

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання навчальних чергувань з дисципліни

**«ФІЗИКА АТМОСФЕРИ З ЧЕРГУВАННЯМИ»**

**Спеціальність 103 «Науки про Землю»**

Рівень вищої освіти – бакалавр

**«Затверджено»**

на засіданні групи забезпечення  
спеціальності  
протокол № 13 ід « 19 » червня 2023 р.

Голова  Шакірзанова Ж.Р.

**«Затверджено»**

на засіданні кафедри метеорології та  
кліматології  
протокол № 10 від «26» травня 2023 р.

Зав. кафедрою  Прокоф'єв О.М.

Одеса 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

## МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання навчальних чергувань з дисципліни  
«Фізика атмосфери з чергуваннями»  
для студентів денної і заочної форм навчання  
спеціальності 103 «Науки про Землю»

Одеса 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання навчальних чергувань з дисципліни  
«Фізика атмосфери з чергуваннями»  
для студентів денної і заочної форм навчання  
спеціальності 103 «Науки про Землю»

Затверджено  
на засіданні групи  
забезпечення спеціальності  
Протокол № 13  
від « 19 » червня 2023 р.

Одеса 2023

Методичні вказівки до виконання навчальних чергувань з дисципліни «Фізика атмосфери з чергуваннями» для студентів II року денної і заочної форм навчання за спеціальністю 103 «Науки про Землю», рівень вищої освіти бакалавр / Прокоф'єв О.М., канд. геогр. наук, доц., Недострелова Л.В., канд. геогр. наук, доц., Одеса, ОДЕКУ, 2023, стор. 120.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
Чергування 1 .....	7
Чергування 2.....	21
Чергування 3.....	41
Чергування 4.....	52
Чергування 5.....	60
Чергування 6.....	76
Чергування 7.....	97
Чергування 8.....	114
ЛІТЕРАТУРА.....	120

## ВСТУП

Дисципліна «Фізика атмосфери з чергуваннями» належить до системи природничо-наукових і є обов'язковою в освітньо-професійній підготовці студентів спеціальності 103 «Науки про Землю» рівня вищою освіти бакалавр.

Мета дисципліни – формування у бакалаврів бази фундаментальних знань про атмосферу та її взаємодію з підстильною поверхнею, метеорологічний моніторинг на метеорологічних станціях, накопичення та опрацювання інформації для діагнозу і прогнозу стану атмосфери, формування уявлення про навколишнє середовище, в якому існує людина, поняття про фізичні процеси, що протікають в атмосфері та безпосередньо впливають на життя і здоров'я людини, стають чинниками небезпечних і стихійних явищ.

Навчальні чергування з дисципліни «Фізика атмосфери з чергуваннями» проводиться з метою ознайомлення студентів II курсу з метеорологічними спостереженнями, основними приладами, що використовуються для вимірювання метеорологічних величин і первинною обробкою цих спостережень.

Мета чергувань – на основі аналізу самостійно виконаних метеорологічних спостережень закріпити отримані теоретичні знання про атмосферні процеси.

Задачі чергувань – отримати навички практичної роботи спостерігача на метеорологічній станції, ознайомитися з роботою метеоролога. Під час проходження чергувань студент повинен засвоїти основні правила проведення метеорологічних спостережень та обробляти отримані дані.

У результаті проходження чергувань студенти повинні:

*знати:*

- правила метеорологічних спостережень,
- строки та обсяг метеорологічних спостережень,
- одиниці та точність вимірювання величин,
- форми хмар міжнародної класифікації,
- правила кодування метеорологічної інформації;

*вміти:*

- використовувати основні прилади при метеорологічних спостереженнях,
- обробляти та аналізувати результати спостережень,
- використовувати психрометричні таблиці для визначення гігрометричних характеристик повітря,
- кодувати метеорологічну інформацію за допомогою коду КН-01.

## ЧЕРГУВАННЯ № 1

Тема чергування: Метеорологічний майданчик. Будова і розміщення приладів. Терміни та порядок спостережень. Книжка КМ-1. Метеорологічна величина: вітер. Спостереження вітру за допомогою флюгеру. Запис у КМ-1. Метеорологічна величина видимість. Спостереження на станції метеорологічної дальності видимості візуальним методом. Запис у КМ-1.

### Мета чергування

Мета чергування: Ознайомитися з метеорологічним майданчиком, приладами для спостережень, термінами та порядком спостережень. Навчитися спостерігати за метеорологічними величинами «вітер», «видимість» та «хмарність» візуальним методом та записувати результати спостережень у книжку КМ-1.

### Завдання на підготовку до чергування

- вивчити лекційний матеріал;
- переглянути літературу за темою чергувань, яка надається в кінці посібника. Студент повинен

знати:

- Будова і розміщення метеорологічного майданчика та приладів на ньому;

- терміни та порядок спостережень за метеорологічними величинами;
- визначення метеорологічних величин «вітер», «видимість», «хмарність», спостереження за ними, обробку і запис результатів спостережень за цими величинами. Студент повинен

вміти:

- проводити спостереження за метеорологічними величинами «вітер», «видимість» та «хмарність»;

- результати спостережень за вітром, видимістю та хмарністю обробляти та записувати у книжку КМ-1.

## **ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ**

### **Метеорологічний майданчик**

Метеорологічний майданчик служить для установки приладів і устаткування, необхідних при проведенні метеорологічних спостережень в приземному шарі атмосфери.

Метеорологічний майданчик вибирається на ділянці, характерній (типовій) для навколишньої місцевості, що не відрізняється від навколишньої території якими-небудь особливостями теплообміну і вологообміну підстильної поверхні з атмосферою. Характерність метеорологічного майданчика забезпечується тим, що він розташовується на типових формах рельєфу, що спостерігаються в районі, і віддалений від джерел вологи на відстань не меншу за 100 м від поверхні води при максимальному рівні води у водоймищі. Метеорологічний майданчик повинен бути віддалений від невисоких окремих перешкод на відстань не меншу 10-кратної висоти цих перешкод. Від значних за протяжністю перешкод майданчик повинен бути віддалений на відстань не меншу 20-кратної висоти цих перешкод. Не можна розміщувати метеорологічний майданчик поблизу глибоких ярів, урвищ та інших різких зламів рельєфу.

Література (1, с. 3).

### **Будова метеорологічного майданчика**

Метеорологічний майданчик станції повинен мати форму квадрата (із стороною 26 м), одна сторона якого орієнтована в напрямку північ – південь. Метеорологічні прилади і устаткування на майданчику повинні бути розміщені відповідно до плану (рис. 1). Щогли з анеморумбометром і флюгерами, а також ожеледний верстат встановлюються в північній частині майданчику: психрометрична будка і будка для самописців, а також опадомір і плювіограф розміщуються в середині майданчика; південна частина майданчика відводиться для спостережень за температурою ґрунту. Для проведення актинометричних і теплобалансових спостережень майданчик додатково збільшується на південь, причому актинометричні і градієнтні установки розташовуються на північ від ґрунтових установок. Установки для інших видів спостережень (забруднення атмосфери і ін.) можуть розташовуватися на захід і схід від майданчика.

Для збереження поверхні метеорологічного майданчика в природному стані на майданчику прокладаються спеціальні доріжки, які повинні забезпечувати підхід до психрометричних будок і будки для самописців, а також до ґрунтових термометрів з північної сторони, до геліографа – з



півдня. Ширина доріжок повинна бути не меншою ніж 0,4 м. Рекомендується покривати доріжки утрамбованим піском або дрібним щебенем. Забороняються асфальтові і бетонні покриття доріжок. На станціях, де в доріжках немає практичної необхідності (кам'янистий ґрунт, піски, тощо) або наявність доріжок приведе до незворотних порушень підстильної поверхні (у зоні багаторічномерзлих ґрунтів), для підходу до приладів дозволяється користуватися стежинами або дерев'яним настилом.

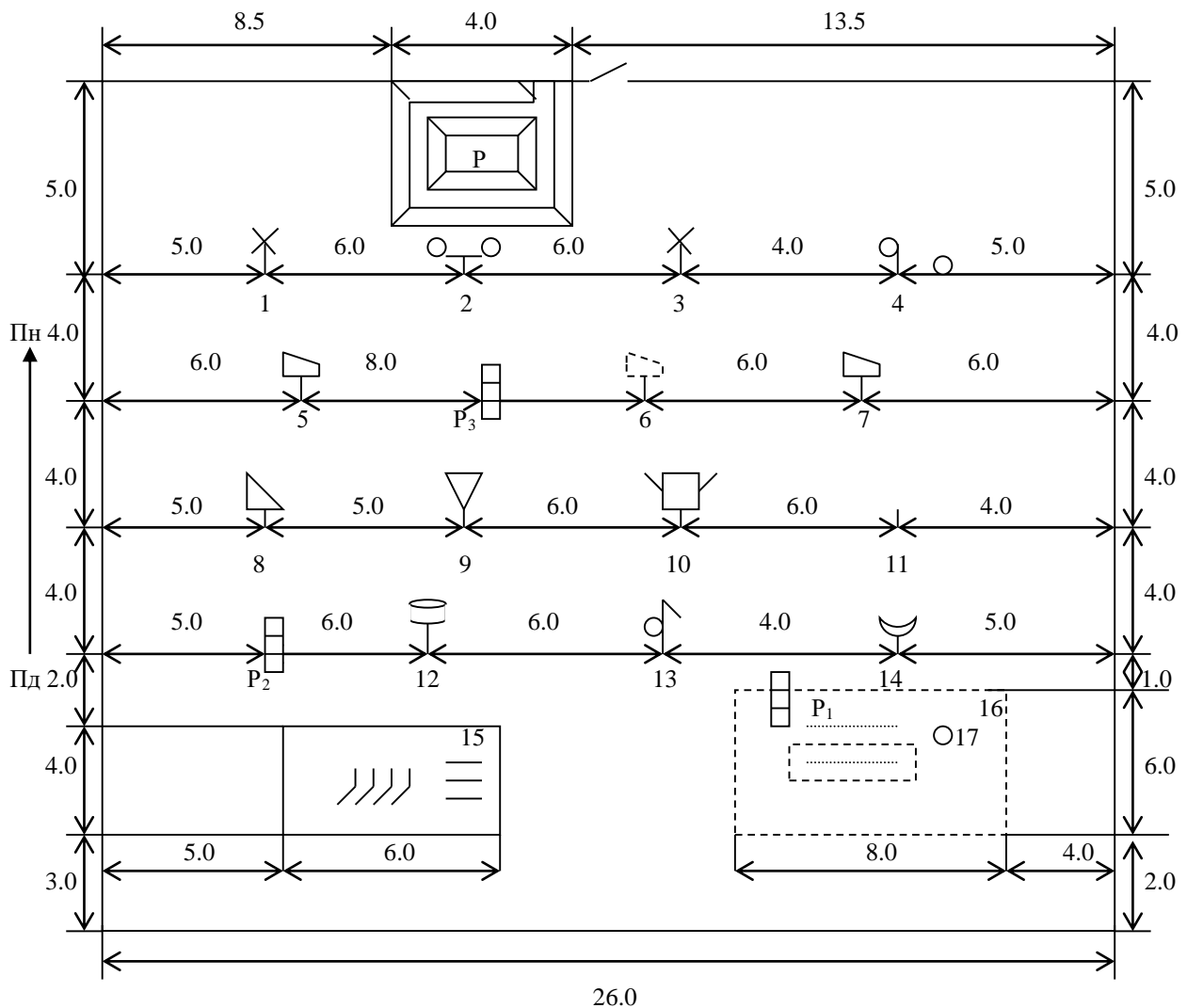


Рисунок 1 – План розміщення устаткування і приладів на стандартному метеорологічному майданчику.

1 – флюгер з легкою дошкою; 2 – анеморумбометр або анеморумбограф; 3 – флюгер з важкою дошкою; 4 – ожеледний верстат; 5 – будка психрометрична; 6 – будка психрометрична (запасна); 7 – будка для самописів; 8 – прилад для вимірювання видимості; 9 – опадомір; 10 - пльовіограф; 11 – запасний стовп для опадоміра; 12 – геліограф; 13 - льодоскоп; 14 – росограф; 15 – оголена ділянка для установки

надгрунтових і колінчастих термометрів; 16 – ділянка з природним покривом для витяжних ґрунтово-глибинних термометрів або для установки М-54-1; 17 – мерзлотомір; Р1, Р2, Р3 – снігомірні рейки; Р - репер.

Метеорологічний майданчик повинен бути огорожений для збереження природної поверхні майданчика, а також для збереження встановленого на ньому устаткування. Огорожа повинна забезпечувати хорошу природну вентиляцію будь-якого місця на майданчику, а взимку не сприяти утворенню заметів. Рекомендується стандартна огорожа з дротяної сітки з чарунками розміром 10x10 см, натягнутої на металевих трубах або залізобетонних, або дерев'яних стовпах заввишки 1,2-1,5 м над поверхнею землі.

Забороняється застосовувати суцільні або щільні огорожі (з широких дошок, навіть встановлених з пружками, земляний вал, насадження кущів навколо майданчика, тощо), перешкоджаючи вільному обміну повітря і сприяючи накопиченню снігу на метеорологічному майданчику.

Хвіртка для проходу на метеорологічний майданчик встановлюється з північної сторони огорожі; допускається установка з східної або західної сторони. Хвіртка повинна закриватися.

Метеорологічний майданчик повинен бути обладнаний стаціонарним освітленням від мережі або інших джерел енергії з напругою 36 В постійного або змінного струму. За відсутності постійного електричного освітлення необхідно користуватися надійним переносним електричним ліхтарем.

Література (1, с. 3, 218).

## **Терміни і порядок спостережень**

На всіх основних метеорологічних станціях спостереження проводяться в єдині синхронні терміни спостережень: 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, і 21 год. всесвітнього часу.

Під терміном спостережень розуміється інтервал часу тривалістю 10 хв., що закінчується точно у вказану годину. Так, під терміном 6 год. розуміється інтервал часу від 5 год. 50 хв. до 6 год. 00 хв.

