кількості імпульсів за одиницю часу до періоду їх надходження для кожного з метеопараметрів є однією з важливих відмінностей радіозондів типу МРЗ від МАРЗ і РКЗ.

Сигнали з вимірювального перетворювача надходять до формувача імпульсів, де вони подовжуються, що є необхідним для підвищення перешкодостійкості каналу системи - радіозондування „МАРЗ-ЗА-АВК-Г. Крім того, формувач утворює істотно різної тривалості імпульси температури та вологості. Команду на перехід від формування імпульсу однієї тривалості до другої подає електронний комутатор в момент перемикання датчиків. Таким чином, в залежності від того, який датчик підключений, імпульси на виході формувача імпульсів мають ту чи іншу тривалість, причому різниця в їх тривалості для конкретного радіозонду складає не менше 180 мкс. Завдяки цьому АВК-І впевнено розділяє сигнали датчика температури від сигналів датчика вологості. В цьому полягає друга істотна відмінність радіозондів типу МРЗ.

Надгенеративний прийомо-передавач складається з автогенератора НВЧ, який поєднує функції генератора, високочутливого приймача запитних імпульсів від АВК-І і активного відповідача по каналу дальності, генератора супер імпульсів (ГСІ), який утворює прямокутні імпульси з частотою надходження 800 або 600 кГц, що забезпечують роботу НВЧ-АГ в режимі над генерації.

Функціональні вузли радіоблока змонтовані на печатній платі, установленій всередині замкненого циліндричного стакану, який спільно з випромінюваним вібратором і ємнісною шайбою утворюють антену радіозонда. Модуль НВЧ закріплюється до дна стакану всередині нього, а зовні розташована з'єднана з ним антена. Остання являє собою чверть хвильовий вібратор, електричним противагою якого є стакан. Цей стакан є екраном, який захищає радіоблок від поля НВЧ, випромінене антеною.

В кришці стакану є пази, крізь які проходять роз'єми для підключення датчиків температури, вологості і батареї живлення.

Стабільна робота радіоблоку забезпечується стабілізацією напруги і струму для найбільш відповідних його вузлів.

Наведемо найбільш важливі характеристики радіозонда МРЗ: Радіозонди МАРЗ-2А випускаються в двох модифікаціях: з частотою надходження супер імпульсів 800 і 600 кГц. Відповідно вони мають додаткові позначення ЗА8 і ЗА6. Девіація частоти надходження супер імпульсів знаходиться в межах 11- 17 кГц при відхиленні від номінальних значень (800 і 600 кГц) не більше ніж -5 - +25 кГц. Для радіозондів першого типу час підключення того чи іншого датчика („час каналних інтервалів”) дорівнює 5,1-5,4 с, а для другого - 6,7-7,8 с. Черговість надходження каналів: вологісний, температурний, опорний.

Діапазон зміни періоду надходження імпульсів вимірювального перетворювача такий:

- в температурному каналі при зміні опору датчика температури від 3 до 1000 кОм - 1562-5882 мкс;
- у вологому каналі при зміні $1,5 < R_u < 15$ км - 1526-2564 мкс.

В той же час діапазон зміни тривалості імпульсів на виході формувача такий:

- в опорному каналі - 200 - 350 мкс;
- в температурному і вологому каналах -435-765 мкс.

При цьому, як уже відмічалось, різниця значень тривалості імпульсів в каналах температури та вологості не менше 180 мкс.

Радіозонди МАРЗ-2А поставляються в упаковці по 30 шт. (15 шт. типу МАРЗ-2А (ЗА6) і 15 шт. типу МРЗ-3А (ЗА8)). Один комплект поставки крім радіозондів має комплект ЗВП, куди входить один запасний датчик температури і один - вологості з етикетками. В комплекті поставки повинні бути і батареї (30 шт.) типу 28МХМ-0.1.

При отриманні обладнання радіозондів перевіряють збереженість і повноту комплектації у відповідності з пакувальним листом, переконуються у відсутності механічних пошкоджень основних вузлів. Після цього перевіряють відповідність номерів складових вузлів радіозондів і номерів етикеток на ці вузли. Перевіряється також наявність тримачів термісторів і 30 комплектів шнурів.

Після перевірки повноти комплектації переходять до перевірки працездатності кожного з радіоблоків. При цьому перевіряються такі параметри:

- несуча частота;
- щільність потоку енергії випромінювання;
- чутливість прийомо-передавача до запасного каналу;
- якість відповідного сигналу радіозонда;
- мінімальна частота суперування;
- працездатність датчиків радіозонда;
- працездатність електронного комутатора;
- мінімальні періоди повторення телеметричного сигналу в опорному, температурному та вологісному каналах;
- струми, які проходять по колам 9,5 і 27 В.

Перевірка технічних характеристик МРЗ-3А проводиться за допомогою комплекту приладів КПП-І для перевірки малогабаритних радіозондів (аналог КВПАСа). Іноді для цього використовують безпосередньо АВК-І.

Живлення радіозондів здійснюється від батареї 28 МХМ-0,1 водоналивного типу. Індекс батареї інтерпретується як живлення марганцево-хлористо-магнієве з максимальною напругою 28 В і ємністю 0,1 Ампер-год.

Батарея складається з чотирьох секцій по 9,5 В кожна, набраних з елементів по 1,6 В кожна послідовним з'єднанням, аналогічно сухим батареям галетного типу. Три секції з'єднані послідовно і забезпечують напругу 28,5 В, а одна секція - окремо. Вона забезпечує напругу 9,5 В. Отже, живлення складається як би з двох самостійних батарей, розміщених в одному корпусі. Мінуси обох батарей для зручності з'єднані разом. Виводи оформлені у вигляді спеціальної чотирьох штиркової вилки, де стоїть окремо „мінус”, а потім „9,5 В” і далі два виводи по 28,5 В.

Батарея звичайно зберігається в целофановім футлярі, який не треба розкривати без потреби, тому що батарея починає поглинати пари з повітря і постійно мимоволі розряджається.

Батарею готують до роботи в такому порядку. Спочатку її вилучають з поліетиленового чохла і переконуються у відсутності механічних пошкоджень, в надійності пайки виводів. Потім її заглиблюють на 6 хв в посуд з водою при температурі 15-35°C.

Якщо батарея зберігалася при температурі нижче 10°C, то її потрібно спочатку протягом години або більше витримати при температурі не нижче 25°C, або провести замочування у воді при температурі 40-60°C.

В посуд батарея заглиблюється у вертикальному положенні чотирьох штирковою вилкою уверх. Шар води над батареєю повинен бути не менше 5 см, в той же час вилка повинна залишатися сухою. Щоб прискорити проникнення води, батарею злегка погойдують. Через 6 хв батарею вилучають з води, струшують надлишок води і кладуть в два поліетиленові чохла. В чохлі, в замоченому стані батарея може зберігатися не більше 5 годин. Чохол потрібно зав'язувати ниткою.

Потім приступають до формування батареї, для чого її підключають до формувального пристрою до відповідного роз'єму і вмикають режим „активації”. Через декілька хвилин, звичайно не більше 10, вмикають режим „Контроль” і спостерігають за напругою батареї за вольтметром. Формовка при цьому продовжується. При досягненні мінімальних значень, тобто 24,4 і 8,6 В по колу 27 і 9,5 В формування припиняють. Сформована батарея повинна бути використана не пізніше, ніж через 2 - години. По закінченню формування батарею відключають і зав'язують кожний з поліетиленових чохлів окремо. При роботі з батареєю на всіх етапах потрібно уникати короткого замикання між контактами, тому що це може вивести батарею з ладу. Підготовлену до роботи батарею приєднують до попередньо підготовленого радіоблоку. Батарею укладають в спеціальний відсік при підключенні до радіоблоків типу МАРЗ-2.

Запитання для самоперевірки:

1. З яких вузлів складається радіозонд МАРЗ-2М?
2. Які датчик для вимірювання температури повітря використовуються в радіозонді?
3. Які датчик для вимірювання вологості повітря використовуються в радіозонді?
4. Поясніть роботу радіозонда МАРЗ-2 за функціональною схемою.
5. Які частоти відповідають вимірюванні температури та вологості повітря?
6. Як проводиться підготовка радіозонда до вимірювання метеопараметрів?
7. Який принцип вимірювання температури та вологості повітря за допомогою радіозонда МАРЗ-2.
8. Як проводиться перевірка технічних характеристик радіозонда?
9. Для яких цілей використовується опорна частота?

10. Які прилади використовуються при перевірці радіозонда МАРЗ-2?

Опис приладів, устаткування та інструментів, які використовуються при виконанні лабораторної роботи

1. Радіозонд МАРЗ-2 в комплекті.
2. Комплект контрольно-вимірювальних приладів КВПАС-1М.
3. Графік статистичних характеристик перетворення частоти радіозонда по температурі і вологості
4. Батарея живлення 28МХМ-0,1
5. Застосування МАРЗ/П4.
6. Застосування МАРЗ/П5.

Правила техніки безпеки та охорони праці, які необхідні при проведенні лабораторної роботи

1. Підготовку радіозонда до вимірювання температури та вологості повітря необхідно проводити без вмикання джерел живлення.
2. В радіозонді є випромінювання надвисокої частоти, тому час вимірювання температури і вологості повинне бути мінімальним (5-10 хвилин).
3. Вмикати живлення КВПАС тільки з дозволу викладача.
4. Закінчивши виконання лабораторної роботи, вимкнути живильну напругу установки і здати робоче місце завідувачу лабораторією.

Забороняється:

1. Залишати увімкненим генератор НВЧ радіозонда на час, більше ніж 10 хвилин.
2. Вмикати комплект вимірювальних приладів в мережу до тих пір, доки не буде повністю зібрана схема лабораторної установки.
3. Ремонтувати, розбирати та перевіряти схеми під час увімкненої напруги живлення.
4. Використовувати нестандартне обладнання під час проведення лабораторної роботи.
5. Без дозволу викладача робити вимірювання.
6. Для уникнення ураження високою напругою при роботі з пристроєм МАРЗ/П4, тумблери на стенді СП-Ім 195 В2, 6,1 В2 і „2,4 В” вмикати **категорично заборонено**. Вмикати тільки тумблер „Сеть”.

Порядок проведення лабораторної роботи

1. Перед виконанням лабораторної роботи проводиться усне опитування теоретичного матеріалу і визначення мети лабораторної роботи. Результати опитування заносяться до протоколу за підписом викладача.
2. Викладачем проводиться інструктаж з техніки безпеки. Після чого студент розписується в журналі з „Техніки безпеки”.
3. Якщо студент одержав незадовільну оцінку з теоретичного матеріалу, то до виконання лабораторної роботи він не допускається.
4. Кожен студент проводить вимірювання температури та вологості повітря за допомогою радіозонда індивідуально.