Типовий порядок проведення спостережень на станції за повною програмою наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Типовий порядок проведення спостережень

Час		Метеорологічна характеристика	Виконувана робота
год.	хв.		
1	2	3	4
23, 2, 5, 8, 11, 14, 17, 20	20		Обхід метеорологічного майданчика. Перевірка справності приладів і установок. Підготовка приладів до вимірювань. Включення анеморумбометра М-63 М1
23, 2, 5, 8, 11, 14, 17, 20	40	Температура ґрунту	Відліки за термометрами на поверхні ґрунту, за колінчастими термометрами Савінова і витяжним ґрунтово-глибинним
Перед терміном, найближчим до 8 год всесвітнього часу	42	Стан підстилаючої поверхні  Сніговий покрив	Візуальна оцінка стану підстильної поверхні (ґрунти або сніги)  Оцінка ступеня покриття околиці снігом, характеру залягання сніжного покриву, вимірювання висоти снігу за постійними рейками
23, 2, 5, 8, 11, 14, 17, 20	45	Хмарність	Визначення кількості і форм хмар
23, 2, 5, 8, 11, 14, 17, 20	46	Метеорологічна дальність видимості	Вимірювання за приладом М-53 (М-71) або визначення МДВ за об'єктами

23, 2, 5, 8, 11, 14, 17, 20	48	Температура і вологість повітря. Опади	Відмітка часу на діаграмних бланках термографа, гігрографа і плювіографа
23, 2, 5, 8, 11, 14, 17, 20	50	Температура і вологість повітря	Відліки за термометрами і гігromетрами в захисній жалюзійній будці
Перед терміном, найближчим до 8 і 20 год. всесвітнього часу	52  53	Опади	Зміна судин опадоміра  Повернення з метеорологічного майданчика в службове приміщення. Включення ВВХ
23, 2, 5, 8, 11, 14, 17, 20	54	Хмарність	Вимірювання висоти нижньої межі хмар за допомогою ВВХ
23, 2, 5, 8, 11, 14, 17, 20	55	Вітер	Вимірювання характеристик вітру за анеморумбометром
23, 2, 5, 8, 11, 14, 17, 20	57	Опади. Температура і вологість повітря	Вимірювання кількості опадів. Введення поправок до термометрів і обчислення характеристик вологості
23, 2, 5, 8, 11, 14, 17, 20	58	Атмосферний тиск	Відлік за барометром; визначення характеристики барометричної тенденції за барографом; обробка результатів спостережень

23, 2, 5, 8, 11, 14, 17, 20	59	Характеристика стану погоди	Визначення характеристики стану погоди в строк і між термінами
23, 2, 5, 8, 11, 14, 17, 20	00		Складання синоптичної телеграми і передача її каналами зв'язку

Примітка:

1. У графі «Час» вказаний момент (години і хвилини), коли слід починати спостереження (вимірювання) вказаної метеорологічної характеристики.

2. Запис результатів спостережень проводиться безпосередньо під час спостереження.

Література (1, с. 10-16).

### **Вимірювання характеристик вітру**

При спостереженнях на метеорологічних станціях під вітром розуміють тільки горизонтальну складову вектора швидкості вітру, а при визначенні середніх значень усереднюють окремо швидкість і напрям.

Дана методика регламентує визначення наступних характеристик вітру:

- середньої швидкості вітру (м/с);
- середнього напрямку вітру (кутовий градус, румб) (табл. 2);
- максимальної швидкості вітру в термін (швидкість вітру при поривах, м/с);
- максимальної швидкості вітру між термінами спостережень (максимальний порив за 3 год., м/с).

Вимірювання швидкості і напрямку вітру проводиться за комплектом флюгерів: флюгер з легкою дошкою для вимірювання швидкості вітру від 0 до 10 м/с, флюгер з важкою дошкою – від 10 до 40 м/с. Флюгер повинен бути встановлений на метеорологічному майданчику на висоті 10-12 м від поверхні землі. Правильність показань флюгера забезпечується тільки за умови точної установки приладу і повної його справності. Тому необхідно 1-го числа кожного місяця, а також кожного разу після вітру зі швидкістю більшою за 20 м/с, ожеледі, пилової бурі, тощо оглядати флюгер і перевіряти, чи не зрушені дошка або флюгарка, чи немає збільшеного тертя при повороті рухомої частини або при відхиленні дошки флюгера, перевірити міцність установки щогли, силу натягнення відтяжок, вертикальність установки і орієнтування флюгера.

Таблиця 2 – Назви і позначення румбів, їх значення в градусах і відповідні їм цифри коду КН-01

Назва	Позначення		Градуси		Цифри коду
	українське	міжнародне	від	до	
Штиль	–	–	–	–	00
Північно-північний-схід	ПнПнС	NNE	12	33	02
Північний схід	ПнС	NE	34	56	05
Східно-північний-схід	СПнС	ENE	57	78	07
Схід	С	E	79	101	09
Східно-південний-схід	СПдС	ESE	102	123	11
Південний схід	ПдС	SE	124	146	14
Південно-південний-схід	ПдПдС	SSE	147	168	16
Південь	Пд	S	169	191	18
Південно-південний-захід	ПдПдЗ	SSW	192	213	20
Західно-південний-захід	ЗПдЗ	WSW	137	258	25
Захід	З	W	259	281	27
Західно-північний-захід	ЗПнЗ	WNW	282	303	29
Північний захід	ПнЗ	NW	304	326	32
Північно-північний-захід	ПнПнЗ	NNW	327	348	34
Північ	Пн	N	349	11	36
Змінне	–	–	–	–	99

При спостереженні по флюгеру визначають:  
– середній напрямок вітру;

- середню швидкість вітру;
- максимальну швидкість вітру (пориви) в термін спостереження.

Щоб визначити напрямок вітру, спостерігач підходить до щогли, стає під покажчиком напрямку і, спостерігаючи за його коливаннями протягом 2 хв., окомірно визначає румб, що є середнім положенням для цих коливань. Відлік напрямку здійснюється за 16 румбами (по 8 штифтах і 8 проміжках між ними). Якщо в часі спостережень (за 2 хв.) напрямок змінювався кілька разів більш ніж на один румб і середній напрямок встановити не можна, то він вважається змінним. У таблиці 2 перераховані назви румбів і відповідні їм значення напрямку в градусах.

Якщо при коливаннях противага-покажчик флюгарки в середньому положенні здається із землі такою, що торкається одного з штифтів, то відмічається напрямок вітру, який указує цей штифт. Якщо в середньому положенні покажчик не торкатиметься штифтів, то відмічається тризначний румб напрямку вітру.

Для відліку швидкості вітру спостерігач повинен відійти від стовпа в напрямку, перпендикулярному до положення флюгарки, і, спостерігаючи коливання дошки на протязі 2 хв., відмітити номер штифта або номери штифтів дуги, біля якого або між якими спостерігалось середнє положення дошки за ці 2 хв. Одночасно відмічається і найбільше відхилення дошки за ці ж хвилини. Номери штифтів рахуються з низу до верху від 0 до 7. Штифт 0 співпадає з площиною дошки при її прямовисному положенні (при штилі); короткі штифти мають непарні номери, довгі – парні.

Швидкість вітру оцінюється залежно від положення дошки флюгера (табл. 3). Значення максимальної швидкості вітру в строк спостереження (порив) відраховується не по самому крайньому положенню, якого дошка досягає внаслідок розгойдування, а по тому найвищому положенню, на якому дошка утримується хоча б протягом 2 с і більш.

Спостереження за флюгером з легкою дошкою проводиться до швидкості 10 м/с включно. При більшій швидкості вітру спостереження слід проводити за флюгером з важкою дошкою.

У разі проведення спостережень за флюгером у книжці КМ-1 записується напрям вітру і середня швидкість, тип флюгера, за яким велися спостереження (л – з легкою дошкою, в – з важкою дошкою), номер штифта і швидкість вітру в метрах за секунду. В рядку «Макс. порив» відмічається максимальне положення (номер штифта і швидкість в метрах за секунду), яке займала дошка флюгера під час спостережень.

Таблиця 3 – Швидкість вітру за флюгером

Гойдання дошки флюгера	Швидкість вітру (м/с) для флюгерів		Гойдання дошки флюгера	Швидкість вітру (м/с) для флюгерів	
	з легкою дошкою	з важкою дошкою		з легкою дошкою	з важкою дошкою
Біля штифта 0	0	0	Біля штифта 4	8	16
Між штифтами 0 і 1	1	2	Між штифтами 4 і 5	9	18
Біля штифта 1	2	4	Біля штифта 5	10	20
Між штифтами 1 і 2	3	6	Між штифтами 5 і 6	12	24
Біля штифта 2	4	8	Біля штифта 6	14	28
Між штифтами 2 і 3	5	10	Між штифтами 6 і 7	17	34
Біля штифта 3	6	12	Біля штифта 7	20	40
Між штифтами 3 і 4	7	14	Вище за штифт 7	>20	>40

Приклад. Спостереження проводяться за флюгером з легкою дошкою. Коливання дошки відбувалися між першим і другим штифтами. Найбільші відхилення дошки до третього штифта. Напрямок вітру південно-західний. Запис в книжці матиме вигляд:

Напрямок	Швидкість	ПдЗ	л1 – 2/3
Макс. порив		3/6	

Література [1, с. 24].

### Видимість

Метеорологічна дальність видимості – МДВ ( $S_m$ ) є однією з характеристик прозорості атмосфери, під якою розуміється здатність шару атмосфери пропускати видиме випромінювання (світло).

Під метеорологічною дальністю видимості розуміється найбільша відстань, при якій контраст яскравості чорної поверхні на фоні максимального атмосферного серпанку або туману досягає порогового значення, що може сприйняти око.



Візуальні методи дозволяють одержати оцінку МДВ у світлий час доби за об'єктами спостережень – орієнтирами видимості, в темний час доби – за вогнями або за інтенсивністю атмосферних явищ. Візуальні спостереження за метеорологічною дальністю видимості за об'єктами повинні виконуватися в світлий час доби – від сходу до заходу сонця. У присмерки (після заходу сонця) і в темний час доби ці спостереження не дозволяють одержувати надійні дані, навіть якщо освітлення і здається нормальним.

Спостерігач, вийшовши на місце спостереження, повинен послідовно проглянути всі вибрані орієнтири, починаючи з найближчого, і визначити, які з них видимі, а які невидимі. Видимим об'єктом вважається такий, який розрізняється на фоні неба або повітряного серпанку хоча б у вигляді невизначеного контура. Невидимим об'єктом вважається такий, який повністю зливається з фоном неба, і спостерігач не може навіть приблизно визначити напрямок, в якому знаходиться цей об'єкт.

При оцінці МДВ визначається бал видимості, тобто інтервал, в якому знаходиться значення МДВ. Шкала балів МДВ наведена в таблиці 4.

Таблиця 4 – Шкала балів метеорологічної дальності видимості

Бал	Відстань до об'єкту при умові		Цифри коду КН-01
	видно	не видно	
0	0	50м	90
1	50м	200м	91
2	200м	500м	92
3	500м	1км	93
4	1км	2км	94
5	2км	4км	95
6	4км	10км	96
7	10км	20км	97
8	20км	50км	98
9	50 км або більше	---	99

Повний комплект орієнтирів видимості повинен складатися з дев'яти темних об'єктів. Це дозволяє проводити спостереження у всьому діапазоні

значень МДВ (від 50 м до 50 км) в градаціях, відповідних цифрам коду від 90 до 99.

У задачу спостерігача входить визначення найбільш віддаленого з видимих об'єктів і запис його скороченого умовного позначення в першу клітку верхнього рядка книжки КМ-1 і балу видимості в першу клітку нижнього рядка.

Визначення всіх градацій МДВ можливе і за неповним комплектом, що складається, наприклад з чотирьох або п'яти об'єктів, при використуванні відомостей про густину повітряного серпанку, що покриває об'єкт (табл. 5).

Шкала оцінки густини повітряного серпанку приведена в таблиці 6.

Спостерігач повинен запам'ятати і добре уявляти собі всі п'ять ступенів густини повітряного серпанку на об'єктах. Вийшовши на майданчик, він повинен оглянути наявні об'єкти, вибрати найдавший з тих, які можна розрізнити, і оцінити ступінь густини повітряного серпанку.

Таблиця 5 – Таблиця визначення метеорологічної дальності видимості в денний час

Скорочене позначення об'єкту	Відстань до об'єкту	Умови видимості об'єкту	Мет. видимість		
			бали	види мість, км	цифра коду
1	2	3	4	5	6
Їдальня	50м	не видно	0	<0,05	90
	50м	видно 2, 3, 4 ступінь	1	0,05	91
Гуртожиток	200м	не видно	2	>0,3	92
	200м	видно, покрито серпанком 3 – 4 ступеня			
Будинок з червоним дахом	500м	не видно	3	>0,8	93
	500м	видно, покрито серпанком 3 – 4 ступеня			
14 – поверховий будинок	1000м	не видно	4	>1,5	94
	1000м	видно, покритий серпанком 3 – 4 ступеня			

16 – поверховий будинок	1500м	не видно			
	1500м	видно, покритий серпанком 3 – 4 ступеня	5	>2,5	95
	1500м	видно, покритий серпанком 2 ступеня	6	>3,8	95
	1500м	видно, покрито серпанком 1 ступеня	7	>7,5	97
	1500м	видно, серпанку немає	≥8	>15	98

Якщо значення МДВ опиняється в тому інтервалі, де є об'єкти, розташовані підряд на стандартних відстанях, то достатньо вибрати найвіддалений з видимих об'єктів.

Результати оцінок  $S_m$  в балах, одержані в ході спостережень за об'єктами, записуються в кілометрах і цифрах коду в другу і третю клітинки нижнього рядку.

Таблиця 6 – Шкала оцінки густини повітряного серпанку на об'єктах

Ступінь густини	Характеристика видимості об'єкту
0	Повітряний серпанок на об'єкті відсутній. Колір об'єкту і його деталі видно абсолютно виразно
1	Об'єкт виразно видно на фоні неба як темно-сірий силует. Повітряний серпанок на об'єкті такий, що його окремі деталі спостерігачем не сприймаються, а колір його важко розпізнати
2	Об'єкт покритий дуже сильним повітряним серпанком. По яскравості об'єкт абсолютно очевидно темніший за небо
3	Об'єкт видно як силует, що легко знаходиться і впізнається, але мало відмінний за кольором і яскравістю від неба
4	Об'єкт ледве помітний, виявляється насилу, легко втрачається з вигляду при спостереженні крізь покриваючий його повітряний серпанок

Результати оцінок  $S_m$ , записані спостерігачем у вигляді скороченого умовного позначення і ступеня покриваючого його серпанку, переводяться в значення  $S_m$  в балах, кілометрах і цифрах коду (перша, друга і третя клітки нижнього рядка). У другу клітку верхнього рядка записують відстань до об'єкту.

Приклад запису спостережень по об'єкту «14 – поверховий будинок»

Видимість	Об'єкт освітлення	14 – поверх. будинок	1 км	3 ст.
	Випр. відлік, $S_m$ (км), код	4б	>1,5	94

Література (1, с. 123).

### Хмарність

Хмари – це системи завислих в атмосфері над поверхнею Землі частинок води в рідинно-крапельному і (або) твердому (кристалічному) стані, що є продуктами конденсації водяної пари.

Зовнішній вигляд хмар визначається характером і інтенсивністю процесів хмароутворення, а також залежить від інтенсивності освітленості хмар.

При спостереженнях за хмарами визначають:

- кількість хмар (хмарність);
- форми хмар;
- висоту нижньої межі хмар нижнього ярусу.

Кількість хмар (хмарність) визначається сумарною часткою небозводу, що закривається хмарами, від усієї видимої поверхні небозводу.

Хмарність оцінюється в балах; 1 бал відповідає 0,1 частині всього небозводу.

Форми хмар визначаються по зовнішньому вигляду відповідно до прийнятої Міжнародної морфології класифікації хмар. Типові форми і види хмар, їх назви і цифри коду для їхнього кодування наведені в Атласі хмар [3].

Висота нижньої межі хмар вимірюється як відстань від поверхні землі до підстави хмари.

Вимір висоти нижньої межі хмар проводиться, якщо хмари (їх нижні підстави) розташовані не вище 2500 м над рівнем моря. Якщо хмари розташовані на різних рівнях і висоту найнижчих хмар не можемо вимірити інструментальним методом, необхідно додатково оцінити її візуально. На деяких станціях висота нижньої межі хмар оцінюється тільки візуально.

В книжку КМ-1 кількість хмар записується в балах: спочатку загальна кількість, потім кількість хмар нижнього ярусу.

Форми хмар записуються окремо за ярусами.

Література (1, с. 105; 3).

### **Контрольні питання**

1. Яке призначення має метеорологічний майданчик?
2. Які прилади встановлюються на майданчику?
3. Які є терміни спостережень?
4. Яким є порядок спостережень?
5. Яке має призначення книжка КМ-1?
6. Який є порядок спостереження за вітром за допомогою флюгера?
7. Як записати та обробити результати спостережень за вітром за допомогою флюгера?
8. Яким є порядок спостережень за видимістю візуальним методом?
9. Як записати та обробити результати спостережень за видимістю візуальним методом?
10. Як необхідно спостерігати за хмарністю?

### **Порядок виконання роботи**

1. Вивчити теоретичний матеріал.
2. Вийти на метеорологічний майданчик та ознайомитися з приладами на майданчику.
3. Провести спостереження за метеорологічною величиною «вітер» за допомогою флюгера згідно з порядком спостережень.
4. Провести спостереження за метеорологічною величиною «видимість» візуальним методом.
5. Провести спостереження за метеорологічною величиною «хмарність».
6. Обробити та записати у книжку КМ-1 результати спостережень за вітром та видимістю.
7. Наприкінці чергування дати на перевірку викладачеві щоденник та книжку КМ-1.

## ЧЕРГУВАННЯ № 2

Тема чергування: Метеорологічні величини. Визначення метеорологічних величин «температура» і «вологість». Одиниці і шкали вимірювання. Психрометричний метод визначення характеристик вологості повітря. Розрахунки і співвідношення між різними характеристиками вологості.

Спостереження на станції за вітром, видимістю, температурою і вологістю повітря за психрометром. Запис в книжці КМ-1.

### Мета чергування

Мета чергування:

- вивчення студентами одиниць вимірювання температури і вологості повітря, а також шкал вимірювання температури (Цельсія, Кельвіна, Фаренгейта, Реомюра, Ренкіна) та формул переходу між шкалами;
  - вивчення основних характеристик вологості і співвідношення між різними характеристиками;
  - визначення характеристик вологості за психрометричним методом.
- Використання психрометричних таблиць.

### Завдання на підготовку до чергування

Після вивчення теоретичної частини завдання по літературі, яка рекомендована в розділі «Література» і в загальній частині даної методичної вказівки, студент повинен

знати:

- одиниці вимірювання температури і вологості повітря;
- шкали вимірювання температури і формули переходу від однієї шкали до другої;
- принцип визначення характеристик вологості психрометричним методом;
- основні характеристики вологості, розрахунки і співвідношення між різними характеристиками вологості;
- визначення температури повітря на станції та обробку отриманих даних.

вміти:

- визначати температуру по термометрам в психрометричній будці;
- правильно записувати у книжці КМ-1 і вводити поправки;
- визначати температуру по шкалам Кельвіна, Фаренгейта, Реомюра Цельсія, Ренкіна за формулами переходу між ними;

- визначати характеристики вологості по психрометричним таблицям;
- проводити розрахунки характеристик вологості за формулами.

## **ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ**

### **Визначення температури**

Температура є однією з основних термодинамічних характеристик стану повітря.

Унаслідок турбулентного стану атмосфери кожна частинка повітря має свою температуру, що відрізняється від температури інших частинок. Для одержання надійних значень температури повітря на метеорологічних станціях вимірюють середнє значення температури повітря за 3-5 хв.; осереднення здійснюється за рахунок інерційності термометрів і радіаційного захисту (будки).

Метод виміру температури повітря заснований на використанні термометрів, які встановлені в психрометричній будці на висоті 2 м, що забезпечує рівність температур повітря і термометрів. Вплив радіації на температурний режим термометрів виключається радіаційним захистом (будкою). Температура термометра визначається по зміні одного з термометричних властивостей чутливого елемента.

Психрометрична установка, що знаходиться у психрометричній будці, складається з чотирьох термометрів: сухого, вологого (змоченого), максимального та мінімального, і гігрометра. Сухий та змочений термометри знаходяться у вертикальному стані, а максимальний та мінімальний – у горизонтальному.

Температура по всіх термометрах визначається з точністю  $0,1^{\circ}\text{C}$ .

Сухий термометр є ртутним і показує температуру повітря у момент спостереження, мінімальний термометр дає змогу визначити як мінімальну температуру за проміжок часу між двома послідовними спостереженнями (відлік по штифту), так і температуру повітря у момент спостереження. Мінімальний термометр є спиртовим. Його точність значно нижча, ніж ртутних термометрів, тому він потребує визначення додаткового виправлення. Це здійснюється шляхом порівняння виправлених температур повітря по сухому термометру та спирту мінімального.

До показань термометрів обов'язково вносять поправки за допомогою сертифікатів, що мають всі термометри.

Результати спостережень вносять у спеціальний журнал спостережень – книжку КМ-1.

При спостереженнях використовується Міжнародна практична температурна шкала 1968 року. Одиниця вимірювання в ній – градус

Цельсія ( $^{\circ}\text{C}$ ). У минулому, а у деяких країнах і зараз, використовуються також температурні шкали Реомюра ( $^{\circ}\text{R}$ ), Фаренгейта ( $^{\circ}\text{F}$ ), Ренкіна ( $^{\circ}\text{Re}$ ) та інші. У теоретичних розрахунках температуру виражають у градусах термодинамічної температурної шкали Кельвіна ( $\text{K}$ ).

У таблиці 7 наведені характеристики різних температурних шкал.

Таблиця 7 – Опорні точки температурних шкал Кельвіна ( $\text{K}$ ), Цельсія ( $^{\circ}\text{C}$ ) Реомюра ( $^{\circ}\text{R}$ ), Фаренгейта ( $^{\circ}\text{F}$ ), Ренкіна ( $^{\circ}\text{Re}$ )

	(K)	( $^{\circ}\text{C}$ )	( $^{\circ}\text{R}$ )	( $^{\circ}\text{F}$ )	( $^{\circ}\text{Re}$ )
Температура плавлення чистого льоду при нормальному тиску	273,15	0,0	0,0	32,0	491,7
Температура кипіння води при нормальному тиску	373,15	100,0	80,0	212,0	671,7

Формули переходу між шкалами Цельсія ( $t^{\circ}\text{C}$ ), Фаренгейта ( $T^{\circ}\text{F}$ ), Кельвіна ( $T\text{K}$ ), Реомюра ( $T^{\circ}\text{R}$ ) і Ренкіна ( $T^{\circ}\text{Re}$ ) наводяться нижче:

$$t^{\circ}\text{C} = \left[ \frac{5}{9} (T^{\circ}\text{F} - 32) \right]; \quad (1)$$

$$T^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5} t^{\circ}\text{C} + 32, \quad (2)$$

$$t^{\circ}\text{C} = \frac{5}{4} T^{\circ}\text{R} \quad (3)$$

$$T\text{K} = \frac{5}{4} T^{\circ}\text{R} + 273,15 \quad (4)$$

$$T\text{K} = \frac{5}{4} T^{\circ}\text{F} + 255,37, \quad (5)$$

$$t^{\circ}\text{C} = \frac{5}{9} (T^{\circ}\text{Re} - 491,67), \quad (6)$$

$$T\text{K} = \frac{5}{9} T^{\circ}\text{Re}, \quad (7)$$



$$TK = 273,15 \left( 1 + \frac{t^{\circ C}}{273,15} \right). \quad (8)$$

Приклади:

1. Температура повітря на висоті 2 м складала  $27,5^{\circ C}$ . Визначити температуру по шкалі Кельвіна, Фаренгейта, Реомюра.

У шкалі Кельвіна (8) це складає:

$$TK = 273,15 \left( 1 + \frac{27,5}{273,15} \right) = 300,6.$$

У шкалі Фаренгейта (2):

$$T^{\circ F} = \left[ \frac{9}{5} \cdot 27,5 + 32 \right] = 81,5.$$

У шкалі Реомюра (3):

$$27,5 = \frac{5}{4} T^{\circ R}, \quad T^{\circ R} = \frac{27,5 \times 4}{5} = 22,0.$$

2. Мінімальна температура повітря на земній кулі зафіксована в Антарктиді і дорівнює  $-88,3^{\circ C}$ .

У шкалі Кельвіна:

$$TK = 273,15 \left( 1 - \frac{88,3}{273,15} \right) = 184,9.$$

У шкалі Фаренгейта:

$$T^{\circ F} = \frac{9}{5} \cdot (-88,3) + 32 = -126,9.$$

У шкалі Ренкіна (7)

$$184,9 = \frac{5}{9} T^{\circ Re}, \quad T^{\circ Re} = \frac{184,9 \times 9}{5} = 332,8.$$

У Сполучених Штатах Америки вживається шкала Фаренгейта. У метеорологічних зведеннях США температура приводиться також у  $^{\circ F}$ .

Для перекладу  $^{\circ F}$  у  $^{\circ C}$  використовують формулу (1).

3. Температура повітря  $-74^{\circ F}$ . У шкалі Цельсія буде:

$$t^{\circ C} = \frac{5}{9} \cdot (-74 - 32) = -58,9.$$

4. Температуру повітря  $50^{\circ}\text{F}$  по формулі (1) перерахуємо у шкалу Цельсія:

$$t^{\circ}\text{C} = \frac{5}{9}(50 - 32) = 10,0.$$

На станції визначаються наступні характеристики температури і вологості повітря:

- температура повітря в термін спостереження у градусах Цельсія ( $^{\circ}\text{C}$ );
- мінімальна температура повітря за проміжок часу між термінами спостережень ( $^{\circ}\text{C}$ );
- максимальна температура повітря за проміжок часу між термінами спостережень ( $^{\circ}\text{C}$ );
- парціальний тиск водяної пари (гектопаскалі, гПа);
- дефіцит насичення (гПа);
- відносна вологість повітря (відсотки, %);
- температура точки роси ( $^{\circ}\text{C}$ ).

### **Засоби виміру**

При спостереженнях за температурою повітря на станціях застосовуються наступні засоби вимірів:

1. Метеорологічний психрометричний термометр до станційного психрометра, з діапазоном виміру від  $-35$  до  $50^{\circ}\text{C}$ .

Станційний психрометр (рис. 2) складається з двох однакових психрометричних (ртутних) термометрів з ціною поділки  $0,2^{\circ}\text{C}$  і резервуарами кулястої форми. Обидва термометри повинні мати однакові розміри резервуарів, однакові межі шкал і близькі по висоті положення відповідних оцінок шкали ( $0, -10, 30^{\circ}\text{C}$ ).

Термометри встановлюються в штативі вертикально; під правим термометром на  $2$  см нижче резервуара встановлюється склянка з дистильованою водою. Резервуар цього термометра обгортають батистом, кінець якого занурюють у воду; цим повинне забезпечуватися рівномірне змочування поверхні батисту, що щільно облягає резервуар термометра.

Термометр обгорнутий батистом, називається змоченим.

Принцип дії психрометра заснований на вимірі рівноважної температури змоченого термометра, що визначається випаровуванням чистої води з поверхні резервуара змоченого термометра і припливом тепла до резервуара з повітря. Сухий термометр (без батисту) показує температуру навколишнього повітря. Для одержання правильних результатів виміру необхідно застосовувати тільки ті термометри, у яких

витрата тепла на випаровування і приплив тепла з повітря врівноважуються. Для одержання правильних значень вологості повітря необхідно ретельно слідкувати за батистом на змоченому термометрі. Батист повинний бути завжди чистим, м'яким і вологим. Якщо він забруднився або став твердим і недостатньо змочується, його необхідно замінити новим.

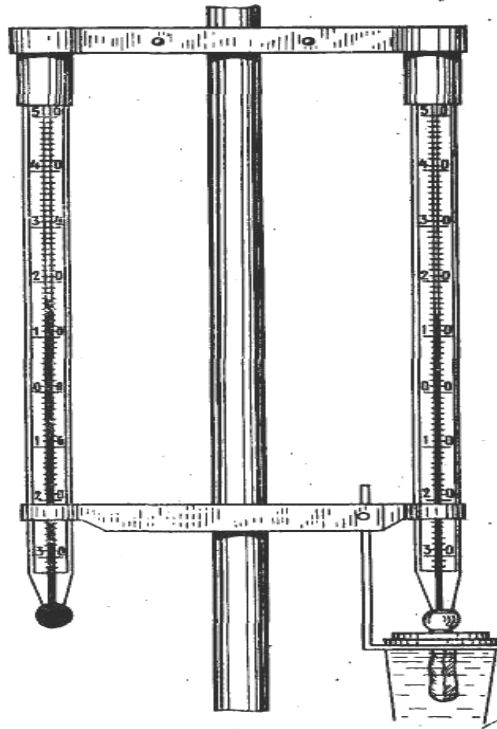


Рисунок 2 – Станційний психрометр

2. Метеорологічний мінімальний термометр із діапазон виміру від  $-70$  до  $40^{\circ}\text{C}$  (рис. 3).