Методика виконання лабораторної роботи (Перевірка технічних характеристик МАРЗ-2)

1. Зовнішнім оглядом упевнитися у відсутності пошкоджень вузлів радіозонда.
2. Перевірити працездатність і технічні характеристики радіозонда МАРЗ-2 по колам живлення:
 - зібрати вимірювальну схему (рис. 2.2);
 - установити для застосування МАРЗ/П4 на штирі роз'єму Ш6 стенду СП-Ім комплекту КВПАС-Ім;
 - підключити радіоблок радіозонда до застосування МАРЗ/П4 (рис. 2.3);
 - установити радіозонд для застосування МАРЗ/П4 і підключити датчики температури та вологості до гнізд “ D_t ” і “ D_u ” пристосування;
 - підключити штекери пристосування МАРЗ/П4 до джерел живлення Б5-45 згідно полярності;
 - установити набірні перемикачі напруги на джерелах живлення Б5-45 в положення 32 і 10,5 В відповідно при вимкнених джерелах живлення;
 - вимкнути джерела живлення і перевірити споживчі струми по колам 28 і 9,5 В. При максимальній напрузі 32 В - $I < 50$ мА, а при напрузі 10.6В - $I < 30$ мА. При мінімальній напрузі 24 В, $I > 35$ мА, а при напрузі 8,5 В – $I > 20$ мА. При перевірці максимальних споживчих струмів максимальні струми стабілізації повинні бути встановлені на Б5-45 50 і 30 мА, а при перевірці мінімальних споживчих струмів на Б5-45 необхідно установити струми стабілізації, що дорівнюють 30 і 20 мА.

Якщо в кінці перевірки радіоблока по максимально споживчому струму на передніх панелях Б5-45 спалахує хоч би одна з лампочок „Напряжение”, а по мініальному споживчому струму не спалахує ні одна

сигнальна лампочка, то радіозонд бракується. Після перевірки технічних характеристик радіозонда вимкнути джерело живлення і за допомогою набірних перемикачів установити на них номінальні значення напруги 28 і 9,5 В.

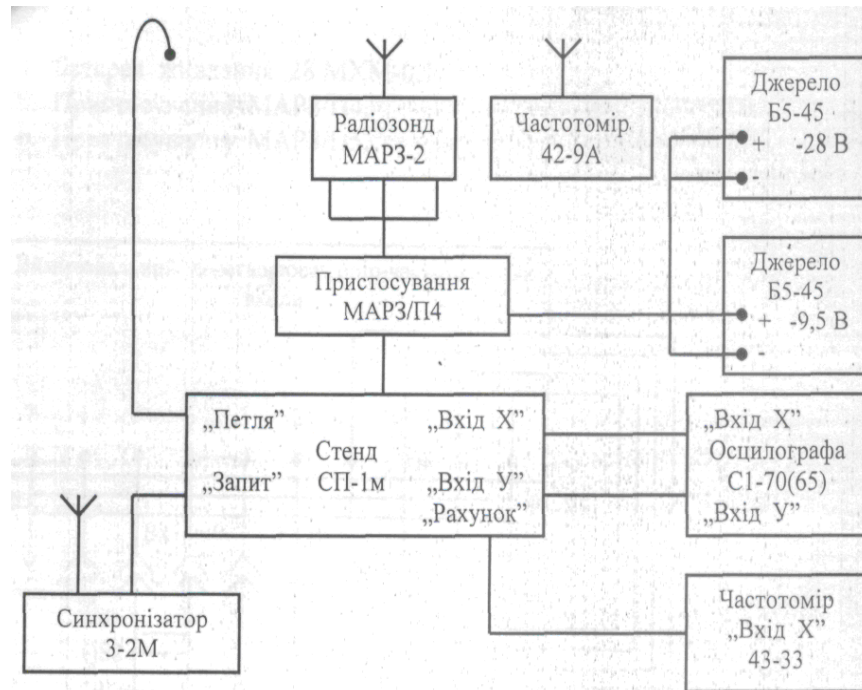


Рисунок 2.2 – Функціональна схема перевірки радіозондів MAR3-2

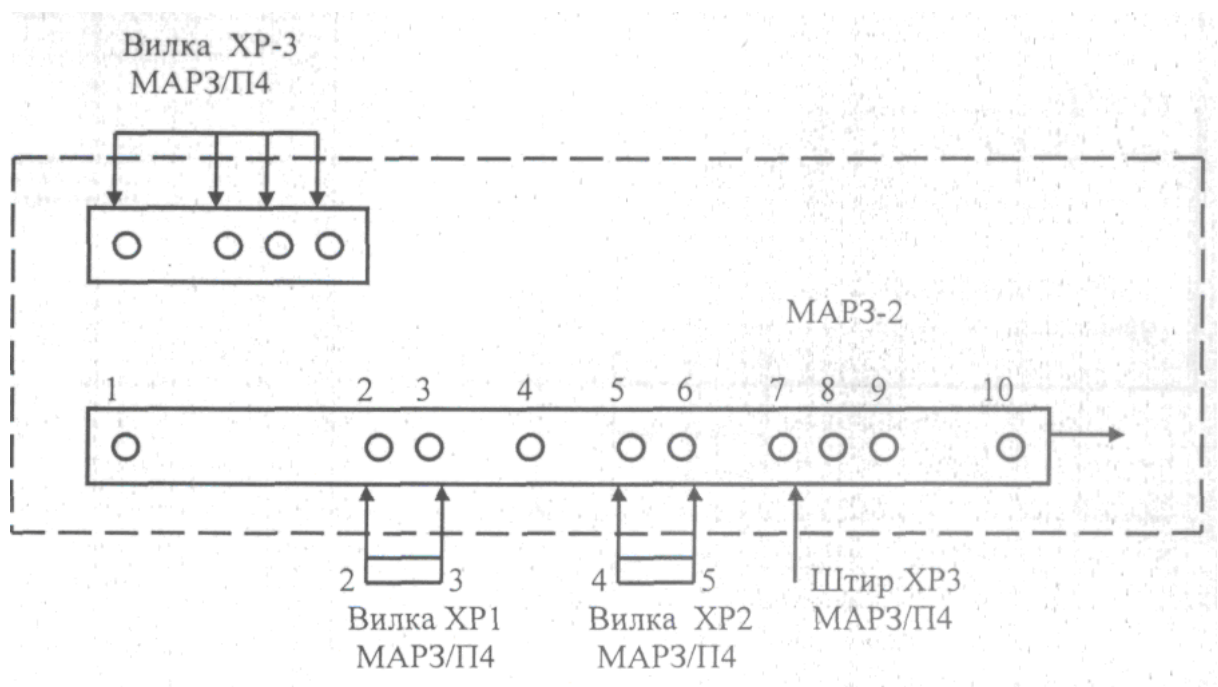


Рисунок 2.3 – Схема підключення MAR3-2 до приставання MAR3/П4

3. Увімкнути джерело живлення Б5-45.
4. Увімкнути захисник 3-2 на КВПАС-Ім, установити перемикач на стенді СП-1 в положення „Ответ” і при тривалості розгортки осцилографа СІ-70 1 мкс перевірити наявність і якість відповідного сигналу радіозонда. Глибина провалу відповідної паузи на екрані осцилографа повинна бути не менше 50 % амплітуди сигналу МАРЗ-2.
5. Установити перемикач на стенді СП-1 в положення „Пауза” і при тривалості розгортки осцилографа $\tau = 0,1$ мс виміряти тривалість пауз τ_n у випроміненні радіозонда. Тривалість пауз повинна бути 65 ± 15 мкс для МАРЗ-2-1 і 240 ± 40 мкс - для МАРЗ-2-2. Результат занести в табл. 2.1.
6. Установити перемикач на стенді СП-1 і пристрою МАРЗ/П4 в положення „Модуляція”. За допомогою частотоміра ЧЗ-33 виміряти частоту проходження радіоімпульсів, яка повинна бути 800 ± 25 кГц. Результат занести в табл. 2.1.
7. Виміряти несучу частоту $F_{нес}$ за допомогою частотоміра Ч2-9А в діленнях хвилеміра, перевести одержаний результат за допомогою градуйованих таблиць в мегагерци і занести в табл. 2.1.
8. Установити перемикач на стенді СП-1М в положення „Счет”. Перемикач на МАРЗ/П4 в положення „Дт” Тумблер на МАРЗ/П4 установити в положення „Пуск” і дочекатися появи опорної частоти. При її відсутності протягом 90 с радіозонд бракується.
9. При появі опорної частоти тумблер „Пуск-стоп” установити в положення „Стоп” і відрахувати опорну частоту $F_{оп}$. Результат занести в табл. 2.1. Порівняти її значення зі значенням $F_{оп}$, яке наведене у сертифікаті радіозонда (градуйований графік - СХП). Радіозонд бракується, якщо відраховане значення виходить за межі 2080 ± 80 Гц для радіозонда МАРЗ-2-1 і 1080 ± 40 Гц для радіозонда МАРЗ-2-2.
10. Тумблер „Пуск-Стоп” установити в положення „Пуск” до пропадання опорної частоти на табло частотоміра. За час не більше 10 с після пропадання останньої тумблер „Пуск-Стоп” установити в положення „Стоп” і відрахувати частоту температури F_t за частотоміром. Результат занести в табл. 2.1. Якщо частота F_t за час 30 с не з'явилася, радіозонд бракується.
11. Поставити перемикач пристосування МАРЗ/П4 в положення, тумблер „Пуск-Стоп” установити в положення „Пуск”. Через 30 с F_u по табло частотоміра відрахувати частоту вологості F_u . Результат занести в табл. 2.1. Якщо частота відсутня, радіозонд бракується.
12. За градуйованим сертифікатом радіозонда по відповідній частоті F_t і F_u визначають значення температури та вологості повітря. Результат занести в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 - Результати перевірки апаратури МАРЗ

	$t_{\text{пауз}}$, мкс	$F_{\text{мп}}$, кГц	$F_{\text{нес}}$, МГц	$F_{\text{оп}}$, Гц	F_t , Гц	F_U , Гц
Результати вимірювань						
Результат, визначені за сертифікатом					°C	%

Порядок оформлення звіту та його представлення і захист

Результати проведеної лабораторної роботи оформлюються протоколом. Він повинен містити такі дані:

- 1) тема лабораторної роботи;
- 2) мета лабораторної роботи;
- 3) короткі теоретичні відомості;
- 4) порядок проведення лабораторної роботи;
- 5) таблицю результатів досліджень;
- 6) висновки.