Мінімальний термометр являє собою спиртової термометр, у капілярі якого в стовпчику спирту знаходиться скляний штифт із голівками на кінцях. По положенню штифта і визначається мінімальна температура між термінами спостережень. Мінімальний термометр встановлюється в горизонтальному положенні, а кінець штифта (голівка) приводиться в зіткнення з поверхнею спирту в капілярі. При справному стані термометра штифт не повинний виходити із спирту. При зниженні температури довжина стовпчика зменшується, поверхнева плівка спирту приходить у зіткнення з голівкою штифта і захоплює його убік зменшення показань температури. Коли ж температура підвищується, стовпчик спирту подовжується, а штифт залишається на місці. Отже, при горизонтальному положенні термометра той кінець штифта, що знаходиться ближче до поверхні стовпчика спирту, показує найнижчу температуру з часу останньої установки штифта.

3. Метеорологічний максимальний термометр із діапазоном виміру від – 35 до 70°C (рис. 4).

Максимальний термометр являє собою ртутний термометр, у дно резервуара якого упаяний вузький конічний скляний штифт. Кінець штифта входить у початок капіляра й утворює звуження поперечного перерізу каналу, що утрудняє в цьому місці вільний прохід ртуті при зміні температури. При підвищенні температури ртуть витісняється в капіляр, для подолання звуження зусилля досить. При зниженні температури сил внутрішнього зчеплення ртуті недостатньо для подолання підвищеного тертя в місці звуження отвору капіляру, ртутний стовпчик миттєво розривається на дві частини – одна швидко іде в резервуар, інша залишається в капілярі і заповнює його до поділки, від якої почалося зниження температури, до місця обриву.

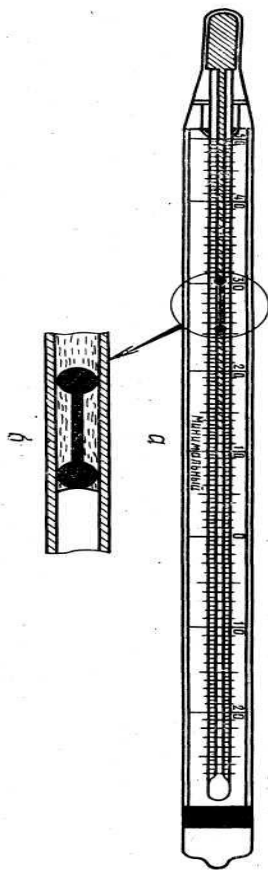


Рисунок 3 – Мінімальний термометр

а – загальний вигляд;  
в – штифтик у капілярі термометра.

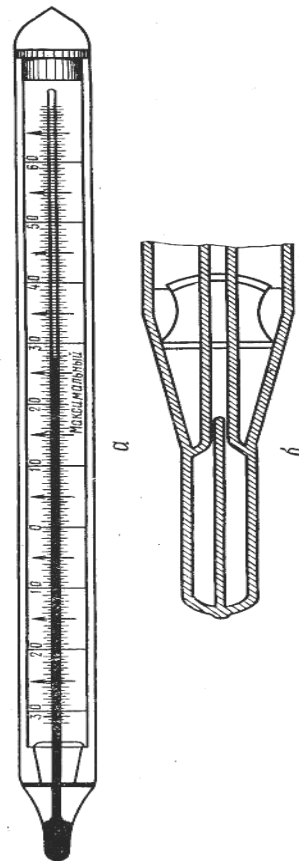


Рисунок 4 – Максимальний термометр

а – загальний вигляд;  
в – резервуар з скляним штифтом.

Таким чином, максимальний термометр фіксує найбільше значення температури між термінами спостережень. Для того щоб стовпчик ртуті, що відірвався, з'єднати з тією частиною, що знаходиться в резервуарі, термометр необхідно енергійно струснути тримаючи його резервуаром униз.

Література (1, с. 36).

### Характеристики вологості повітря та зв'язок між ними

Вміст водяної пари в атмосфері оцінюють за допомогою характеристик вологості повітря (гігрометричних характеристик).

В метеорології використовуються такі характеристики:

1. Парціальний тиск водяної пари ( $e$ , гПа) – тиск, який мала би водяна пара, що знаходиться в газовій суміші, коли б вона займала об'єм, рівний об'єму суміші при такій же температурі.

2. Тиск насиченої водяної пари ( $E$ , гПа). Значення « $e$ » з ростом вмісту водяної пари в одиниці об'єму зростає до деякого максимального значення « $E$ », яке називається тиском насиченої водяної пари при даній температурі.

При додатних температурах тиск насиченої пари над плоскою поверхнею дистильованої води залежить тільки від температури, а при від'ємних температурах він залежить також і від фазового стану випаровуючого середовища. Для розрахунків  $E$  над плоскою поверхнею дистильованої води та чистого льоду служать формули, які приведені в літературі [2].

3. Дефіцит насичення ( $d$ ) – різниця між тиском насиченої водяної пари та її парціальним тиском:

$$d = E - e . \quad (9)$$

4. Відносна вологість ( $f$ ) – відношення парціального тиску водяної пари до тиску насиченої водяної пари при даній температурі:

$$f = \frac{e}{E} 100\% . \quad (10)$$

5. Абсолютна вологість ( $a$ , г/м<sup>3</sup>) – маса водяної пари, яка міститься в одиничному об'ємі повітря.

Абсолютна вологість і парціальний тиск пов'язані співвідношенням:

$$a = \frac{0,8e}{1 + \alpha t} , \quad (11)$$

або

$$a = 2,7 \frac{e}{t}, \quad (12)$$

де  $e$  у гПа,  $t$  °С,  $\alpha = 0,004$ .

6. Відношення суміші ( $r$ , г/Кг, ‰) – відношення маси водяної пари до маси сухого повітря у даному об'ємі:

$$r = 0,622 \frac{e}{p - e}. \quad (13)$$

7. Масова частка водяної пари ( $S$ , г/Кг, ‰) – маса водяної пари, яка міститься в одиниці маси вологого повітря:

$$S = 0,622 \frac{e}{p}. \quad (14)$$

8. Температура точки роси ( $t_d$ , °С) – температура, при якій водяна пара, що міститься у повітрі при даному атмосферному тиску, стає насиченою по відношенню до плоскої поверхні дистильованої води. Визначається точка роси по значенню парціального тиску водяної пари.

9. Дефіцит точки роси ( $\Delta$ , °С) – різниця між температурою повітря та точкою роси при даному атмосферному тиску.

Література (1, с. 36, 2).

### **Визначення характеристик вологості психрометричним методом**

Психрометричний метод засновано на залежності швидкості випаровування води від вологості повітря. Психрометрична пара – сухий та вологий (змочений) термометр дозволяють розраховувати психрометричну різницю ( $t - t'$ ), де  $t$  – виправлена температура повітря по сухому термометру, з  $t'$  – виправлена температура по змоченому термометру. Показники змоченого термометру залежать від вологості повітря. Якщо відносна вологість  $f = 100\%$ , а парціальний тиск водяної пари  $e$  дорівнює тиску насиченої водяної пари  $E$ , то

$$e = E.$$

Це умова термодинамічної рівноваги, коли кількість випаровуваної води не змінюється. А якщо немає випаровування, то змочений термометр не вихолоджується і  $t = t'$ , у всіх інших випадках  $t' < t$ . Психрометрична

різниця  $(t - t')$  тим більша, чим вологість повітря нижча, тобто чим менша відносна вологість  $f$  і більший дефіцит  $d = E - e$ .

За психрометричною формулою розраховані «Психрометричні таблиці» [2]. Вони дозволяють визначати парціальний тиск водяної пари  $e$  (гПа), точку роси  $t_d$  (°C), відносну вологість  $f$  (%) та дефіцит насичення  $d$  (гПа) при умові, що атмосферний тиск  $P = 1000$  гПа.

У табл. «Психрометричних таблиць» характеристики вологості розраховані для кожної пари значень температури повітря та температури змоченого термометру в межах (по температурі  $t$ ) від  $-20,0$  до  $5,9^\circ\text{C}$  для льоду, та від  $-10,0$  до  $49,9^\circ\text{C}$  для води з дискретністю  $0,1^\circ\text{C}$  для показників кожного термометру (оскільки змочений термометр може бути вкритий льодом і при додатних температурах повітря, то температури його наведені до  $5,9^\circ\text{C}$ ).

Відносна вологість та дефіцит насичення водяної пари розраховані по відношенню до води, що відповідає практиці і рекомендаціям «Всесвітньої Метеорологічної організації» (ВМО).

При температурах повітря нижчих за  $-10^\circ\text{C}$  (коли вода замерзла), парціальний тиск водяної пари  $e$ , точка роси  $t_d$ , та дефіцит  $d = E - e$  визначають по вимірним значенням температури повітря і відносній вологості. Для цього складена табл. 1 для інтервалу температур від  $-84,5$  до  $-9,9^\circ\text{C}$ . Відносна вологість визначається за допомогою гігрометра, що входить до складу психрометричної установки.

Температура точки роси  $t_d$  – основна характеристика вологості. При малих значеннях парціального тиску точка роси дуже чутка до її зміни: малим змінам парціального тиску відповідають великі зміни точки роси. Тому при від’ємних та малих додатних температурах повітря у табл. 2 парціальний тиск для температур нижчих  $7^\circ\text{C}$ , приводиться з точністю до сотих часток гПа, а при  $t > 7,0^\circ\text{C}$  – з точністю до десятих часток гПа.

Якщо атмосферний тиск відрізняється від  $1000$  гПа, необхідно вводити поправки, які вміщені в табл. 3 (а, б, а). Вони розраховані по формулі:

- для стану води на батисті по формулі:

$$\Delta e = A(t - t') \cdot (1000 - P), \quad (15)$$

- для стану льоду на батисті змоченого термометру

$$\Delta e = 0,88229A(t - t') \cdot (1000 - P). \quad (16)$$

По виправленому значенню парціального тиску визначають усі інші характеристики вологості за допомогою табл. 2.

В «Психрометричних таблицях» в табл. 5 та 6 приводяться значення тиску насиченої водяної пари над плоскою поверхнею чистої води  $E_w$  і чистого льоду  $E_i$ . Ці таблиці можуть бути використані для гідрометеорологічних та технічних розрахунків, пов'язаних з обліком вологовмісту атмосферного повітря.

В таблиці 7 наведені значення температури точки роси  $t_d$ , а в таблиці 8 – температури точки інію при різних значеннях парціального тиску водяної пари.

### **Правила користування психрометричними таблицями**

Таблиця 1 служить для визначення температури точки роси  $t_d$ , парціального тиску  $e$  та дефіциту  $d$  по вимірним значенням температури повітря  $t$  та відносній вологості  $f$ . Усі характеристики розраховані для відносної вологості від 5 до 100% через 5% і для температури від  $-84,5$  до  $-9,9^\circ\text{C}$ .

Температура повітря вказана над кожною колонкою, яка складається з чотирьох стовпців ( $f$ ,  $e$ ,  $t_d$  та  $d$ ), які відповідають розрахованим характеристикам вологості.

При температурах повітря нижчих за  $-22^\circ\text{C}$ , наводиться інтервал температур, в якому помилка визначення парціального тиску не перевищує половини останньої значущої цифри.

При визначенні характеристик вологості в таблиці по вимірних значеннях температури повітря  $t$  знаходять колонку, а по відносній вологості  $f$ , рядок в колонці з відповідними значеннями  $e$ ,  $t_d$  та  $d$ .

Приклад 1: При  $t = -31,2^\circ\text{C}$  і  $f = 67\%$  знаходимо колонку з  $t$  від  $-31,4$  до  $31,2^\circ\text{C}$  і рядок з  $f = 65\%$  (стор. 13), в якій  $e = 0,293$  гПа,  $t_d = 0,157$  гПа. Табл. 1 можна користуватися, якщо замість відносної вологості виміряна точка роси. В цьому разі колонка також знаходиться по температурі  $t$ , а рядок по табличній величині  $t_d$ .

Приклад 2: При  $t = -31,7^\circ\text{C}$  і  $t_d = -42,5^\circ\text{C}$  знаходимо колонку з  $t$  від  $-31,8$  до  $-31,7^\circ\text{C}$  і рядок з  $t_d = -42,2$ , в якому  $f = 35\%$ ,  $e = 0,150$  гПа,  $d = 0,289$  гПа.



Таблиця 2 служить для визначення температури точки роси  $t_d$ , парціального тиску водяної пари  $e$ , відносної вологості  $f$  та дефіциту тиску  $d$  по спостереженням в психрометричній будці за температурою по сухому та змоченому термометрам. Усі характеристики вологості розраховані для температури повітря в діапазоні від  $-20,0$  до  $49,9^{\circ}\text{C}$  через  $0,1^{\circ}\text{C}$  при атмосферному тиску  $1000$  гПа. Температура повітря вказана над колонкою, яка складається з п'яти стовпців ( $t'$ ,  $t_d$ ,  $e$ ,  $f$  та  $d$ ). По температурі  $t$  знаходять колонку, а по температурі  $t'$  – рядок з відповідними величинами  $t_d$ ,  $e$ ,  $f$  та  $d$ .

Приклад 3: При  $t = 7,7^{\circ}\text{C}$  та  $t' = 2,3^{\circ}\text{C}$  ( $P = 1000$  гПа) знаходимо колонку з  $t = 7,7^{\circ}\text{C}$  і рядок  $t' = 2,3^{\circ}\text{C}$ , в якому  $t_d = 9,8^{\circ}\text{C}$ ,  $e = 2,9$  гПа,  $f = 28\%$   $d = 7,6$  гПа (стор. 73).

Якщо температура змоченого термометра нижча за  $0^{\circ}\text{C}$ , то на батисті може бути лід або переохолоджена вода. В цьому разі в табл. 2 необхідно вибрати колонку для визначення характеристик вологості з урахуванням фазового стану випарної поверхні змоченого термометра згідно з надписом «Лід» або «Вода» на сторінці у верхньому куті.

Приклад 4: При  $t = 1,2^{\circ}\text{C}$  і  $t' = -2,3^{\circ}\text{C}$  (лід),  $P = 1000$  гПа знаходимо колонку з  $t = 1,2^{\circ}\text{C}$  (лід) і рядок з  $t' = -2,3^{\circ}\text{C}$ , в якому  $t_d = -11,3^{\circ}\text{C}$ ,  $e = 2,59$  гПа  $f = 39\%$ ,  $d = 4,07$  гПа (стор. 44).