Перелік використаної літератури

1. Павлов Н.Ф. Аэрология, радиометеорология й техника безопасности. — Л.: Гидрометеоздат, 1980. - 430 с.
2. Белов Н.П. Метеорологические радиолокационные станции. - Л.: Гидрометеоздат, 1976. - 367 с.
3. Лавриненко Ю.В. Збірник методичних вказівок для виконання лабораторних робіт з дисципліни “Методи гідрометеорологічних вимірювань”, Одеса, 2013.- 94 с.

Лабораторна робота №3

„Вимірювання швидкості та напрямку вітру за допомогою анеморумбометра М-49”

Мета роботи – дистанційно одержати інформацію про температуру та вологість повітря, швидкість і напрямок вітру.

Завдання на підготовку до лабораторної роботи. Під час виконання лабораторної роботи студент повинен

знати:

- будову датчиків температури та вологості повітря;
- будову датчиків швидкості та напрямку вітру;
- будову керувально-вимірювального пульта;

вміти:

- з'єднувати всі датчики анеморумбометра з керувально-вимірювальним пультом;
- вимірювати температуру та вологість повітря;
- вимірювати швидкість та напрямок вітру;
- перевіряти справність вузлів температури та вологості, й визначати шкалові поправки;
- вимірювати справність вузла швидкості та напрямку вітру.

Теоретичні положення. Дистанційна метеорологічна станція М-49 призначена для дистанційного вимірювання температури, вологості повітря, швидкості і напрямку вітру (рис. 3.1).

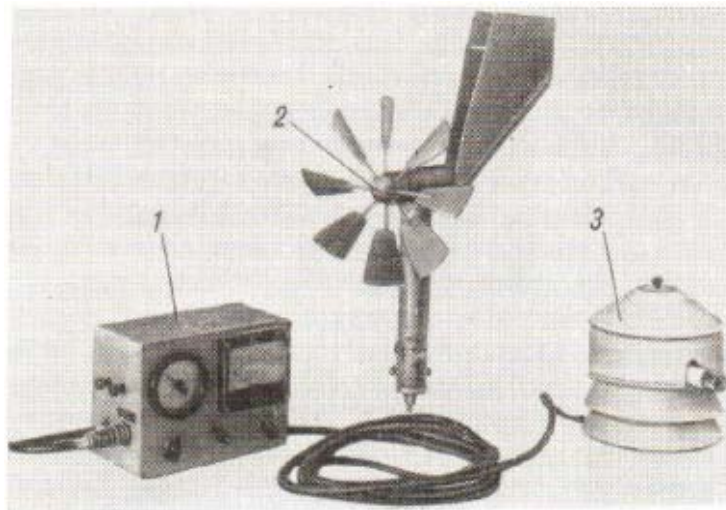


Рисунок 3.1 – Дистанційна метеорологічна станція М-49: 1 – пульт керувально-вимірювальний; 2 – датчик швидкості напрямку вітру; 3 – датчик температури і вологості повітря

Станція складається з блоку датчиків швидкості та напрямку вітру 2, блоку датчиків температури і вологості повітря 3, керувально-вимірювального пульта 1 і з'єднувальних кабелів. Вимірювальний пульт зібраний в прямокутному корпусі. На передній його панелі розміщені вказівні прилади і рукоятки керування, на боковій – є гнізда для підключення кабелів від датчиків.

Блок датчиків температури і вологості повітря наведений на рис. 3.2.

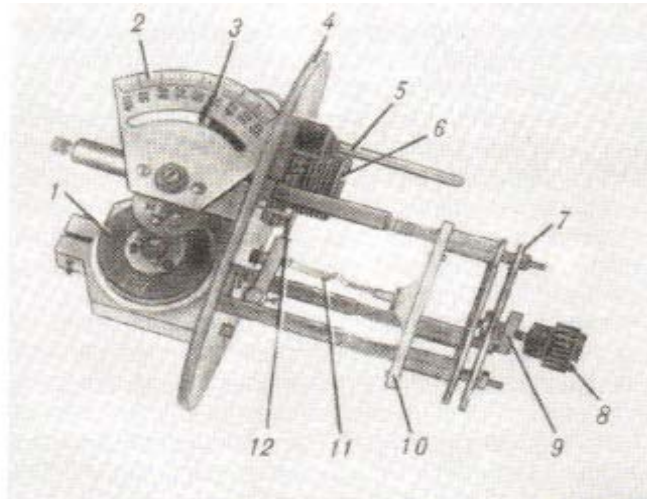


Рисунок 3.2 - Блок датчиків температури та вологості без захисного кожуха: 1 – сельсин; 2 – шкала гігрометра; 3 – стрілка; 4 – плата; 5 – термодатчик; 6 – гніздо; 7 – кільце; 8 і 9 – гайки; 10 – вологочутлива мембрана; 11 – тяга; 12 – важіль

Як чутливий елемент датчика температури в станції використовується мідний терморезистор. Як чутливий елемент датчика вологості використовується мембрана з тваринної плівки. Мембрана механічно зв'язана з ротором безконтактного сельсину, який відіграє роль вихідного перетворювача датчика вологості. Датчики з'єднуються з вимірювальним пультом за допомогою двох кабелів зі штепсельними гніздами.

В пульті зосереджені вимірювальні пристрої й блок живлення. Вимірювальні пристрої швидкості та напрямку вітру запозичені з анеморумбометра М-47. Станція може живитися від мережі змінного струму 220 В, 50 Гц або від джерела постійного струму (рис. 3.3). Джерело живлення забезпечує постійним струмом нерівномірний міст термометра опору й змінним струмом частотою 400 Гц сельсини синхронного зв'язку датчиків напрямку М2 і вологості повітря М3 і загальний для них сельсин-приймач М4.

Прилад для вимірювання напрямку вітру та вологості повітря має дві шкали - в градусах (для напрямку) і в процентах (для відносної вологості). Стрілка цього приладу насаджена на вісь ротора сельсину $M4$ (рис. 3.3). Прилад для вимірювання швидкості вітру та температури повітря має три шкали - одну в метрах за секунду і дві в градусах для вимірювання температури повітря в двох діапазонах.

Під вимірювальними приладами розташовані рукоятки перемикачів $S1$ і $S2$, і рукоятка реостату $R7$, який регулює напругу моста термометру опору.

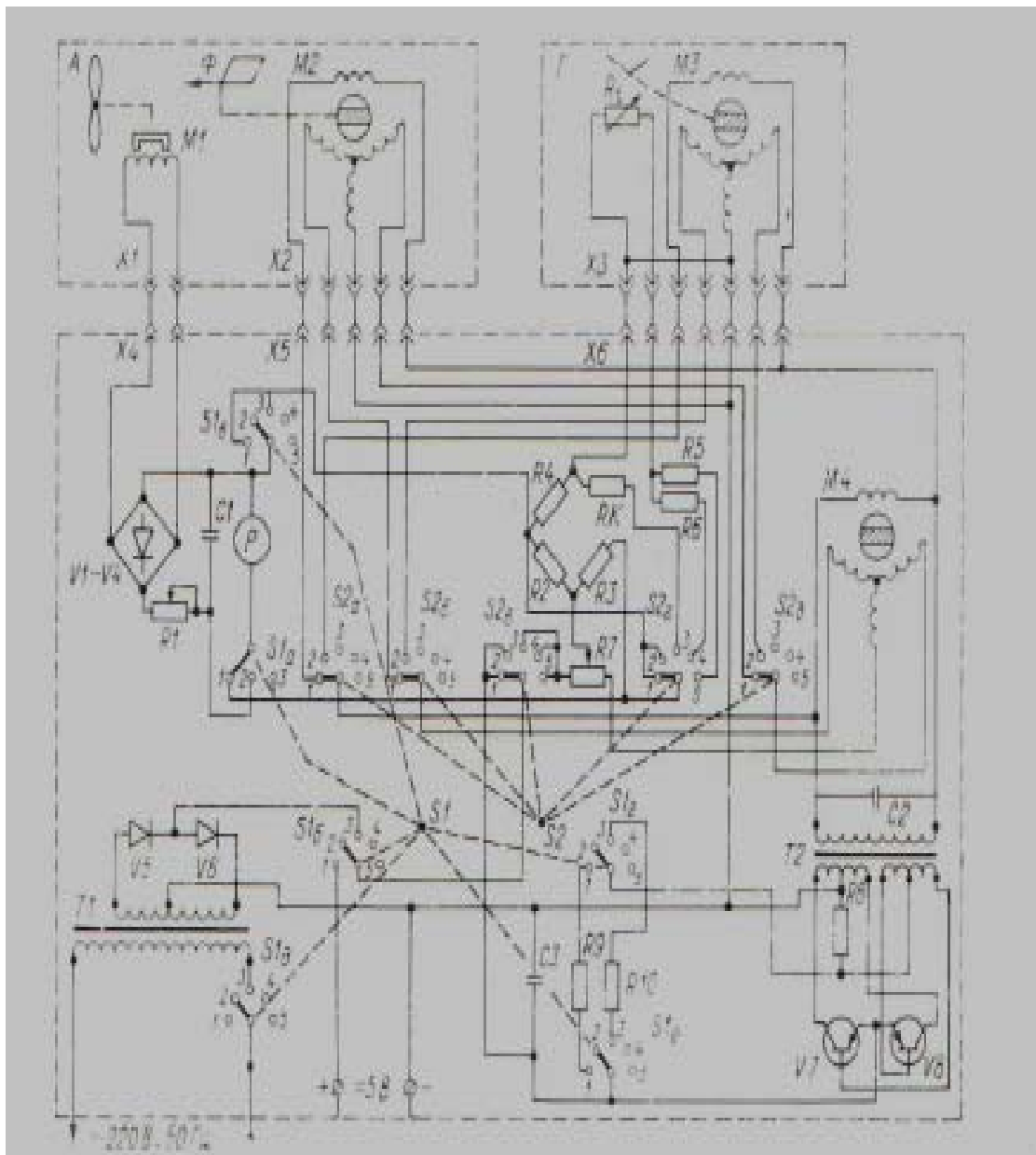


Рисунок 3.3 –Принципова електрична схема М-49

Перемикач $S1$ в положенні 1 вмикає живлення від джерела постійного струму, в положенні 2 замикає вимірювальне коло швидкості вітру, а в положенні 3 вмикає живлення від мережі змінного струму. При вимірюванні вологості та напрямку вітру перемикач $S1$ повинен знаходитися в положенні 3. При цьому, коли перемикач $S2$ знаходиться в положенні 1, до сельсину-приймача $M4$ підключається сельсин $M2$ датчика напрямку і на них подається живлення - вимірюється напрямок. Коли перемикач $S2$ установлюється в положення 2, до сельсину $M4$ підключається сельсин $M3$ датчика вологості і на них подається живлення – відбувається вимірювання вологості.