Якщо атмосферний тиск відрізняється від  $1000$  гПа, то треба внести поправку на тиск ( $\Delta e$ ). Її визначають по табл. 3а та 3б. Якщо тиск менший за  $1000$  гПа поправка ( $\Delta e$ ) додається до знайденого по табл. 2 значення  $e$ , і якщо тиск більший за  $1000$  гПа, то поправка ( $\Delta e$ ) віднімається. По виправленому значенню  $e_{випр} = e_{1000} + \Delta e$  в тій же колонці табл. 2 ( $t = 1,2^{\circ}\text{C}$ ) знаходять рядок з найближчим до  $e_{випр}$  (або рівним йому) значенням  $e$  з виправленими значеннями для  $t_d$ ,  $f$  та  $d$ .

Приклад 5: При  $t = -6,5^{\circ}\text{C}$  і  $t' = -8,2^{\circ}\text{C}$  (лід),  $P = 853$  гПа знаходимо колонку з  $t = -6,5^{\circ}\text{C}$  (лід) і рядок з  $t' = -8,2^{\circ}\text{C}$ , в якому  $e_{1000} = 1,85$  гПа. Визначаємо психрометричну різницю  $\Delta t = t - t' = -6,5 - (-8,2) = 1,7^{\circ}\text{C}$ . В табл. 3а для  $t - t' = 1,5^{\circ}\text{C}$  та  $P = 850$  гПа знаходимо  $\Delta e = +0,16$  гПа. Розрахуємо  $e_{випр} = 1,85 + 0,16 = 2,01$  гПа.

В табл. 2 знаходимо колонку з  $t = -6,5^{\circ}\text{C}$  (лід) і рядок з  $e = 2,05$  гПа (значення найближче до 2,01), в якому  $t_d = -14,1^{\circ}\text{C}$ ,  $f = 15\%$ ,  $d = 1,71$  гПа.

Таблицю 2 можна використати для визначення характеристик вологості по вимірним значенням температури повітря та температури точки роси. У цьому випадку знаходять колонку по температурі  $t$ , а рядок – по значенню  $t_d$ , що найближче до виміряного  $t_d$ .

Приклад 6: При  $t = 11,4^{\circ}\text{C}$  і  $t_d = 0,5^{\circ}\text{C}$  знаходимо колонку з  $t = 11,4^{\circ}\text{C}$  та рядок з  $t_d = 0,4^{\circ}\text{C}$  (яка є найближчою до  $t_d = 0,5^{\circ}\text{C}$ ) і в якому  $e = 6,5$  гПа,  $f = 47\%$  і  $d = 7,2$  гПа (стор. 80).

Таблиці 5 та 6 служать для визначення тиску насиченої водяної пари  $E_w$  над плоскою поверхнею чистої води (табл. 5) і льоду (табл. 6).

В цих таблицях для кожного значення температури (цілі та десяті  $^{\circ}\text{C}$ ) приведені точні значення п'ятизначних цифр у гектопаскалях, які знаходять на перехрещенні рядка, що відповідає цілим градусам, і стовпцям, що відповідають десятим часткам градуса температури.

На початку та кінці кожного рядка вказано множник порядку величин, на який слід помножити приведені значення тиску.

Приклад 7: При температурі  $-57,6^{\circ}\text{C}$  в таблиці 5 знаходимо значення 2,5662, на початку рядка вказаний множник  $10^{-2}$ , відповідно з цим для температури  $-57,6^{\circ}\text{C}$  значення  $E_w = 0,025661$  гПа.

Таблиці 7 та 8 служать для визначення температури точки роси  $t_d$  в діапазоні від  $-93,2$  до  $56,6^{\circ}\text{C}$  і температури точки інію  $t_i$  від  $-89,8$  до  $0,0^{\circ}\text{C}$  по вимірним значенням тиску водяної пари.

Крім того, таблиці 7 та 8 можуть бути використані для точного визначення тиску водяної пари по вимірним значенням температури точки роси та інію.

Таблиця 9 служить для визначення характеристик вологості при низьких значеннях відносної вологості та температурі повітря  $20-49,9^{\circ}\text{C}$ .

Література (1, с. 36, 2).

### **Проведення спостережень**

Спостереження за температурою і вологістю повітря проводяться в кожен термін, тобто 8 разів на добу в терміни 00, 03, 06, 09, 12, 15, 18, 21 годин згідно з Всесвітнім часом.

Виключення складає максимальна температура повітря між термінами, що вимірюється тільки до значень  $-36^{\circ}\text{C}$ .

Визначення вологості повітря по психрометру здійснюється до температури повітря  $-10^{\circ}\text{C}$ . При більш низькій температурі істотно зростає погрішність вимірів психрометричним методом. Тому визначення вологості повітря при температурах нижчих  $-10^{\circ}\text{C}$  проводиться по метеорологічному волосному гігрометру, показання якого приводяться до показань станційного психрометра. Для цього при температурі від  $10$  до  $-10^{\circ}\text{C}$  вимір вологості обов'язково виконують і по психрометру, і по гігрометру. За результатами цих вимірів будують переводний графік. Цим графіком користуються у всіх випадках для переведення показань гігрометра в значення відносної вологості.

Усі засоби вимірів, що застосовуються для визначення температури і вологості повітря, містяться в захисній жалюзійній будці для метеорологічних приладів. Будка повинна бути встановлена на метеорологічній площадці так, щоб забезпечувати вимір температури і вологості на висоті  $2$  м від підстильної поверхні.

#### Примітки:

1. При температурі повітря нижче за  $-15^{\circ}\text{C}$  в будці, поруч із сухим (або замість змоченого) додатково встановлюється низькотемпературний термометр з діапазоном виміру від  $-60$  до  $+20^{\circ}\text{C}$ .

2. Ртутні термометри необхідно занести в приміщення при температурі нижче  $-36^{\circ}\text{C}$ . Усі термометри повинні зберігатися тільки у вертикальному положенні. Якщо температура повітря опустилася до точки замерзання ртуті, то при переносі ртутного термометра з будки в приміщення станції забороняється тримати термометр в горизонтальному положенні.

### **Підготовка до проведення спостережень**

Засоби вимірів температури і вологості повітря повинні міститися в стані постійної готовності до спостережень. Для цього перед кожним терміном спостережень відповідно до проведення спостережень на станції спостерігач оглядає прилади і установки та робить відповідні виправлення, заміни приладів, що забезпечує їх готовність до спостережень. При підготовці засобів вимірів до спостережень необхідно виконати наступні вимоги:

– резервуари психрометричних термометрів (сухого і змоченого) повинні бути на висоті  $2$  м від підстильної поверхні;

– склянка для змочування батисту має бути закритою кришкою і знаходитися на  $2$  см нижче резервуара змоченого термометра. При цьому відстань від краю кульки термометра до води повинна складати  $2-3$  см;

– для змочування вживають дистильовану воду; як виняток допускається використання дощової води, що повинна бути відфільтрована;

– батист на резервуарі змоченого термометра повинен щільно облягати резервуар термометра і забезпечувати його надійне змочування; при сухій і жаркій погоді (температурі вище 20°C і відносної вологості меншій за 70%) спостерігач за 10-15 хв. до терміну робить додаткове змочування, для чого резервуар термометра занурюють у воду.

При підготовці до виміру мінімальної температури між термінами оглядають мінімальний термометр для визначення його справності (відсутність розривів стовпчика спирту, відсутність спирту наприкінці капіляра). Несправний термометр повинний бути замінений у термін спостережень (після відліку всіх термометрів).

Після проведення вимірів мінімальний термометр повинен бути підготовлений до наступного виміру, для чого, нахиливши термометр так, щоб резервуар виявився на 2-3 см вище протилежного кінця термометра, дають можливість штифту переміститися доти, поки кінець штифта не прийде в зіткнення з поверхнею меніска спирту в капілярі.

Перед проведенням вимірів по максимальному термометру повинно бути забезпечено правильне положення максимального термометра. Максимальний термометр повинний лежати з невеликим нахилом убік резервуара (резервуар на 1-2 см нижче протилежного кінця термометра). Після відліку і запису показань максимальний термометр підготовляють до наступного спостереження. Для цього його виймають з лапок штативу і струшують доти, поки він не покаже температуру, близьку до відліку сухого термометра. Після цього відраховують температуру і встановлюють термометр на місце.

## Спостереження

Виміри температури і вологості повітря проводяться відповідно до встановленого порядку спостережень у термін:

- відраховують показання сухого і змоченого термометрів, при цьому спочатку відраховуються десяті частки градуса, а потім цілі;
- відраховують показання мінімального термометра по меніску стовпчика спирту («спирт») і по штифту («штифт»);
- відраховують показання максимального термометра;
- струшують максимальний термометр (для узгодження його показань з температурою повітря в термін) і проводять відлік його показань після струшування;
- сполучають кінець штифта мінімального термометра з меніском спирту («підводять штифт до спирту»);

– повторно відраховують показання сухого термометра;

Відліки по всіх термометрах проводять з точністю до  $0,1^{\circ}\text{C}$ ; відлік по гігromетру проводять до цілих відсотків. Кожен відлік записується відразу ж після його проведення в книжці КМ-1.

– при відліках по термометрах варто спочатку відмітити положення кінця стовпчика ртуті, потім відрахувати спочатку десяті частки, а потім цілі градуси.

– відлік необхідно проводити можливо швидше, не затримуючись довго біля термометрів, але з повною впевненістю в їхній точності.

При температурі змоченого термометра нижче за  $0^{\circ}\text{C}$  після відліку по змоченому термометру спостерігач зобов'язаний визначити, у якому стані знаходиться вода на батисті: у рідкому (вода) або замерзлому (лід). При записі відліку по змоченому термометру поруч зі значенням температури вказується буквою «л» – наявність на батисті льоду і буквою «в» – наявність на ньому води.

Щоб визначити, лід або вода на батисті, можна торкнутися олівцем нижнього кінця батисту. Якщо на батисті була переохолоджена вода, то дотик твердого предмета викликає її замерзання. У цьому випадку показання змоченого термометра спочатку підвищиться, а коли уся вода змерзне, почне знову знижуватися.

Якщо на батисті був лід, то показання змоченого термометра не зміняться.

Іноді (при температурі, близькій до  $0^{\circ}\text{C}$ ) бувають випадки, коли в момент відліку змоченого термометра стовпчик ртуті безупинно переміщується по шкалі. У таких випадках проводяться повторні відліки по сухому і змоченому термометрам через 3-5 хв. після першого відліку. Якщо і при другому відліку показання змоченого термометра не встановлюються, то для визначення вологості користуються відліком по гігromетру.

Відліки по мінімальному термометру проводяться завжди при його горизонтальному положенні. При спостереженнях по мінімальному термометру необхідно розташовувати око прямо проти кінця штифта або поверхні спирту в термометрі. При відліку по спирту відраховується положення нижчої точки увігнутої поверхні спиртового меніска з точністю до десятих часток градуса. Ціна поділки шкали мінімального термометра дорівнює  $0,5^{\circ}\text{C}$ , тому десяті частки градуса визначаються на око.

При відліку максимальної температури необхідно перевірити, чи не відійшов від місця звуження ртутний стовпчик, що відірвався, що буває при струсі будки, особливо при неправильному положенні термометра. Тому у випадку сумнівів необхідно підняти верхню частину

термометра, щоб стовпчик ртуті в капілярі дійшов до місця звуження капіляра, а потім зробити відлік.

### Запис і обробка результатів вимірів

Відліки по психрометричних термометрах записуються у відведені для цього рядки книжки КМ-1 і виправляються відповідними поправками, що беруться з доданого до кожного термометра перевірного свідоцтва. Поправки алгебраїчно підсумовуються з відліками по термометрах. Якщо отримана сума має від'ємний знак, то вона з цим знаком і записується в книжці КМ-1. При позитивній температурі знак плюс не ставиться.

Приклад: у табл. 8 наведені поправки термометра, виписані з перевірного свідоцтва. Відліки по цьому термометру і виправлені показання наведені в таблиці 9.

Таблиця 8 – Таблиця поправок до термометра

Температура, °С		Поправки, °С
Від	до	
-30,0	-10,1	-0,1
-10,0	-7,6	0,0
-7,5	-2,6	+0,1
-2,5	6,7	+0,2
6,8	14,1	+0,1
14,2	26,7	0,0
26,8	40,0	-0,1

Таблиця 9 – Приклад введення поправок до термометрів

Відлік по термометру, °С	Поправка, °С	Виправлені показання термометру, °С
-5,7	+0,1	-5,6
-0,2	+0,2	0,0
-0,1	+0,2	0,1
0,0	+0,2	0,2
15,2	0,0	15,2

Якщо стовпчик ртуті термометра виходить за межу, для якої існує поправка в перевірочному свідоцтві, то в цей відлік варто ввести поправку найближчої перевірочної точки шкали.

При виявленні несправності сухого термометра і неможливості його заміни, а також у випадках, коли стовпчик ртуті термометра виходить за межі шкали (при зашкаленні термометра), в книжці КМ-1 слід замість показань сухого термометра записати показання спирту мінімального або максимального термометра після струшування. При цьому в книжці КМ-1 необхідно зробити запис про заповнення пропущеного значення.

Відлік по низькотемпературному термометру при температурі – 20°C і нижче записується в книжці КМ-1 у відповідні графи рядка «Змочений термометр», спостереження по якому при цій температурі не ведуться. У таких випадках слово «змочений» у назві рядка необхідно викреслити. Відліки по низькотемпературному термометру виправляються поправками, які надані в перевірочному свідоцтві.

Відліки по мінімальному і максимальному термометрах записуються у відповідні графи рядків «Мінімальний термометр» і «Максимальний термометр» і виправляються поправками, що наведені в перевірочних свідоцтвах.

В таблиці 10 наведений приклад запису результатів спостережень за температурою і вологістю повітря.

Таблиця 10 – Приклад запису спостережень за температурою та вологістю повітря в книжці КМ-1

Термометри		Відлік	Поправки	Виправлена величина
Сухий термометр		20,5	0,0	20,5
Змочений термометр		13,9	-0.1	13,8
Мінімальний термометр	спирт	20,4	0,1	20,5
	штифт	17,5	0,1	17,6
Максимальний термометр	відлік	27,3	0,0	27,3
	після струшування	20,5	0,0	20,5
Парціальний тиск, відносна вологість, дефіцит насичення		10,4	43	13,7
Точка роси		7,6		

Література (1, с. 36; 2).