При вимірюванні температури повітря перемикач $S1$ установлюється в положення 1. При цьому, якщо перемикач $S2$ установлений в положення 3, до моста опору $R2$, $R3$, $R4$ і RK підключається вимірювальний прилад P і вмикається живлення моста. Опір RK відіграє роль еталонного (контрольного) опору. При його увімкненні стрілка приладу повинна установитися на контрольній поділці шкали температури, в протилежному випадку її підводять до цієї поділки за допомогою рукоятки потенціометру $R7$, що регулює напругу живлення моста. При установці перемикача в положення 4 або 5 замість опору RK як четверте плече моста вмикається терморезистор R_t (послідовно з опором $R5$ або $R6$) - відбувається вимірювання температури в першому або в другому діапазоні.

Установка станції М-49 повинна проводитися у відповідності з інструкцією, що прикладається до станції М-49, і з врахуванням загальних вказівок Настанови.

Запитання для самоперевірки:

1. Для чого призначена дистанційна метеорологічна станція М-49?
2. На яких елементах побудована ДМС-49?
3. З яких блоків складається ДМС-49?
4. Яким термометром вимірюється температура в ДМС-49?
5. Що є чутливим елементом датчика вологості?
6. Для чого використовується безконтактний сельсин?
7. Якою напругою живиться ДМС-49?
8. Скільки вимірювальних приладів знаходиться на пульті керування?

**Опис приладів, устаткування та інструментів,
які використовуються при виконанні лабораторної роботи.**

1. Блок датчиків вітру.
2. Блок датчиків температури і вологості.
3. Вимірювальний пульт.
4. З'єднувальні кабелі.
5. Електричний вентилятор.

**Правила техніки безпеки та охорони праці,
які необхідні при проведенні лабораторної роботи**

1. Вивчити правила техніки безпеки і розписатися в журналі.
2. Підключати ДМС-49 тільки в мережу змінного струму напругою 220 V, 50 Гц.
3. Якщо зникла напруга в мережі, то прилади потрібно перевести в початкове положення і доповісти про це викладачу.
4. Закінчивши роботу, потрібно вимкнути всі прилади і здати робоче місце завідувачу лабораторії.

ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ:

1. Вмикати ДМС-49 без дозволу викладача.
2. Ремонтувати, розбирати і перевіряти електричні схеми при увімкненому живленні.
3. Залишати працюючу установку після проведення вимірювань.
4. Розбирати датчик температури та вологості повітря.
5. Змінювати місцями з'єднувальні кабелі.

Порядок проведення лабораторної роботи.

1. Перед виконанням лабораторної роботи проводиться усне опитування теоретичного матеріалу і визначення мети лабораторної роботи. Результати опитування заносяться до протоколу за підписом викладача.
2. Якщо студент одержав незадовільну оцінку з теоретичного матеріалу, то до виконання лабораторної роботи він не допускається.
3. Кожен студент проводить вимірювання напрямку та швидкості вітру, вологості та температури.

Методика виконання лабораторної роботи

Проведення лабораторної роботи здійснюється в 4 етапи:

- 1) вимірювання напрямку вітру;
- 2) вимірювання вологості повітря;
- 3) вимірювання температури у першому або другому діапазоні;
- 4) вимірювання швидкості вітру.

1. Вимірювання напрямку вітру. При вимірюванні напрямку вітру перемикач S_1 необхідно поставити в положення 3, а перемикач S_2 - в положення 1. Виміряти напрямок вітру приладом на керувально-вимірювальному пульті (шкала в градусах). Вимірювання провести для 5-ти різних напрямків.

2. Вимірювання вологості повітря. При вимірюванні вологості повітря перемикач S_1 ставиться в положення 3. Перемикач S_2 устанавлюється в положення 2. При цьому до сельсина $M4$ підключається сельсин $M3$ датчика вологості і на них подається живлення – відбувається вимірювання вологості. Виміряти величину вологості повітря приладом на керувально-вимірювальному пульті (шкала для відносної вологості в %).

3. Вимірювання температури повітря. При вимірюванні температури повітря перемикач S_1 установити в положення 1. Провести контрольну перевірку роботи моста опорів R_2, R_3, R_4, R_K . Для чого перемикач S_2 поставити в положення 3. При цьому в мості вмикається еталонний контрольний опір R_K , потім підключається вимірювальний прилад і живлення моста. Стрілка приладу на керувально-вимірювальному пульті повинна установитися на контрольній поділці шкали температури. Якщо стрілка встановлюється на іншій поділці, то її потрібно підвести до контрольної поділки рукояткою потенціометра R_7 , який регулює напругу живлення моста.

Потім провести вимірювання температури повітря, для чого перемикач S_1 установити в положення 4 або 5. При цьому замість контрольного опору R_K в діагональ моста вмикається терморезистор R_t (послідовно з опором R_5 або R_6). Виміряти за допомогою приладу на керувально-вимірювальному пульті в першому або другому діапазоні температурної шкали.

4. Вимірювання швидкості вітру. При вимірюванні швидкості вітру ввімкнути вентилятор в мережу і направити повітряний потік на 8-ми лопатий гвинт датчика швидкості вітру. Перемикач S_1 установити в положення 2. При цьому замикається вимірювальне коло швидкості вітру. Виміряти швидкість вітру приладом на керувально-вимірювальному

пульті за шкалою, що оцифрована в м/с. Регулюючи потік повітря від вентилятора, зробити 5 вимірювань швидкості вітру.

Всі одержані результати вимірювань занести до таблиці, наведеній в протоколі.

Порядок оформлення звіту та його представлення і захист

Результати проведеної лабораторної роботи оформлюються протоколом. Він повинен містити такі дані:

- 1) тема лабораторної роботи;
- 2) мета лабораторної роботи;
- 3) короткі теоретичні відомості;
- 4) порядок проведення лабораторної роботи;
- 5) порядок обробки результатів досліджень;
- 6) висновки.

Перелік використаної літератури

1. Стернзат М.С. Метеорологические приборы и измерения. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 390 с.

2. Павлов Н.Ф. Аэрология, радиометеорология й техника безопасности. — Л.: Гидрометеиздат, 1980. - 430 с.

3. Лавриненко Ю.В. Збірник методичних вказівок для виконання лабораторних робіт з дисципліни “Методи гідрометеорологічних вимірювань”, Одеса, 2013.- 94 с.

Лабораторна робота № 4

“Вимірювання кількості та інтенсивності опадів”

Мета роботи - дослідження радіолокаційного методу вимірювання інтенсивності і кількості опадів, які випали.

Завдання на підготовку до лабораторної роботи. Під час виконання лабораторної роботи студент повинен **знати:**

- радіолокаційну видимість хмар і опадів;
- функціональний зв'язок між радіолокаційною відбиваністю та інтенсивністю випадаючих опадів;
- функцію розподілу частинок за розмірами;
- рівняння радіолокації хмар і опадів;

вміти:

- підготувати радіолокаційну станцію для вимірювання інтенсивності опадів;
- вимірювати інтенсивність опадів за значеннями радіолокаційного відбиття;
- проводити розрахунок інтенсивності опадів за значеннями відбитих опадів.

Теоретичні положення. Рівняння дальності радіолокаційного спостереження метеорологічних цілей зв'язує між собою технічні характеристики РЛС, параметри хмар і опадів, які визначають їх відбивальні властивості, і дальність виявлення. Для одержання рівняння дальності радіолокаційного спостереження хмар і опадів можна скористатися рівнянням дальності радіолокаційного спостереження точкової цілі й підставити в нього вираз для ЕПР метеорологічних об'єктів. Якщо вважати, що коефіцієнт направленої дії антени в межах основної пелюстки діаграми направленості сталий і дорівнює значенню в максимумі діаграми, то в результаті підстановки співвідношення

$$\sigma = \frac{\pi^6 R^2 \theta^2 c \tau}{8 \lambda^4} N d^6 \left| \frac{m^2 - 1}{m^2 + 2} \right| \quad (4.1)$$

у вираз

$$P_{\text{вд}} = \frac{P_{\text{ен}} \sigma D A}{(4\pi)^2 R^4} F_E^2(\psi), \quad (4.2)$$

одержимо

$$P_{\text{вд}} = \frac{\pi^3 P_{\text{вн}} D^2 \theta^2 c \tau K K_3}{512 \lambda^2 R^2} N d^6 \left| \frac{m^2 - 1}{m^2 + 2} \right|^2, \quad (4.3)$$

де $P_{\text{вн}}$ - імпульсна випромінена потужність;

D - коефіцієнт направленої дії антени;

θ - ширина діаграми направленості;

c - швидкість розповсюдження радіохвиль;

τ - тривалість випромінених імпульсів;

K - коефіцієнт затухання;

K_3 - коефіцієнт заповнення;

λ - довжина хвилі;

R - відстань до відбивальної ділянки цілі;

N - кількість частинок в одиниці об'єму;

d - діаметр відбитих частинок;

m - комплексний коефіцієнт заломлення речовини частинок.

В метеорологічних РЛС, як правило, застосовуються антени з вісесиметричними діаграмами направленості й відбивачами дзеркального типу. Для таких антен коефіцієнт направленої дії D , ширина діаграми направленості θ , реальна площа розхилу антени S_A та її ефективна площа A зв'язані між собою співвідношеннями

$$D = \frac{16}{\theta^2}, \quad D = \frac{4\pi A}{\lambda^2}, \quad A = K' \cdot S.$$

$$\theta^0 = (60 \dots 80) \frac{\lambda}{d_3}, \quad (4.4)$$

де K' - коефіцієнт використання антени;

d_3 - діаметр дзеркала.

Виражаючи одні параметри антени через інші, можна одержати різні форми запису рівняння дальності радіолокаційного спостереження. На практиці як основний параметр антени зручно використовувати її реальну площину. З врахуванням цього зауваження й співвідношення (4.4) вираз (4.3) може бути представлений у вигляді

$$P_{\text{вд}} = \frac{\pi^4 P_{\text{вн}} c \tau S_A K' K K_3}{8 \lambda^4 R^2} N d^6 \left| \frac{m^2 - 1}{m^2 + 2} \right|^2. \quad (4.5)$$

З порівняння виразу (4.5) з рівнянням дальності радіолокаційного спостереження точкової цілі (4.2) випливає, що, на відміну від спостереження точкової цілі, коли максимальна дальність виявлення

пропорційна корню четвертого ступеня з випроміненої потужності та інших енергетичних характеристик, при радіолокаційному спостереженні метеоцілей максимальна дальність пропорційна квадратному корню з вказаних параметрів. Це обумовлено залежністю ЕПР метеорологічних цілей від відстані.