### Контрольні питання

1. Які термометри розташовані в психрометричній будці?
2. Дати характеристику максимальному термометру, принцип його будови.
3. Дати характеристику мінімальному термометру, принцип його будови.
4. Що таке станційний психрометр? З яких термометрів він складається?
5. Принцип дії психрометра.
6. Дати характеристику змоченого термометра. Чим він відрізняється від сухого?
7. Для чого вводяться поправки до відліків термометрів?
8. Які температурні шкали використовуються в міжнародній практиці?
9. Наведіть формулу переходу від шкали Кельвіна до шкали Цельсія.
10. Назвати основні характеристики вологості.
11. Що визначається під знаками «e» і «E»?
12. Надати визначення абсолютної вологості та формулу її розрахунку.
13. Надати визначення відношення суміші, наведіть формулу розрахунку.
14. Надати визначення масової частки водяної пари.
15. Надати визначення температури точки роси.
16. Надати визначення відносної вологості.
17. Надати визначення дефіциту насичення.
18. Наведіть формулу співвідношення між «a» і «e».
19. Наведіть формулу співвідношення між «r» і «e».
20. Наведіть формулу співвідношення між «S» і «e».
21. Які величини вологості можна визначити за допомогою «Психрометричних таблиць» і яким чином.
22. Як визначаються характеристики вологості при тиску повітря більшому або меншому 1000 гПа?
23. У якому порядку проводяться спостереження за температурою повітря.

### Порядок виконання чергування

1. Вивчити теоретичний матеріал, наведений у цих методичних вказівках та в літературі, яка рекомендована до даної теми. Необхідно знати термометри, розташовані в психрометричній будці, їх будову та принцип спостереження за ними.



2. Вивчити основні температурні шкали, які використовуються в міжнародній практиці, та формули співвідношення між різними температурними шкалами.

3. Вивчити основні характеристики вологості, за якими формулами їх можна визначити та формули співвідношення між різними характеристиками.

4. Відповісти на контрольні запитання ( опитування проводить викладач після вивчення теоретичної частини).

5. Провести спостереження на станції за вітром, видимістю, температурою та вологістю повітря. Ввести поправки до відліків термометрів, визначити характеристики вологості за допомогою «Психрометричних таблиць» і за формулами.

6. Результати спостережень записати в книжку КМ-1.

## ЧЕРГУВАННЯ № 3

Тема чергування: Метеорологічні величини. Визначення метеорологічної величини «атмосферний тиск». Одиниці вимірювання. Співвідношення одиниць вимірювання. Станційний барометр, відлік атмосферного тиску. Залежність відліку атмосферного тиску від температури барометра. Приведення відліку атмосферного тиску до температури 0°C.

Спостереження на станції – за вітром, видимістю, температурою і вологістю повітря, атмосферним тиском. Запис в книжці КМ-1.

### Мета чергування

Мета чергування:

- вивчення студентом правил установки барометра та порядок відліку атмосферного тиску;
- вивчення одиниць вимірювання та співвідношення між ними;
- приведення відліку атмосферного тиску до нормального прискорення тяжіння, до температури 0 °С.

### Завдання на підготовку до чергування

Після вивчення теоретичної частини завдання по літературі [1] і загальним положенням цієї вказівки, студент повинен

знати:

- правила установки станційного барометра і визначення атмосферного тиску;
- одиниці вимірювання атмосферного тиску і співвідношення між різними одиницями;
- поправки, які вводяться до відліку атмосферного тиску;
- залежність відліку атмосферного тиску від температури барометру;
- приведення відліку тиску до температури 0 °С.

вміти:

- визначати співвідношення між різними одиницями вимірювання атмосферного тиску;
- зробити відлік атмосферного тиску по станційному барометру;
- ввести поправки до відліку тиску;
- привести відлік атмосферного тиску до температури 0 °С;
- правильно записати дані про тиск в книжці КМ-1.

## ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Атмосферний тиск – гідростатичний тиск вертикального стовпа повітря одиничного перерізу від поверхні заданого рівня до верхньої межі атмосфери. На метеорологічній станції атмосферний тиск вимірюється станційним ртутним чашковим барометром з точністю 0,1 гПа або 0,1 мб.

Атмосферний тиск  $P$  – це відношення

$$P = \frac{\mathcal{P}}{s}, \quad (1)$$

де  $\mathcal{P}$  – сила ваги,  $s$  – площа стовпа ртуті.

Відомо, що

$$\mathcal{P} = mg, \quad (2)$$

де  $m$  – маса,  $g$  – прискорення вільного падіння.

Маса

$$m = V\rho, \quad (3)$$

де  $V$  – об'єм ртуті,  $\rho$  – густина ртуті.

Атмосферний тиск  $P$  можливо розрахувати за формулою:

$$P = \frac{V\rho g}{s}. \quad (4)$$

Якщо  $s = 10^{-4} \text{ м}^2$ ,  $V = sh$ ,

де  $h = 0,76$  м висота стовпа ртуті,  $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ ,  $\rho = 13,596 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ .

$$P = \frac{sh\rho g}{s} \frac{H}{\text{м}^2},$$

$$P = 0,76 \cdot 13,596 \cdot 10^3 \cdot 9,8 = 101263 \text{ Па.}$$

На практиці використовують одиницю атмосферного тиску

$$1 \text{ гПа} = 10^2 \text{ Па.}$$

Співвідношення величини атмосферного тиску в одиницях гПа і мм наступні:

$$1012,63 \text{ гПа} - 760 \text{ мм}$$

$$x - 1 \text{ мм.}$$

Тобто 1 мм відповідає 1,33 гПа і 1 гПа – 0,75 мм.

Дана методика регламентує визначення наступних характеристик атмосферного тиску:

- тиск на рівні станції;

- тиск, приведений до рівня моря;
- значення барометричної тенденції;
- характеристика барометричної тенденції.

Одиниця вимірювання атмосферного тиску: гПа=100 Па, Па=н/м<sup>2</sup>.

Для вимірювання атмосферного тиску використовують барометри у старих одиницях – мілібарах (мб), або у міліметрах ртутного стовпа – (мм рт.ст.).

Вимірювання і розрахунки атмосферного тиску проводяться з точністю до десятих часток прийнятих одиниць. За нормальний тиск приймається тиск 760 мм рт.ст. або 1013,25 гПа.

Показання барометрів залежать від сили тяжіння, яка в свою чергу залежить від географічної широти і висоти барометру над рівнем моря.

В метеорології показання барометрів приводять до нормальної сили тяжіння на широті 45°. Для цього існує формула:

$$H_{45} = H_{\varphi} \cdot (1 - 0,0026 \cos 2\varphi), \quad (5)$$

де  $H_{\varphi}$  і  $H_{45}$  – висоти ртутного стовпа у барометрі на широтах  $\varphi$  і 45°.

Приведення показання барометра до сили тяжіння на рівні моря  $H_0$  в залежності від висоти розташування барометра розраховується згідно з формулою:

$$H_0 = H_h \cdot (1 - 0,000000314 h), \quad (6)$$

де  $H_0$  і  $H_h$  – показ барометра на рівні моря і на висоті  $h$ .

На практиці до показань барометрів вводять поправки, які додаються (з урахуванням знаку) до виміряної величини тиску.

Для барометра, який вже встановлено, постійна поправка не змінюється за часом.

1. Інструментальна поправка  $\Delta h_i$  обумовлена припустимими похибками при виготовленні приладу:

- неоднаковий перетин скляної трубки по довжині;
- відхилення діаметра трубки від стандартного;
- присутність газу в барометричній трубці над ртуттю;
- вплив ртутних парів, що знаходяться в барометричній трубці.

Величина інструментальної поправки визначається для кожного барометра шляхом порівняння його показань з показаннями еталонного або контрольного барометра. Вона вказується в заводському паспорті приладу.

2. Поправка на приведення показань барометра ( вага стовпа ртуті ) до нормального прискорення сили тяжіння ( прискорення на широті 45°)  $\Delta h_{\varphi}$  Прискорення сили тяжіння змінюється з широтою головним чином

через зміну відцентрової сили, що виникає завдяки участі всіх тіл у добовому обертанні земної кулі навколо своєї осі. Найбільша відцентрова сила виникає на екваторі. Ця сила завжди спрямована проти сили тяжіння.

$$\Delta h_{\varphi} = -2,64 \cdot 10^{-3} h \cdot \cos 2\varphi. \quad (7)$$

3. Поправка на приведення показань барометра до рівня моря. Прискорення сили тяжіння змінюється в залежності від висоти місця спостереження. Сила тяжіння при піднятті над поверхнею землі зменшується. Звідси випливає, що висота барометричного стовпа при тому самому тиску буде збільшуватися за рахунок зменшення сили тяжіння. Показ барометра приводять до прискорення сили тяжіння на рівні моря за допомогою формули:

$$\Delta h_z = -3,14 \cdot 10^{-7} h \cdot z, \quad (8)$$

де  $z$  – висота чашки барометра над рівнем моря.

На підставі цієї формули розраховуються величини поправок для різних значень висоти місця. Для станцій, що розташовані вище рівня моря, ця поправка від'ємна.

4. Постійна поправка ( $\Delta h_{\Pi}$ ). Це алгебраїчна сума інструментальної ( $\Delta h_i$ ) поправки приладу, що вказана у його паспорті, поправок на приведення прискорення тяжіння  $g$  до широти  $45^\circ$  ( $\Delta h_{\varphi}$ ) і до рівня моря ( $\Delta h_z$ ):

$$\Delta h_{\Pi} = \Delta h_i + \Delta h_{\varphi} + \Delta h_z,$$

Для порівняння спостережень за атмосферним тиском, які проводяться при різних температурах на станціях, умовились показ барометрів приводити до  $0^\circ\text{C}$ . З цією метою вводять температурну поправку, яка знаходиться за допомогою спеціальних таблиць, розрахованих за такою формулою:

$$H_0 = H_t [1 - (\alpha - \beta)] t, \quad (9)$$

де  $H_0$  і  $H_t$  – висота ртутного стовпа при температурі  $0^\circ\text{C}$  і  $t^\circ\text{C}$ ,

$\alpha$  – коефіцієнт поширення ртуті ( $\alpha = 0,000181$ ),

$\beta$  – коефіцієнт поширення латуні ( $\beta = 0,000018$ ), з якої зроблено барометр.

Висота стовпа ртуті, за інших рівних умов, може змінюватися в залежності від щільності ртуті. Зміна густини ртуті тісно пов'язана зі

зміною температури. Крім того, висота ртутного барометричного стовпа вимірюється по шкалі, яка нанесена на металеву оправу, довжина якої також залежить від температури.

Для того, щоб виключити вплив температури барометра на його показання, розраховані поправки на приведення тиску до температури 0°C при різних значеннях температури барометра і тиску. Величина поправки розраховується за формулою 10

$$\Delta h_t = -1,63 \cdot 10^{-4} \cdot H_h \cdot t, \quad (10)$$

де  $t$  – температура (°C) барометра,  $H_h$  – відлік по барометра.

При додатній температурі поправка від'ємна і, навпаки, при від'ємній температурі барометра вона додатна.

Алгебраїчна сума  $P$ :

$$P = H_h + \Delta h_{II} + \Delta h_t \quad (11)$$

називається атмосферним тиском на станції.

Для виміру атмосферного тиску на станціях застосовуються в основному чашкові станційні барометри.

У цих барометрах атмосферний тиск врівноважується вагою стовпа ртуті відповідної висоти. Тому вимір атмосферного тиску зводиться до визначення висоти стовпа рідини з точністю до десятих часток поділки шкали ( шкали барометрів частіше градууються в мілібарах). Точність відліку забезпечується застосуванням точних шкал і ноніусів, а також шляхом строгого дотримання визначених правил виміру.

Для захисту барометра від поштовхів, трясіння, від попадання прямої сонячної радіації, захисту від пилу та інших фізичних впливів, барометр встановлюється в барометричній шафці, яка зображена на рис. 5. Шафка має заклені дверці, що при спостереженні легко відкриваються і не заважають проведенню відліків; на задній стінці шафки повинен бути проріз, який закривається матовим склом або білим папером, що служить для підсвічування меніска ртуті в барометрі. Розмір шафки повинен відповідати розміру станційного барометра. Бажано мати шафку, у яку можна було б помістити два барометри: станційний і інспекторський (на час звірки станційного барометра). Барометрична шафка повинна бути укріплена на капітальній стіні приміщення за допомогою брусів на деякій відстані від стіни для того, щоб за шафкою можна було помістити електричну лампочку потужністю не більше 25Вт для висвітлення трубки барометра. Шафка кріпиться на висоті не менше 70-80 см від підлоги. При проведенні вимірів лампочка вмикається, в інший період вона вимкнена, щоб не нагрівати і не спотворювати показання барометра.

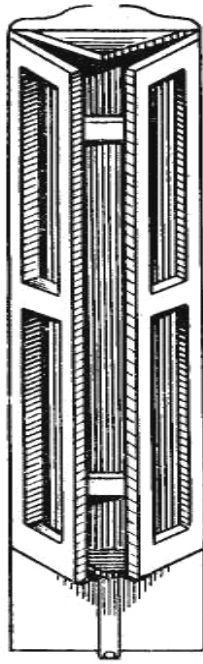


Рисунок 5 – Барометрична шафка.

Барометр, встановлений на станції, повинен мати паспорт заводо-виробника, перевірочне свідоцтво і печатку інспектора, що встановив барометр або проводив останню звірку з інспекторським барометром, та документ, що підтверджує постійну поправку до барометра.

Література (1, с. 17).

### **Проведення вимірів атмосферного тиску**

При проведенні вимірів по станційному барометру необхідно дотримуватися наступних правил:

- барометр повинен бути встановлений у службовому приміщенні метеорологічної станції в барометричній шафці, яка укріплена на капітальній стіні;

- барометр повинен висіти вільно, не торкаючись чашкою стінок шафки;

- температура повітря в приміщенні станції повинна бути близькою до нормальної (від 15 до 20°C);

- неприпустима температура нижча –5 °C і вища за 45 °C;

- забороняється встановлювати барометр поблизу опалювальних приладів, вікон, дверей;

- для освітлення трубки і шкали барометра необхідно користуватись електричною лампочкою потужністю не більше 25Вт, яка встановлюється за барометричною шафкою. У виключних випадках допускається використовувати для освітлення шкали барометра

електричний ліхтарик. Забороняється користуватися сірниками і свічками. Освітлення барометра варто включати тільки на період проведення вимірів, щоб уникнути перегріву барометра;

- гвинт для сполучення чашки барометра з атмосферою повинен бути відгвинчений на один-два оберти. Необхідно стежити за дотриманням цієї умови після зміни положення барометра (наприклад, після струсів, витирання пилу на барометрі і т.п.);

- під чашкою барометра варто установити керамічну або скляну судину для збору ртуті, яка може витікати з барометра у випадку його несправності;

- забороняється зміна місця розташування барометра без спеціальної вказівки.

Перед проведенням вимірів (безпосередньо перед терміном спостережень) по станційному барометру спостерігач повинен виконати наступні підготовчі дії:

- відкрити барометричну шафку;
- ввімкнути освітлення барометра;
- перевірити зовнішній стан барометра (вертикальність підвіски, схоронність пломби інспектора, положення гвинта, що закриває отвір чашки, і т.д.);

- оцінити стан ртуті в скляній трубці барометра (чистота ртуті, вигляд меніску);

- установити нормальну (опуклу) форму меніска легким постукуванням по оправі барометра;

На підставі зовнішнього огляду приладів спостерігач приймає рішення про їхню справність і про можливість виконання вимірів по них. Недоліки в установці приладів (невертикальність барометра, невірне положення гвинта на чашці барометра) повинні бути виправлені до початку вимірів.

Виміри по барометру проводяться після виконання підготовчих робіт у наступному порядку:

- відраховуються покази термометра при барометрі із точністю до  $0,1^{\circ}\text{C}$ ;

- обертанням кремальєри піднімається кільце з ноніусом вище меніска ртуті, потім ноніус зверху вниз підводиться до зіткнення його зрізів з вершиною меніска ртуті в барометричній трубці так, щоб по обох сторонах меніска були видні просвіти. При підводці ноніуса, око спостерігача повинно бути розташовано так, щоб передній і задній зрізи кільця ноніуса збігалися, як вказано на рис. 6;

- проводиться відлік по шкалі барометра і ноніусу з точністю до  $0,1$  одиниці шкали (цілі і десяті частки гектопаскаля). Найближча до нижнього зрізу ноніуса поділка шкали показує значення тиску в цілих одиницях. Десята частка визначається по поділці ноніуса, що найбільше



точно співпадає з однією із поділок шкали. Цифра на цій поділці ноніуса виражає число десятих часток (рис. 7);

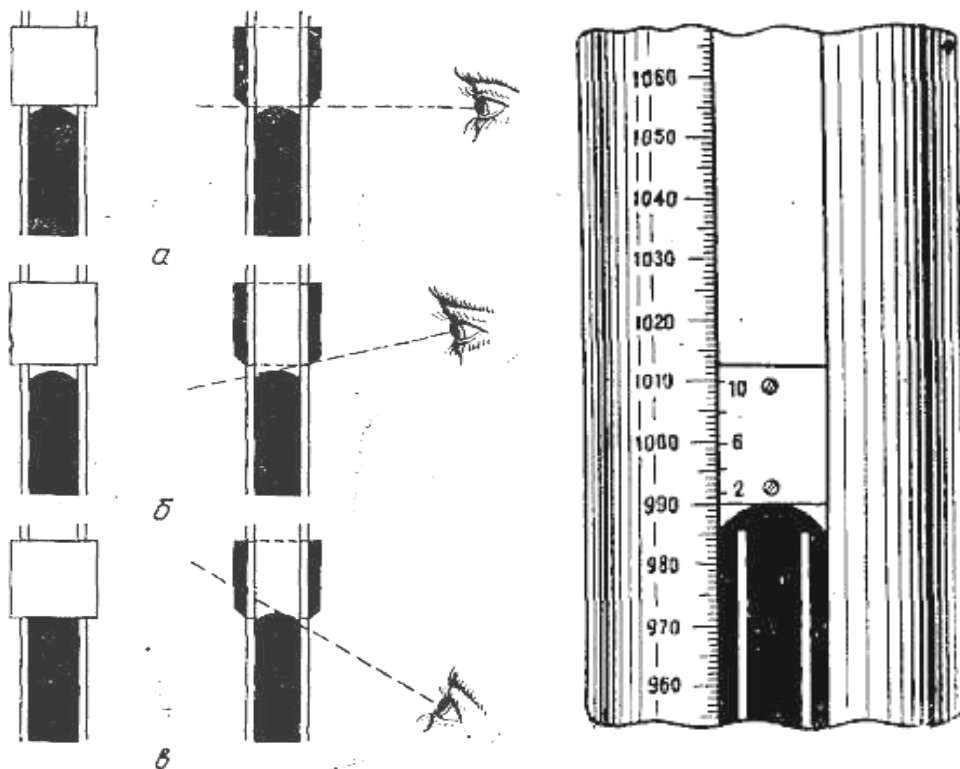


Рисунок 6 – Положення ока спостерігача при підводці ноніуса.

Рисунок 7 – Ноніус станційного чашкового барометра.

– після відліку положення ноніуса оставляють незмінним до наступного терміну спостережень.

Відліки по термометру при барометрі та по шкалі барометра записуються у відповідні графи книжки КМ-1 відразу після визначення.

Література (1, с. 17).

### Обробка і запис результатів вимірів атмосферного тиску

Для визначення атмосферного тиску на рівні станції до відліку по барометру вводиться постійна поправка і поправка на приведення показань барометра до температури  $0^{\circ}\text{C}$ ; у відлік по термометру вводиться сертифікатна поправка.

Постійна поправка повідомляється на станцію і повинна бути вказана на першій сторінці книжки КМ-1, а також записана у відповідну графу для кожного терміну поруч з відліком по барометру.

Поправка на приведення показань барометра до температури 0 °С визначається по таблиці «Поправка для приведення показань барометра до температури 0 °С». При визначенні поправки виконується наступне:

- відлік по барометру округлюється до десятків одиниць (гПа, мб, мм рт.ст.);
- температура барометра округлюється до 0,5 °С;
- знаходиться поправка на приведення показань барометра до температури 0°С на перетинанні графі «Показання барометра» і рядка «Температура»;
- при температурі барометра вище 0 °С поправка вводиться зі знаком мінус (–); нижче 0 °С поправка має знак (+);

В таблиці 11 наведено приклад значень температури та тиску для приведення показників барометру в гПа до температури 0°С. Таблиця наведена для станції, яка розташована на території ОДЕКУ (висота над рівнем моря – 40 метрів).

Таблиця 11 – Приклад таблиці для приведення тиску до температури 0°С.

t, °С	22	22,5	23	23,5	24	24,5	25	25,5	26
P									
990	3,6	3,6	3,7	3,8	3,9	3,9	4,0	4,1	4,2
1000	3,6	3,7	3,7	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2	4,2
1010	3,6	3,7	3,8	3,9	3,9	4,0	4,1	4,2	4,3
1020	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,0	4,1	4,2	4,3

Поправка записується у відповідну графу книжки КМ-1 для кожного терміну.

Приклад:

Температура при барометрі ..... 24,4°С  
 Температура при барометрі після округлення 24,5°С  
 Відлік по барометру ..... 998,4 гПа  
 Відлік по барометру після округлення ..... 1000 гПа  
 Поправка на приведення показань барометра до температури 0°С ..... –4,0 гПа  
 Постійна поправка до барометра ..... +0,4 гПа  
 Атмосферний тиск на рівні станції:

$$998,4 - 4,0 + 0,4 = 994,8 \text{ гПа.}$$

При визначенні тиску по барометру з міліметровою шкалою розрахунок значення тиску проводиться в міліметрах ртутного стовпа.

В таблиці 12 наведено приклад приведення показників атмосферного тиску в мм рт.ст. до температури 0°C.

Таблиця 12 – Приклад таблиці для приведення атмосферного тиску в мм рт.ст. до температури 0 °С.

t, °C	20	20,5	21	21,5	22	22,5
Р						
750	2,4	2,5	2,6	2,6	2,7	2,7
760	2,5	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8
770	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,8
780	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9
790	2,6	2,6	2,7	2,8	2,8	2,9

Значення в міліметрах переводяться в гектопаскалі після введення усіх поправок.

Приклад:

Температура при барометрі ..... 20,2°C  
 Температура при барометрі після округлення 20,0°C  
 Відлік по барометру ..... 771,3 мм рт. ст.  
 Відлік по барометру після округлення ..... 770,0 мм рт. ст.  
 Поправка на приведення показань барометра до температури 0°C ..... -2,5 мм рт. ст.  
 Постійна поправка до барометра ..... +0,6 мм рт. ст.  
 Атмосферний тиск на рівні станції:

$$P=771,3-2,5+0,6=769,4 \text{ мм} \times 1,33=1023,3 \text{ гПа.}$$

Показання станційного чашкового барометра та його поправки записуються у відповідній графі книжки КМ-1. Приклад заповнення рядків книжки КМ-1 наведено нижче:

	Відлік	Поправка	Виправл. значення
Термометр при барометрі	24,3	0,1	24,4
Відлік барометра	998,4	0,4 -4,0	994,8

## Контрольні запитання

1. Які одиниці вимірювання використовуються для визначення атмосферного тиску, співвідношення між ними?
2. Які поправки входять до складу «постійної»?
3. Чим обумовлена інструментальна поправка приладу?
4. Як впливає сила тяжіння на величину атмосферного тиску?
5. Вказати зміну знаку поправки на силу тяжіння від 0 до 90° географічної широти.
6. Як змінюється сила тяжіння від висоти барометра над рівнем моря?
7. Для чого атмосферний тиск приводиться до температури 0 °С?
8. Який порядок введення поправки на приведення тиску до температури 0 °С?
9. Які правила установки барометра в барометричній шафці?
10. Вказати основні правила установки барометра на метеорологічній станції.
11. Який порядок проведення зовнішнього огляду барометра перед відліком?
12. Порядок проведення відліків по барометру?
13. Перевести 3 мм рт.ст. у гПа.
14. Як визначається атмосферний тиск на станції?

## Порядок виконання чергування

1. Вивчати теоретичний матеріал, наведений в загальному положенні цієї методичної вказівки та в літературі, яка рекомендована для даної теми.
2. Необхідно знати будову станційного барометра, його установку на метеорологічній станції і проведення відліків по ньому.
3. Вивчати поправки, які вводяться до відліків барометра, їх знаки та причині, за якими їх слід вводити.
4. Відповісти на контрольні запитання (опитування проводить викладач після вивчення теоретичної частини завдання).
5. Провести спостереження на станції за вітром, видимістю, температурою і вологістю повітря, атмосферним тиском. Ввести поправки до відліків термометрів, визначити вологість повітря по психрометричних таблицях. Ввести поправки до відліку тиску та визначити атмосферний тиск на рівні станції.
6. Результаті спостережень записати в книжку КМ-1.

## ЧЕРГУВАННЯ № 4

Тема чергування: Метеорологічна величина: атмосферний тиск. Приведення атмосферного тиску до рівня моря за різними барометричними формулами. Використання барометричної формули політропної атмосфери. Розрахунок віртуальної температури. Залежність атмосферного тиску від температури та густини повітря. Визначення барометричної тенденції.

Спостереження на станції за вітром, видимістю, температурою, вологістю і атмосферним тиском повітря. Запис в книжці КМ-1.

### Мета чергування

#### Мета чергування:

- навчити студентів приведенню атмосферного тиску до рівня моря з використанням різних барометричних формул;
- розрахунку віртуальної температури;
- навчити, як залежить атмосферний тиск від температури і густини повітря, і як він змінюється у просторі та за часом.

### Завдання на підготовку до чергування

Студент повинен вивчити теоретичну частину завдання з використанням літератури [1] і загальних положень даної методичної вказівки. Після вивчення теоретичного матеріалу він повинен

#### знати:

- барометричні формули, за якими атмосферний тиск приводиться до рівня моря;
- змінення атмосферного тиску у просторі і за часом;
- залежність атмосферного тиску від температури і густини повітря;
- як розраховується віртуальна температура;
- як визначається барометрична тенденція.

#### вміти:

- розрахувати віртуальну температуру;
- привести атмосферний тиск до рівня моря за барометричною формулою політропної атмосфери;
- визначати барометричну тенденцію;
- правильно записати дані визначення атмосферного тиску в книжці КМ-1.

## ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

За нормальний тиск приймається така вага одиничного перерізу ртутного стовпа, висота якого дорівнює 760 мм на рівні моря і на широті 45° при температурі 0 °С. Такий шар давить з силою, рівною

$$76 \text{ см} \times 13,596 \text{ г/см}^3 = 1013,3 \text{ г/см}^2,$$

де  $13,596 \text{ г/см}^3$  – це густина ртуті при температурі 0 °С.

### Залежність тиску від температури та густини повітря

З основного рівняння статички ( атмосфера знаходиться у стані спокою відносно поверхні землі ):

$$\frac{dP}{dz} = -\rho g, \quad (1)$$

або

$$-dP = \rho g dz \quad (2)$$

де  $\frac{dP}{dz}$  – вертикальний градієнт тиску (гПа/100 м); це зміна атмосферного тиску по вертикалі.

Із рівняння статички видно, що при одному і тому ж значенні  $dz$  атмосферний тиск зменшується тим більше, чим більше густина атмосфери. При збільшенні висоти густина повітря, як правило зменшується. Тому, чим вище розташовується рівень, тим повільніше зменшується тиск при підйомі на одну й ту ж висоту  $dz$ .

Швидкість падіння тиску з висотою характеризується баричним ступенем  $h$ . Баричний ступінь – це висота, на яку потрібно піднятися чи опуститися з вихідного рівня, щоб тиск зменшився на 1 гПа. Розмірність баричного ступеня – м/гПа. За означенням:

$$h = \frac{dz}{dP}, \text{ або } h = \frac{1}{\rho g} \quad (3)$$

Якщо вважати прискорення вільного падіння незмінним, баричний ступінь залежить тільки від густини повітря. Чим менша густина, тим більший баричний ступінь, і навпаки. Від густини повітря за допомогою рівняння стану можна перейти до залежності баричного ступеня від температури.

Література (1, с. 17)

## Приведення атмосферного тиску до рівня моря

Для порівняння атмосферного тиску декількох пунктів, які розташовані на різних висотах над рівнем моря необхідно врахувати, що атмосферний тиск з висотою завжди зменшується і необхідно порівнювати вагу атмосферного стовпа однакової висоти, щоб зробити висновок де атмосферний тиск більший, а де менший, бо від цього залежить куди буде переміщуватися повітря, або звідки буде спрямовано вітер.

Для цього атмосферний тиск приводять до рівня моря за барометричними формулами.

На метеорологічній станції розраховують поправку для приведення тиску на станції ( $P$ ) до тиску на рівні моря ( $P_0$ ) за допомогою барометричної формули політропної атмосфери:

$$P_z = P_0 \left( \frac{T_{vz}}{T_{vz0}} \right)^{g/R_c\gamma}, \quad (4)$$

де  $g$  – прискорення вільного падіння ( $g = 9,81 \text{ м}^2/\text{с}$ ),  $R$  – питома газова стала сухого повітря ( $R_c = 287 \text{ (Дж/кг} \cdot \text{К)}$ ),  $\gamma$  – середній вертикальний градієнт температури повітря в атмосфері ( $\gamma = 0,65^\circ / 100\text{м}$ ).