Аналіз співвідношення (4.5) показує, що дальність виявлення хмар і опадів визначається як технічними характеристиками РЛС, так і відбивальними властивостями метеорологічних цілей. Тому при практичному використанні співвідношення (4.5) його зручно представити у вигляді

$$P_{\text{вд}} = \frac{\Pi}{R^2} Z, \quad (4.6)$$

де Π і Z - потенціал РЛС і відбиваність метеоцілі, які визначаються співвідношеннями

$$\Pi = \frac{\pi^4 P_{\text{ен}} c \tau A}{8 \lambda^4}, \quad (4.7)$$

$$Z = Nd^6 \left| \frac{m^2 - 1}{m^2 + 2} \right|^2 K K_3. \quad (4.8)$$

Потенціал РЛС визначається тільки її технічними характеристиками і може бути розрахований заздалегідь. Якщо не враховувати вплив ослаблення радіохвиль при розповсюдженні ($K = 1$) і прийняти $K_3 = 1$, то із співвідношення (4.6) випливає, що за вимірами потужності відбитих сигналів можна одержати інформацію про відбивальні властивості метеорологічних цілей. Саме на використанні цього співвідношення й ґрунтуються кількісні вимірювання при використанні імпульсних РЛС. Радіолокаційна відбиваність метеорологічних цілей, які складаються з однакових сферичних частинок, у відповідності із співвідношенням (4.8) буде визначатися виразом

$$Z = Nd^6 \left| \frac{m^2 - 1}{m^2 + 2} \right|^2.$$

Радіолокаційна відбиваність метеорологічних цілей із законом розподілу крапель за розмірами $N(d)$ буде виражатися формулою (без врахування останнього множника)

$$Z = \int_0^{\infty} N(d) d^6 dd.$$

Радіолокаційна відбиваність хмар і опадів пов'язана з основними їхніми характеристиками - водністю хмар та інтенсивністю опадів. Це обумовлено тим, що як інтенсивність дощу, так і водність хмар залежать від розмірів частинок і закону їх розподілу за розмірами. Ці залежності можна представити такими співвідношеннями:

$$I = \frac{\rho c}{6} \int_0^{\infty} N(d) d^3 v(d) dd, \quad (4.9)$$

$$W = \frac{\rho c}{6} \int_0^{\infty} N(d) d^3 dd, \quad (4.10)$$

де ρ - густина води (льоду);

$v(d)$ - закон розподілу швидкостей падіння крапель.

Через те, що закон розподілу частинок за розмірами в хмарах і опадах носить виражений регіональний характер, то зв'язок між радіолокаційною відбиваністю дощу та його інтенсивністю і між радіолокаційною відбиваністю хмар та їх водністю для різних районів буде різною. Так, для помірних широт задовільно узгоджуються з експериментальними даними такі залежності:

- для дощу $Z = 200 I_{\text{д}}^{1.6}$;

- для снігу $Z = 2000 I_{\text{сн}}^2$;

- для хмар з $d \leq 29$ мкм і $W \leq 1.3$ г/м³ $Z = 0,048 W^2$,

де $I_{\text{д}}$ - інтенсивність дощу, мм/год;

$I_{\text{сн}}$ - інтенсивність снігопаду, перерахована на воду, мм/год;

W - водність хмар, г/м³.

Вказані залежності можуть бути покладені в основу радіолокаційного вимірювання водності хмар та інтенсивності опадів. При практичній реалізації такого метода вимірювань необхідно, щоб в процесі спостережень значення коефіцієнта заповнення дорівнювало б одиниці. Ця умова досягається вибором вузьких діаграм направленості антен. Правда, зменшення ширини діаграми направленості внаслідок зменшення дозволяючого об'єму метеоцілі приводить до зменшення ЕПР. Це зменшення може бути скомпенсоване вибором відповідної довжини хвилі РЛС, яка забезпечує як можна менше ослаблення сигналів на трасі розповсюдження.

Запитання для самоперевірки:

1. Дайте визначення метеорологічного потенціалу МРЛС.
2. Охарактеризуйте рівняння радіолокації хмар і опадів.
3. Дайте характеристику відбиваності опадів.
4. Охарактеризуйте емпіричний зв'язок між відбиваністю та інтенсивністю опадів.
5. Як проводиться підготовка МРЛ до вимірювання інтенсивності опадів?
6. Як вимірюється радіолокаційна відбиваність опадів?
7. Під яким вертикальним кутом антени МРЛС вимірюється радіолокаційна відбиваність?
8. В яких осередках простору вимірюється радіолокаційна відбиваність?
9. Як визначається висота нульової ізотерми?
10. Яка послідовність включення МРЛ-2?

Опис приладів, устаткування та інструментів, які використовуються при виконанні лабораторної роботи

1. Метеорологічна радіолокаційна станція МРЛ-2 (рис. 4.1).

Правила техніки безпеки та охорони праці, які необхідні при проведенні лабораторної роботи.

Увага! В МРЛ є висока напруга 22 000 В.

1. Включення МРЛ-2 робити тільки з дозволу викладача.
2. Не знаходитися під антеною МРЛ під час роботи передавача та під час випромінення електромагнітної хвилі антеною МРЛ.
3. Категорично забороняється заходити до приміщення, де установлений передавач, під час роботи МРЛ.
4. Суворо дотримуватися порядку включення та виключення МРЛ.
5. Після закінчення роботи на МРЛ вимкнути всі системи та джерела живлення. Робоче місце здати завідувачу лабораторії.

ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ:

1. В МРЛ використовується напруга високої частоти й великої потужності, небезпечна для життя і здоров'я, тому категорично забороняється проводити ремонт вузлів станції.
2. Вмикати МРЛ без наявності заземлення й відкритих дверцят передавача.

3. Проводити вимірювання напруги і струмів передавача, індикаторів, блоків живлення.
4. Використовувати для вимірювання нестандартні прилади.
5. Працювати на МРЛ без діелектричних килимків.
6. Проводити вимірювання на МРЛ без працюючої системи захисту, яка забезпечує безпеку шляхом автоматичного вимкнення електрообладнання.

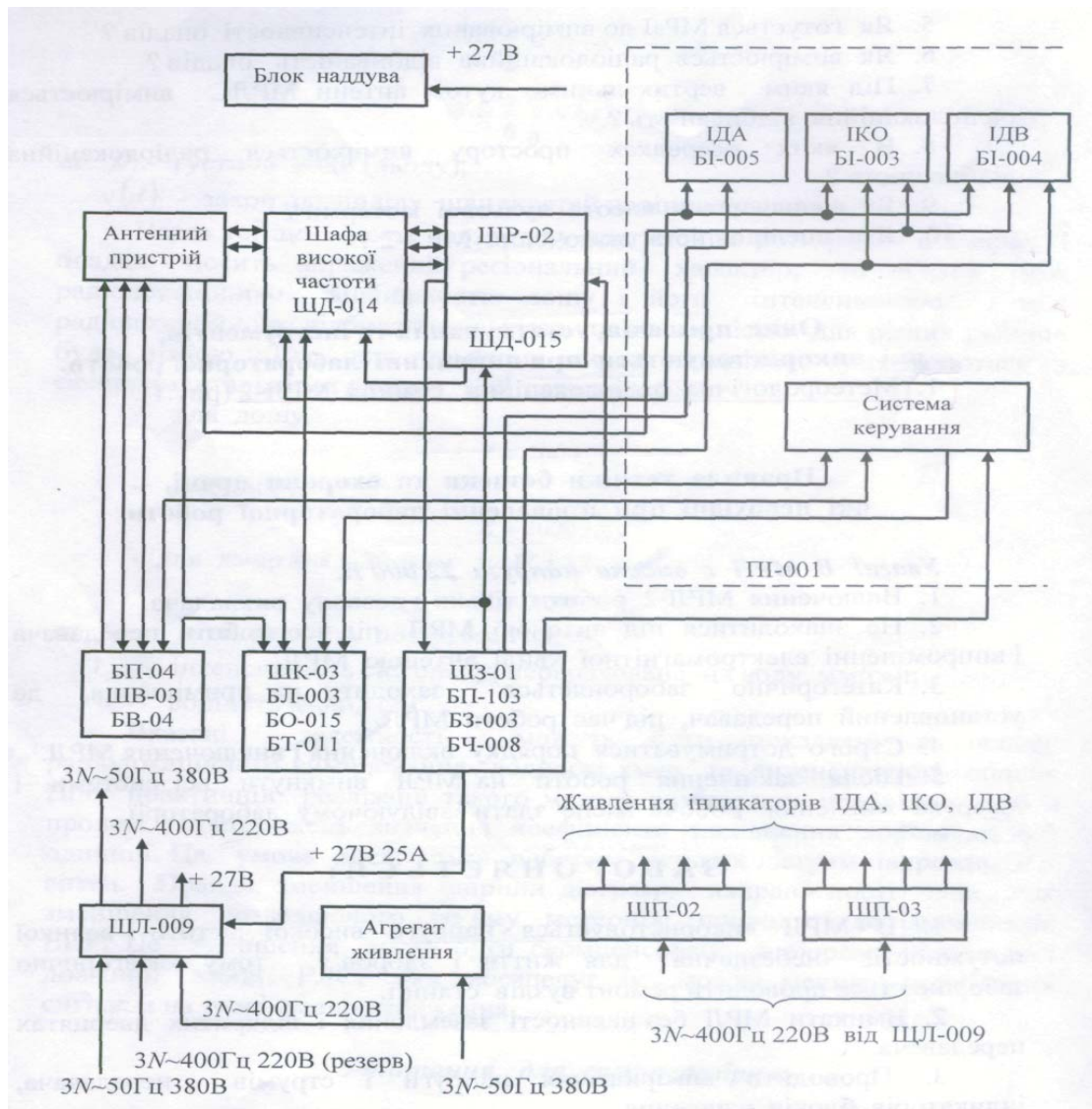


Рисунок 4.1 - Структурна схема МРЛ-2

Методика виконання лабораторної роботи

Провести підготовку МРЛ-2 до вимірювання інтенсивності опадів, для чого:

1. Перевірити правильність вихідної установки органів управління, тумблерів включення та автоматів станції.

2. Перемикач режиму роботи (передня панель блоку БВ-029) установити в положення „Робота”. При цьому спалахує сигнальна лампочка „Робота” на панелі управління і контролю РЛС (ПІ-001).

3. Увімкнути автомат „Загальний 50 Гц” (щит ЩЛ-009) і перевірити наявність напруги 380 В (50 Гц) у всіх положеннях перемикача фаз за вольтметром „Мережа 50 Гц 380В”.

4. Увімкнути перетворювач натисненням кнопки „Пуск” (щит ЩЛ-009). Після набору двигуном номінальної кількості обертів над пусковою кнопкою спалахне сигнальна лампочка.

Примітка. В агрегатному приміщенні автомати „Загальний-мережа живлення” і „Генератор” на щиту дистанційного запуску ПСЧ-15 (ЩЛ-011) повинні бути в положенні „Увімкнено”.

5. Перевірити наявність вихідної напруги перетворювача 220 В (400 Гц) за вольтметром „Напруга генератора” (щит ЩЛ-009) у всіх положеннях перемикача фаз.

Примітка. 1. У випадку необхідності коректування вихідної напруги 220 В 400 Гц перетворювача ПСЧ-15 робиться реостатом «Установка напруги» на перетворювачі або реостатом „Установка напруги” на блоці дистанційного управління генератора ПСЧ-15 в залежності від роду регулювання напруги (автоматична або ручна) за вольтметром «Напруга генератора» на щиті ЩЛ-009.

2. У випадку несправності основного перетворювача типу ПСЧ-15 живлення станції здійснюється від резервного перетворювача типу ВПЛ-ЗОМД. Запуск ВПЛ-ЗОМД здійснюється з пульта дистанційного управління (ПДУ), який встановлено в апаратному приміщенні. Для переходу на резервне живлення тумблер „Основний-резервний” (щит ЩЛ-009) переводиться в положення „Резервний”.

6. Увімкнути автомат „Загальний 400 Гц” (щит ЩЛ-009) і перевірити наявність напруги за вольтметром „Мережа 220 В 400 Гц” у всіх положеннях перемикача фаз. Перевірити ізоляцію мережі 220 В (400 Гц) за рівномірним горінням ламп „Контроль ізоляції”.

7. Увімкнути автомат „ШЗ-01” (щит ЩЛ-009). При подачі напруги 220 В (400 Гц) на шафу запуску на щиті ЩЛ-009 повинна з'явитися напруга +27 В від блоку живлення БЖ-103 (знаходиться в шафі ШЗ-01).

8. Увімкнути автомати „Повітреохолодження”. При цьому вмикається охолодження повітря станції. Одночасно вмикається контактор, який подає напругу +27 В в колі управління апаратурою. В результаті появи напруги +27 В спалахують сигнальні лампочки відключених автоматів.

9. Увімкнути послідовно всі автомати шафів (ЩЛ-009). Силова напруга подана на всі блоки апаратури МРЛ-2.

10. Увімкнути індикаторний пристрій БІ-003, БІ-004, БІ-005, для чого перемикачі „Мережа”, які знаходяться на передніх панелях блоків живлення БЖ-11, БЖ-114, БЖ-110, установити в положення „Вкл.”. Перевірити напругу відповідними контрольними приладами.

Примітка. В процесі експлуатації МРЛ-2 ці перемикачі можна весь час залишати в положенні „Вкл.”.

11. Увімкнути МРЛ-2 натисненням кнопки „Вкл.”, яка знаходиться на панелі управління й контролю МРЛ(ПІ-ООІ). При цьому:

- подається команда на блоки управління БВ-029 (ШД-014) і БВ-030 (ШД-015);

- на панелі управління та контролю МРЛ спалахує лампочка „Розж.”, що свідчить про подачу напруги розжарення на блоки станції;

- на панелі управління й контролю МРЛ через 3 хв спалахує лампочка „Анод”, що свідчить про включення першої ступені високої напруги передавача;

- спалахує сигнальна лампочка на блоці БЗ-003, на індикаторах з'являються лінії розгортки;

- регулюються фокусування й яскравість ліній розгорток на екранах індикаторів.

12. Увімкнути вимірювач коефіцієнта шуму БТ-001 натисненням кнопки „Вкл.”, яка знаходиться на передній панелі блоку живлення БЖ-169 (ШК-03). При цьому спалахує лампочка підсвітлення шкали БТ-011.

13. Виміряти коефіцієнт шуму приймача ($F_{ш}=10\lg N$) і, якщо чутливість $P_{вд.min}$, обчислена для даного коефіцієнту шуму за формулою - $142+10\lg N$, не відрізняється більше ніж на 1 ± 2 дБ від чутливості, виміряної за допомогою ГК4-19, то в журнал спостережень записати значення $P_{вд.min}$ за ГК4-19. Після проведення вимірювань $F_{ш}$ прилад ВКШ необхідно вимкнути натисненням кнопки, яка розташована на передній панелі блока живлення БЖ-169 „Викл.”.

14. Підняти високу напругу передавача за допомогою кнопки „Високе більше”. Напругу збільшувати до тих пір, доки струм магнетрону не досягне номінального значення (15-17 мА). Кнопки „Висока напруга” і прилади, які контролюють роботу передавача („Струм магнетрона”, „Висока напруга” і „Потужність”), розташовані на панелі управління й контролю РЛС.

15. Перевірити стабільність роботи приймального пристрою за показаннями вбудованих приладів „Проміжна частота ПЧ”, „Підсилення” і „Чутливість”, які знаходяться на панелі управління й контролю МРЛ-2. Робота приймального пристрою вважається стабільною, якщо стрілки приладів знаходяться в червоному секторі при положенні перемикача

„РРЧ-АПЧ” в положенні „АПЧ”, „РРЧ-АСП” і в положенні „АСП”, а в положенні „РРП” і „РРЧ” їх можна поставити в червоний сектор відповідними органами регулювання. При натисненні кнопки „Контроль калібрування ізолюни” прилад „Чутливість” контролює напругу +200 В, яка подається на лінійку ізолюни та катодних повторювачів. Перевірити показання контролю корекції натисненням кнопки „Контр. Корекції”. Всі перемикачі знаходяться на панелі „Керування і контроль МРЛ”.

16. Зняти показання потужності передавача, записати в журнал спостережень.

17. За виміряними значеннями коефіцієнта шуму та потужності передавача обчислити за табл. 4.1. потенціал станції *Пм* і переконатися, що він більше 47 дБ.

18. Увімкнути привід антени. Увімкнення здійснюється з панелі управління приводом антени при наявності на панелі підсвітлення шкал. Вибір режиму роботи антени (коловий огляд, вертикальне сканування та ін.) робиться за допомогою клавішного перемикача.

19. Перевірити правильність настроювання приймального пристрою. Антена установлюється в таке положення, при якому на екрані БІ-005 спостерігаються відбиті сигнали. Перемикач „РРЧ-АПЧ” на панелі управління й контролю пульта метеоролога ПІ-001 ставиться в положення „РРЧ”. Перемикачем „Частота Б-М” на ПІ-001 установлюється максимальна амплітуда вихідного сигналу на екрані індикатора. При цьому показання приладу „ПЧ” на пультах ПІ-001 повинні бути максимальним. Потім перемикач „РРЧ-АПЧ” ставиться в положення „АПЧ”, при цьому амплітуда сигналу на екрані БІ-005 і показання приладу „ПЧ” не повинні змінюватися. Випробування проводяться на обох режимах роботи передавача: „1 мкс” і „2 мкс”, надалі робота проводиться тільки при положенні тумблера „2 мкс”.

Примітка. У випадку відсутності відбиття від місцевих предметів або хмарності перевірку даного пункту потрібно проводити за приладом „Контроль ПЧ”. Різниці показань за приладом „Контроль ПЧ” в режимах „АПЧ” і „РРЧ” не повинні бути.

20. Перевірити готовність індикаторів до роботи. Для цього необхідно:

- перевірити співпадання початку розгортки з центром;
- перевірити тривалість розгортки (крайня мітка масштабу повинна йти по краю видимої частини екрану індикатора);
- перевірити концентричність масштабних міток дальності (мітки повинні описувати правильні концентричні окружності). Недопустима робота з індикатором, мітки яких виписують еліпси, а тривалість розгортки менше радіуса екрану.

21. Підготувати індикатори до вимірювань. Перед початком спостережень і зніманні масштабів необхідно виставити правильну яскравість розгортки. Для цього необхідно:

- відключити корекцію;
- вивести вліво до упору ручку „Амплітуда відео”;
- виставити ручкою „Яскравість” яскравість променю розгортки так, щоб вона була ледве помітна при логарифмічному режимі роботи приймача;
- установити ручкою „Амплітуда відео” доріжку шумів, яка повинна бути ледве помітною;
- увімкнути корекцію.

22. Вимкнути станцію в такому порядку:

а) вимкнути фотореєстраційну апаратуру, для чого на командних приладах ФАРМ-2А ручки включення інтервалів зйомки поставити в положення „Вимк.”;

б) тумблер В „РРЧ-АПЧ” на панелі управління й контролю станції поставити в положення „РРЧ”;

в) знизити високу напругу до мінімального рівня натисненням кнопки „Високе менше” на панелі управління й контролю станції;

г) вимкнути пристрій ізо-луни (ПІЛ), для чого натиснути на клавішу „Вимк.” перемикача, розташованого на панелі управління ПІЛ пульта метеоролога ПІ-001;

д) відключити електропривід антени, для чого натиснути клавіші „Вимк.” з групи „Режим” і „Вимк.” з групи „Програма”;

ж) відключити блоки індикаторів БІ-005, БІ-004, БІ-003, для чого перемикачі „Мережа вимк.”, які знаходяться на передніх панелях блоків БЖ-110, БЖ-112 і БЖ-114, установити в положення „Вимк.”.

При щоденній експлуатації вимкнення живлення станції можна проводити так:

- відключити автомат В15 „Загальний 400 Гц” на ЩЛ-009;
- відключити (зупинити) кнопкою „Вимк.” На ЩЛ-009 перетворювач ПСЧ-15;
- відключити мережу 50 Гц на ЩЛ-009 автоматом В1 „Загальний 50 Гц”. Всі інші автомати залишають увімкненими.

23. Одержати якісну картину горизонтального розподілу радіолуни та вимірювання максимальних кутів підвищення антени ε , - в кожному осередку простору 30x30 км або 15x15 км. В Гідрометцентрі одержати відомості про висоту нульової ізотерми.

24. На екран ІКО установити шаблон з координатною сіткою без орнаменту.

25. Установити масштаб розгортки 300 км.

26. Відключити корекцію на відстань.

27. Увімкнути режим обертання антени.

28. Установити кути підвищення антени від $0-3^\circ$, при яких на ІКО спостерігається найбільша площа радіолуни.

29. Задати такий кут підвищення антени, при якому за шкалою управління антенною на ІКО, починаючи з 30 км, пропадає радіолуна.

30. При послідовному зменшенні кута підвищення антени на 1° в кожному осередку шаблона, де з'являється відбитий сигнал, фіксується кут ε_i (рис. 4.2).

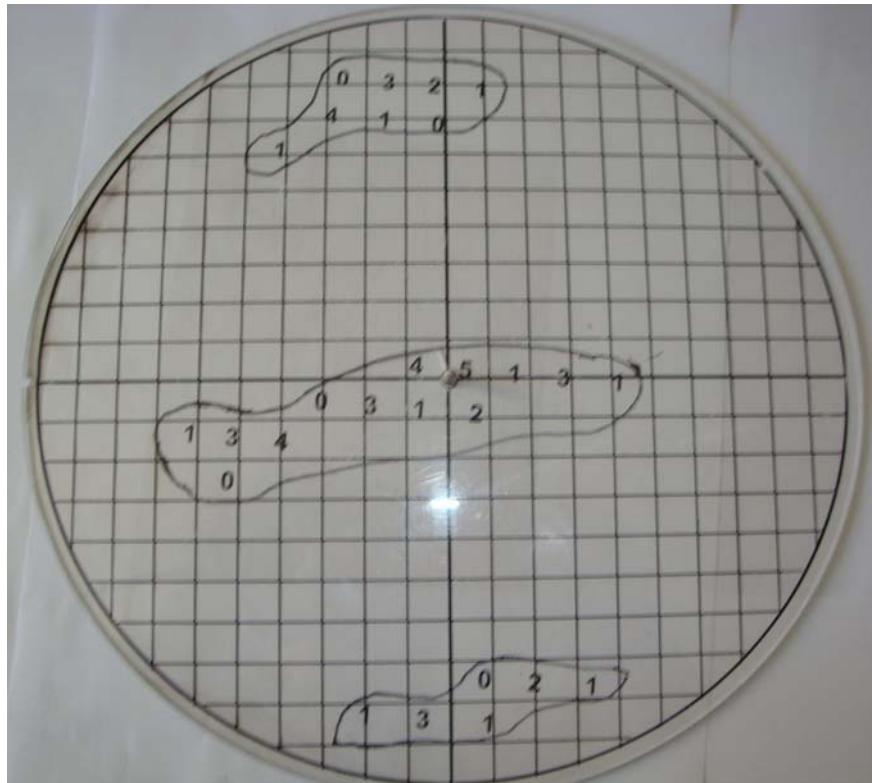


Рисунок 4.2 - Приклад запису кутів підвищення антени ε на прозорому табло із координатною сіткою

31. По табл. 4.1 визначити максимальні висоти. Інформацію перенести на бланк форми № 1 (рис. 4.3).

32. Виміряти відбиваність за індикатором дальність-висота (ІДВ) для максимального азимуту, для чого увімкнути вертикальне сканування антени від -1 до $+105^\circ$ і з використанням шаблона (рис. 4.4).

Для ІДВ виміряти відбиваність в кожному осередку контуру ізолюни нижче нульової ізотерми. Інформацію перенести на бланк форми № 2 (рис. 4.5).

Таблиця 4.1 - Залежність висоти радіолуни H від відстані до центра осередку r_i і кута підвищення антени ε

ε ($^{\circ}$)	r_i , км											
	30	45	60	75	90	105	135	165	195	225	255	285
0	<<1	<<1	<<1	<<1	<1	<1	1	2	2	3	4	5
0.2	<<1	<<1	<1	<1	<1	1	1.5	2	3	4	5	6
0.5	<1	<1	<1	1	1	2	2	3	4	5	6	7
1.0	<1	<1	1	2	2	2.5	3	4.5	6	7	8	10
1.5	<1	1	2	2.5	3	3.5	5	6	8	9	11	13
2.0	1	2	3	3	4	4.5	6	8	9	11	13	15
2.5	1	2	3	4	5	5	7	9	11	13	15	18
3.0	2	2.5	3	4	5	6	8	10.5	13	15	18	
4.0	2	3	4	6	7	8	10.5	13	16	19		
5.0	3	4	5	7	8	10	13	16	19			
6.0	3	5	6.5	8	10	12	15					
7.0	4	6	7.5	9	11	13	17.5					
8.0	4	6	9	11	13	15						
9.0	5	7	10	12	15	17						
10.0	5	8	11	13	16							
11.0	6	9	12	14	18							
12.0	6	9	13	15								
13.0	7	10	14	16								
14.0	7	11	15									
15.0	8	12	16									
16.0	8	12	17									
17.0	9	13	18									
18.0	9	14										
19.0	10	15										
20.0	10	15										
21.0	11	16										
22.0	11	17										
23.0	12	18										

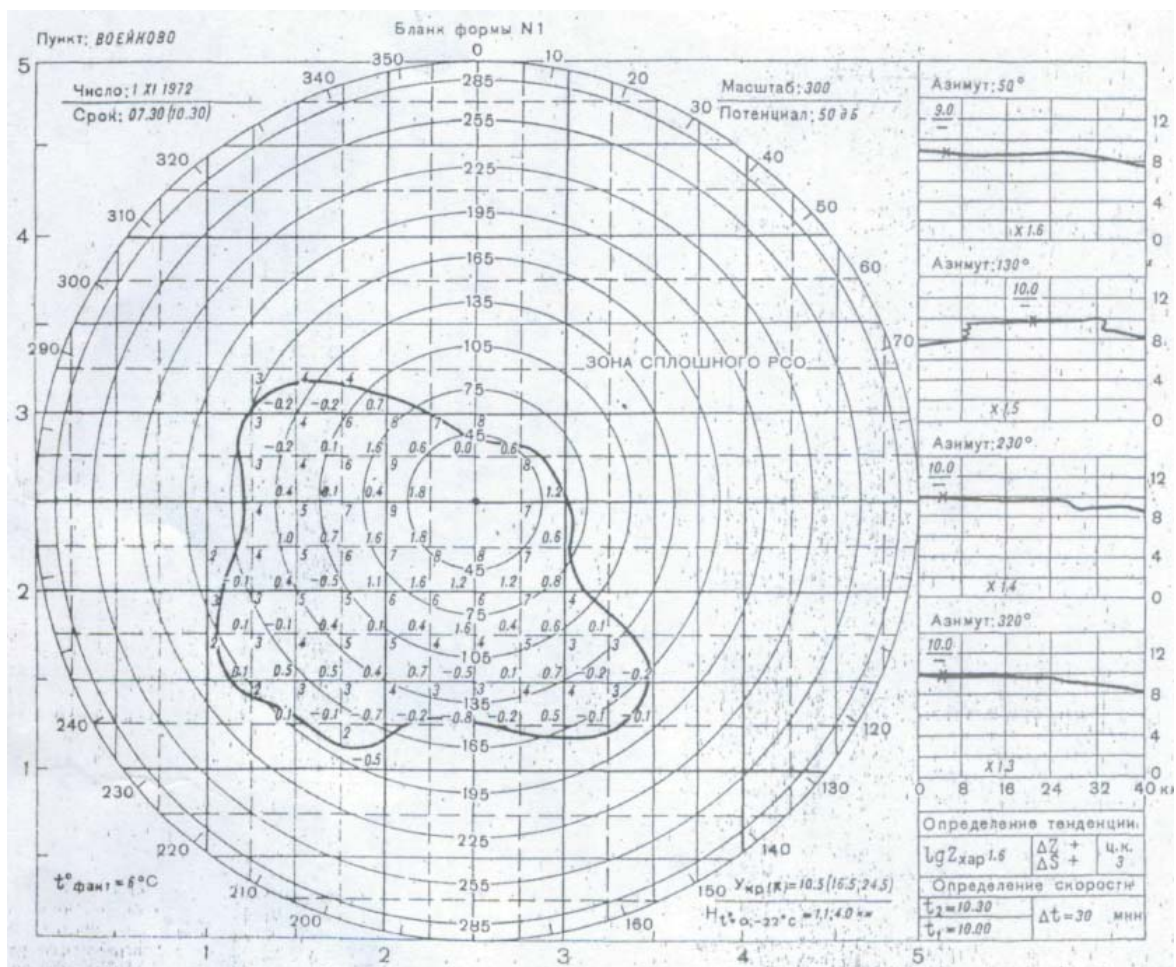


Рисунок 4.3 - Зразок бланка форми № 1

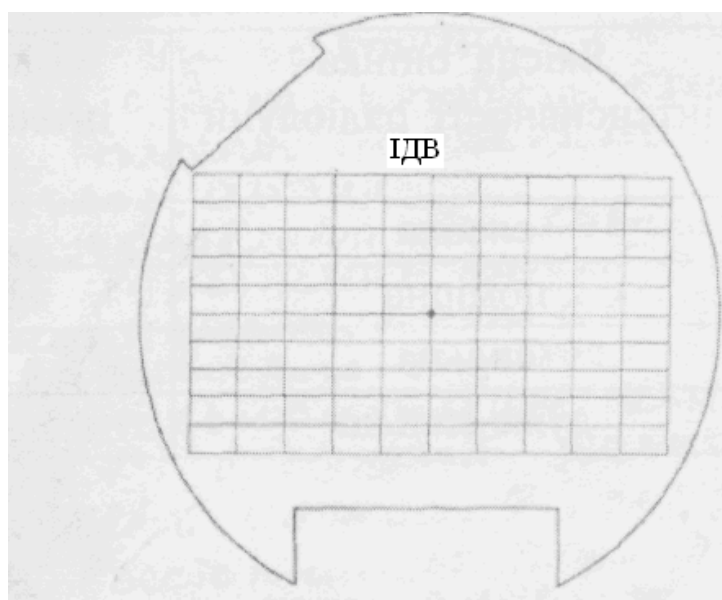


Рисунок 4.4 - Шаблон для знімання значень P_{np}/P_0 на ІДВ

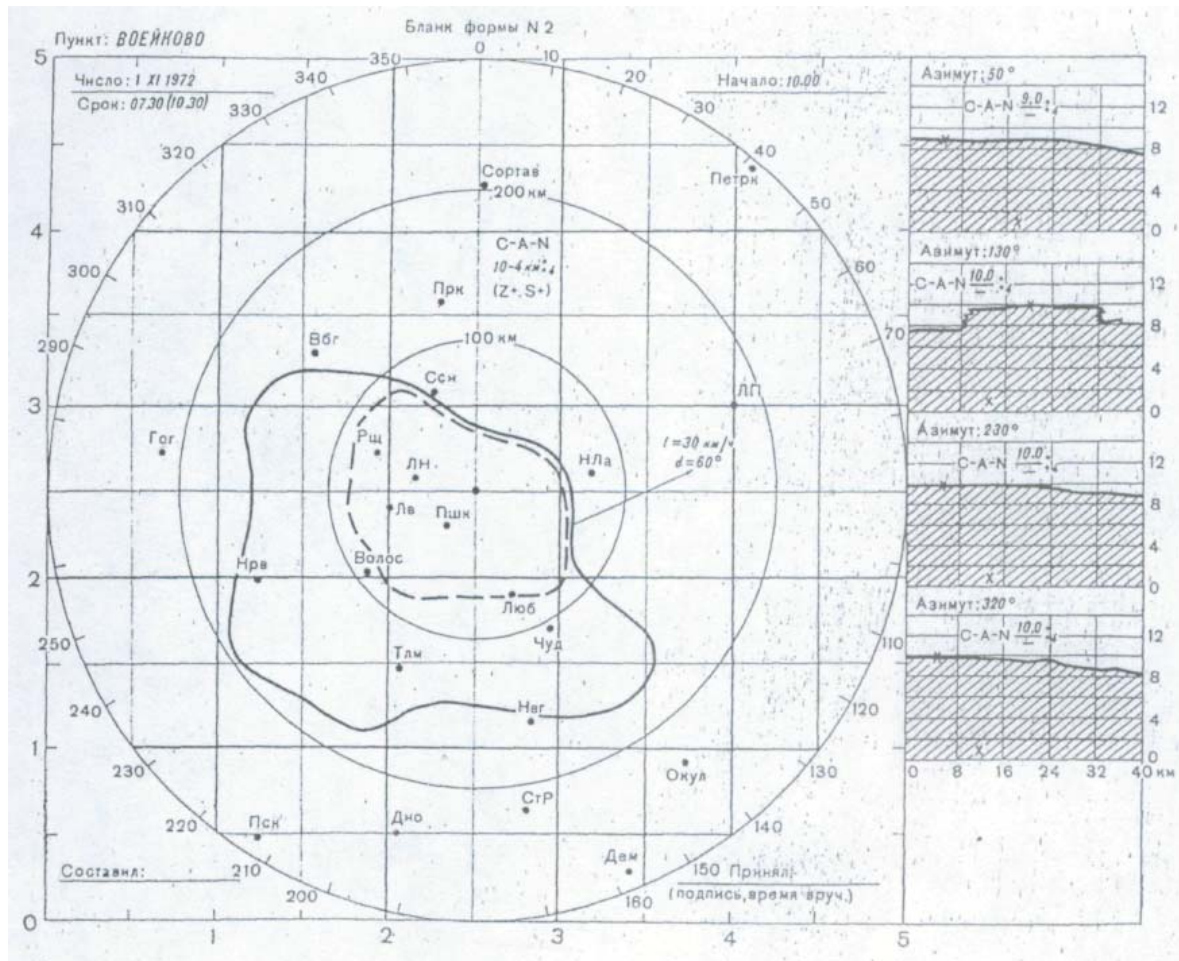


Рисунок 4.5 - Зразок бланк форми № 2

33. Визначити максимальну інтенсивність рідких опадів за радіолокаційною відбиваністю з використанням табл. 4.2.

Таблиця 4.2 - Оцінка максимальної інтенсивності рідких опадів за $\lg Z$

$\lg Z, \text{мм}^6/\text{м}^3$	Якісна оцінка інтенсивності радіолуни	Максимальна інтенсивність опадів мм/год
0,1-1,1	слабка	0,5-2,9
1,2-2,7	помірна	3,0-25,0
2,8-3,9	сильна	25,1-140
>3,9	дуже сильна	>140

34. За радіолокаційними даними за допомогою співвідношення $Z=220 I^{1.6}$ розрахувати інтенсивність опадів і оцінити їх миттєве максимальне значення та порівняти з експериментальним результатом.

Порядок обробки результатів

1. Зарисувати з шаблону ІКО первинний контур радіолуни хмар і опадів в масштабі 150 км або 300 км на бланку форми № 1 (рис. 4.6).

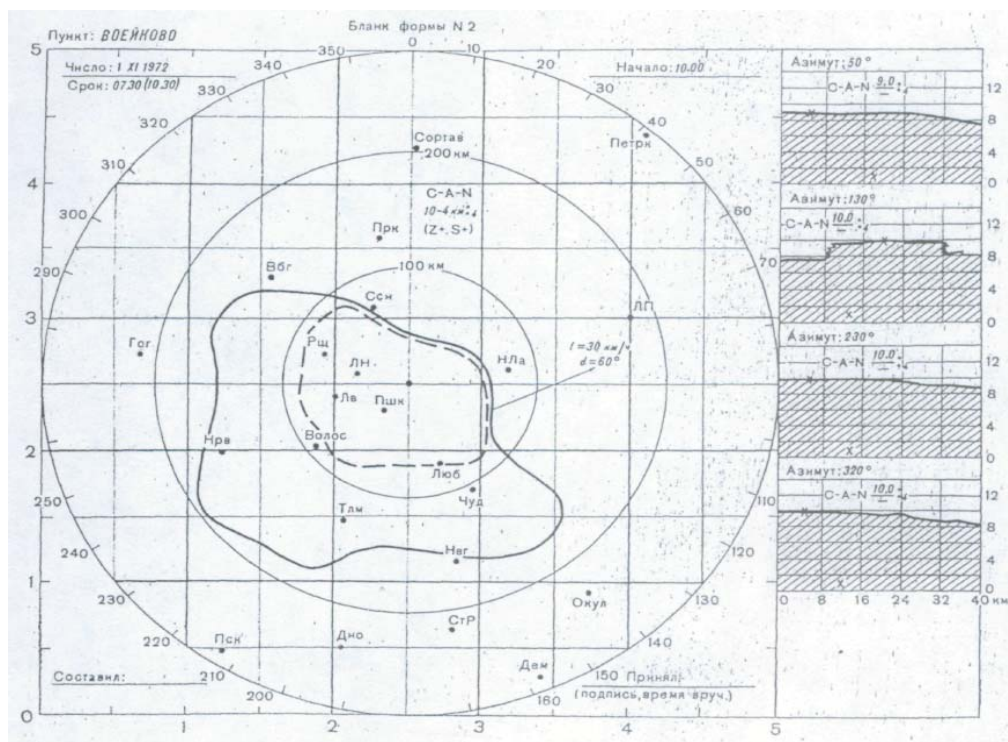
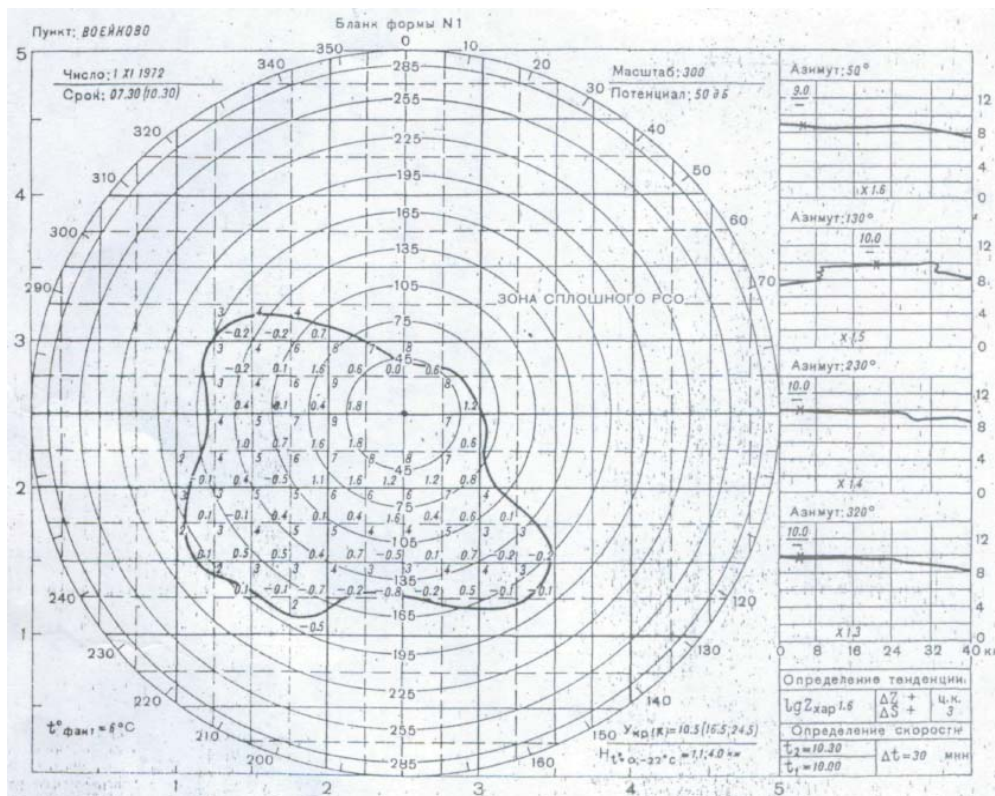


Рисунок 4.6 - Зразок заповнення бланків форми №1

2. За виміряними вертикальними кутами визначити висоту радіолуни в кожному осередку простору 30х30 км або 15х15км і перенести на бланк форми №1.

3. Визначити значення радіолокаційної відбиваності в кожному осередку простору 30х30 км або 15х15км і перенести на бланк форми №1.

4. В просторі від висоти нульової ізотерми до поверхні Землі визначити радіолокаційні відбиваності і перенести на бланк форми №2.

5. За значеннями радіолокаційної відбиваності визначити миттєву максимальну інтенсивність опадів.

6. За виміряними вертикальними кутам визначити висоту радіолуни в кожному осередку простору 30х30 км або 15х15км і перенести на бланк форми №1.

7. Визначити значення радіолокаційної відбиваності в кожному осередку простору 30х30 км або 15х15км і перенести на бланк форми №1.

8. В просторі від висоти нульової ізотерми до поверхні Землі визначити радіолокаційні відбиваності і перенести на бланк форми №2.

9. За значеннями радіолокаційної відбиваності визначити миттєву максимальну інтенсивність опадів.

Порядок оформлення звіту та його представлення і захист

Результати проведеної лабораторної роботи оформлюються протоколом. Він повинен містити такі дані: *1*

- 1) тема лабораторної роботи;
- 2) мета лабораторної роботи;
- 3) короткі теоретичні відомості;
- 4) порядок проведення лабораторної роботи;
- 5) порядок обробки результатів досліджень;
- 6) висновки.

Перелік використаної літератури

1. Белов Н.П. Метеорологические радиолокационные станции.- Л.:Гидрометеиздат, 1976. - 367 с.

2. Лавриненко Ю.В. Збірник методичних вказівок для виконання лабораторних робіт з дисципліни “Методи гідрометеорологічних вимірювань”, Одеса, 2013.- 94 с.