Політропною називають атмосферу, яка характеризується лінійним законом зміни температури з висотою, тобто градієнт температури з висотою залишається постійним.

Для приведення атмосферного тиску до рівня моря використовують віртуальну температуру – це температура сухого повітря, яка при однаковому тиску має густину, що дорівнює густині вологого повітря.

Віртуальні температури, що враховують вологість повітря, розраховуються за формулами:

$$T_{vz} = T_z \cdot \left[ 1 + 0,378 \left( \frac{e}{P} \right) \right], \quad (5)$$

$$T_{vz0} = T_{z0} \cdot \left[ 1 + 0,378 \left( \frac{e}{P} \right) \right]. \quad (6)$$

де  $T_z (K)$  – температура повітря на висоті 2 м над поверхнею землі,  $e$  – парціальний тиск водяної пари, (гПа);  $P$  – атмосферний тиск, (гПа).

Для розрахунку  $T_{z0}$  використовується формула:

$$T_{z0} = T_z + \gamma z, \quad (7)$$

де  $z$  – висота станції над рівнем моря.

На практиці для розрахунків віртуальної температури використовують формулу, за допомогою якої складають таблиці:

$$T_v = T + \Delta T_v, \quad (8)$$

де  $\Delta T_v$  – віртуальний додаток

$$\Delta T_v = 0,378T \cdot \left( \frac{e}{P} \right). \quad (9)$$

В таблиці 13 приведено приклад таблиці поправок для переходу до віртуальної температури, яка використовується на навчальній станції ОДСКУ, де  $e$  – парціальний тиск водяної пари, ( гПа ).

Таблиця 13 – Поправки для переходу температури повітря до віртуальної температури при  $P=(1000 \pm 50)$  гПа

$e$ t°C	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
5	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,2
10	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2
15	1,7	1,8	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,2	3,3
20	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3
25	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,2	3,3	3,4
30	1,8	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4
35	1,8	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5

Для приведення атмосферного тиску до рівня моря на станції розраховують таблицю поправок за формулами (4-7).

$$\Delta P_0 = P_0 - P_z \quad (10)$$

де  $P_0$  – атмосферний тиск на рівні моря,  $P_z$  – атмосферний тиск на рівні станції. З формулі 4:

$$P_0 = P_z \left( \frac{T_{vz0}}{T_{vz}} \right)^{g/R_c \gamma} \quad (11)$$



Для навчальної метеорологічної станції ОДЕКУ, висота якої над рівнем моря  $z = 40$  м. З формулі (7)  $T_{z0} = T_z + \gamma z$  визначаємо:

$$T_{z0} = T_z + \frac{0,65 \cdot 40}{100}$$

$$T_{z0} = T_z + 0,26$$

Величина  $\frac{g}{R_c \gamma} = \frac{9,8 \cdot 100}{287 \cdot 0,65} = 5,25$ .

Розрахункова формули для приведення атмосферного тиску до рівня моря:

$$P_0 = P_z \left( \frac{T_{vz0}}{T_{vz}} \right)^{5,25} \quad (12)$$

За цією формулою розрахована таблиця поправок (таблиця 14), що дозволяє приводити атмосферний тиск, виміряний на метеорологічному майданчику, висота якого 40 м до рівня моря.

В таблиці по величині атмосферного тиску на станції та віртуальній температурі знаходять  $\Delta P_0$  (таблиця 14).

Таблиця 14 – Поправки для приведення атмосферного тиску до рівня моря

$T_v$ °C	970	980	990	1000	1010	1020	1030
0	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
5	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9
10	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,9
15	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
20	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,8
25	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8
30	1,6	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7

Для обчислення атмосферного тиску на рівні моря до виправленого значення атмосферного тиску на рівні станції додається поправка, яка знаходиться по таблицях, які розраховуються для кожної станції.

Значення поправки для приведення тиску до рівня моря визначається по атмосферному тиску на станції і віртуальній температурі повітря (таблиця 14). На кожній станції використовується та частина таблиці, що відповідає діапазону змін температури, вологості повітря й атмосферному тиску на даній станції.

Приклад:

Атмосферний тиск на рівні станції

(відлік по барометрі плюс постійна поправка,

плюс поправка на приведення показань барометра

до температури 0°C) ..... 994,8 гПа;

Температура повітря ..... 24,5 °C;

Парціальний тиск водяної пари ..... 16,8 гПа.

Знаходимо поправку для переходу до віртуальної температури повітря по таблиці 13.

Поправка дорівнює ..... +1,9°C

(для округлених значень температури повітря 25 °C и парціального тиску водяної пари 17 гПа)

До значення температури повітря (24,5 °C) додаємо знайдену поправку (+1,9 C), одержуємо:

віртуальна температура .....  $24,5 + 1,9 = 26,4$ °C.

По таблиці 14 «Поправки для приведення тиску до рівня моря для даної станції» знаходимо поправку при тиску 993,4 гПа і віртуальній температурі 26,4 °C.

Поправка для приведення тиску до рівня моря ..... +1,7 гПа.

Атмосферний тиск на рівні моря .....  $994,8 + 1,7 = 996,5$ гПа.

Література (1, с. 17).

### **Визначення барометричної тенденції**

Крім виміру атмосферного тиску на станціях обчислюється величина і визначається характеристика барометричної тенденції. Величина тенденції визначає зміну показань ртутного барометра за 3 години. Вона обчислюється як різниця тиску на рівні станції (виправлених постійною поправкою і приведених до температури 0 °C) у термін спостереження і у попередній термін. Якщо тиск у термін спостереження більший, ніж у попередній термін, то величина барометричної тенденції вважається додатковою; якщо менший – від'ємною. Значення барометричної тенденції обчислюється з точністю до 0,1 гПа.

Якщо тиск на станції вимірюють барометром з міліметровою шкалою, то значення барометричної тенденції обчислюється в міліметрах, а потім переводяться у гектопаскалі по таблиці, яка приведена в коді КН-01, або

множенням значення в міліметрах на величину 1,33, це буде результат в гПа.

Характеристика барометричної тенденції записується в книжці КМ-1 цифрою коду з зображенням виду кривої, отриманої на діаграмному бланку барографу. Характеристика і цифри коду приведені в чергуванні 7 даного методичного збірника – кодова таблиця 8.

Література (1, с. 17).

**Приклад:**

Атмосферний тиск у термін спостереження .....994,8 гПа  
 Тиск у попередній термін ( 3 год. тому назад) ..... 995,3 гПа  
 Характеристика барометр. тенденції та цифра коду ..... \ 7  
 Величина барометричної тенденції ..... -0,5 гПа

Приклад запису результатів спостереження за атмосферним тиском в книжці КМ-1:

Термометр при барометрі	24,3	0,1	24,4
Відлік барометра	998,4	0,4 -4,0	994,8
Віртуальна температура	24,5	1,9	26,4
Тиск на рівні моря		1,7	996,5
Барометрична тенденція	\ 7		-0,5

**Контрольні запитання**

1. Що таке віртуальна температура?
2. Наведіть формулу розрахунку віртуальної температури.
3. Як на практиці визначається віртуальний додаток?
4. Як змінюється атмосферний тиск з висотою?
5. Привести основне рівняння статки.
6. Привести барометричну формулу політропної атмосфери.
7. Як на станції визначається барометрична тенденція та її характеристика?
8. Як залежить атмосферний тиск від температури і густини повітря.
9. Які поправки вводяться для приведення тиску до рівня моря?

**Проведення чергування**

1. Вивчити теоретичну частину даної теми по літературі [4,5,7] та по загальному положенню, яке приведено в даній методичній вказівці.

Особливу увагу звернути на формули, за якими атмосферний тиск приводиться до рівня моря.

2. Вивчити формули розрахунку віртуальної температури і знати як на практиці враховується віртуальна температура для визначення тиску на рівні моря.

3. Знати, як визначається барометрична тенденція та її характеристика.

4. Зробити спостереження на станції за вітром, видимістю, температурою та вологістю повітря, атмосферним тиском. Ввести поправки до відліків термометрів, визначити характеристики вологості по психрометричним таблицям. Ввести поправки до відліку атмосферного тиску для визначення атмосферного тиску на рівні станції; визначити віртуальну температуру і тиск на рівні моря.

5. Записати результати спостережень в книжку КМ-1.

## ЧЕРГУВАННЯ № 5

Тема чергування: Метеорологічні величини – хмарність і опади. Визначення кількості хмар, основні форми і види. Візуальний метод спостережень за хмарністю, станом неба.

Спостереження за опадами і станом погоди, кількістю опадів.

Спостереження на станції за вітром, видимістю, температурою, вологістю і атмосферним тиском повітря, хмарністю і станом погоди. Запис в книжці КМ-1.

### Мета чергування

Мета чергування: Освоїти основні теоретичні положення про хмарність її форми, види, принципи проведення спостережень за хмарами. Ознайомитися з організацією спостережень за опадами на метеорологічній станції.

Одержати практичні навички проведення спостережень за кількістю хмар, формами і видами хмар. Проведення спостережень за опадами та їхньою кількістю.

Освоїти методи обробки даних спостережень і запис результатів спостережень у книжку КМ-1.

### Завдання на підготовку до чергування

У результаті вивчення теоретичного матеріалу студент повинен знати:

- принцип оцінки стану неба, визначення кількості хмар на небі;
- основні яруси, форми, види хмар і шари атмосфери, у яких вони спостерігаються;
- принцип проведення спостережень за опадами;
- прилади, по яким проводяться спостереження за опадами;
- проведення спостережень за станом погоди.

Студент повинен

вміти:

- визначати кількість хмар на небі;
- визначати основні яруси, форми і види хмар;
- провести спостереження на метеорологічній станції за опадами і їх кількістю;
- зробити запис у книжку КМ-1.

## **ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ**

### **Спостереження за хмарами**

Хмари є важливим складним елементом круговороту води в природі; вони впливають на радіаційний обмін Земля – атмосфера, на перерозподіл тепла на земній кулі і загальну циркуляцію атмосфери; хмари є важливим погодо-кліматоутворюючим фактором.

Хмари – це системи завислих в атмосфері над поверхнею Землі частинок води в рідинно-крапельному і (або) твердому (кристалічному) стані, що є продуктами конденсації водяної пари.

При спостереженнях за хмарами визначають:

- кількість хмар (хмарність);
- форми хмар;
- висоту нижньої межі хмар нижнього ярусу.

Далі при проведенні спостережень за хмарами необхідно дотримуватися наступних умов:

– спостереження за кількістю і формою хмар, а також візуальні спостереження за висотою їх нижньої межі необхідно проводити з такого місця на станції, з якого можна бачити увесь небозвід (по можливості до обрію);

– оцінка кількості і форм хмар повинна здійснюватися в терміни спостережень відповідно до програми роботи станції;

– з огляду на безупинні, часто швидкі зміни хмарності і перехід хмар одних форм в інші, необхідно стежити за утворенням, розвитком і зміною хмарності не тільки в терміни спостережень, але і між термінами. Лише в цьому випадку спостерігач зможе одержати чітке уявлення про зміни, що відбуваються, і правильно визначити форми хмар;

– вимір висоти хмар чи її візуальна оцінка повинні здійснюватися в терміни спостережень, а при досягненні небезпечних значень – відповідно до вказівок за інформацією про небезпечні значення висоти нижньої межі хмар [1].

### **Визначення кількості хмар**

При спостереженнях визначається загальна кількість хмар усіх ярусів, що покривають весь видимий небозвід (загальна хмарність), і кількість хмар тільки нижнього ярусу (нижня хмарність).

Кількість хмар по усьому видимому небозводу оцінюється візуально за 10-бальною шкалою. При відсутності хмар кількість хмар оцінюється 0 балів. Якщо хмарами зайнята 0,1 частина небозводу,

кількість хмар оцінюється 1 балом, 0,3 – 3 балами і т. д. При повному покритті кількість хмар оцінюється 10 балами.

Кількість хмар менша за 1 бал відзначається як сліди. При цьому форма цих хмар не визначається.

Якщо хмарами покрито більш 0,9 небозводу (більш 9 балів), але існують окремі просвіти (що складають менш 0,1 небозводу), то кількість хмар (хмарність) оцінюється як 10 балів із просвітами [1].

При оцінці кількості хмар, коли вони займають менш половини видимого небозводу, необхідно підсумовувати покриті хмарами частини небозводу. Якщо кількість хмар більша за 5 балів (тобто хмарами покрито більше половини небозводу), зручніше підсумовувати площі, які не зайняті хмарами, і потім їх відняти від десяти. Залишок і буде – кількість хмар у балах.

Сліди конденсації від літаків включаються в кількість хмар тільки в тому випадку, якщо вони стійкі і мають подібність з якою-небудь формою хмар.

Якщо крізь туман, серпанок або імлу видні хмари, необхідно визначити їх кількість: туман, серпанок та імла не враховуються. Кількість хмар на небозводі не оцінюється, якщо туман або сильна імла просвічують, але не в такій мірі, щоб можна було визначити кількість хмар.

### **Визначення форм хмар**

Визначення форм хмар, їх видів і різновидів проводиться для усіх хмар, що спостерігаються на небозводі, коли вони по кількості складають 0,5 бали і більш.

Дозволяється не визначати форму хмар, що знаходяться нижче 5-6° над обрієм, однак при цьому хмари з різко визначеними обрисами (наприклад, С<sub>u</sub> і С<sub>b</sub>) обов'язково відзначаються.

Визначення форм, видів і різновидів хмар необхідно починати з тих, які займають найбільшу частину небозводу, а потім переходити до наступного в порядку зменшення їх видимої кількості.

При визначенні форми хмар користуються морфологічною класифікацією, відповідно до якої в залежності від зовнішнього вигляду і їх структури виділено 10 основних форм хмар. У кожній з основних форм виділяють 2-3 види.

Основні різновиди хмар відбивають специфічні особливості їхнього утворення, зовнішнього вигляду або зв'язаного з цим різновидом атмосферного явища. Тому той самий різновид може мати місце в різних видах і навіть у різних формах.

Хмари можуть розташовуватися у виді окремих ізольованих мас або суцільного покриву, їхня побудова може бути різною, а нижня

поверхня рівною, розчленованою або порваною. Зіставлення цих особливостей допомагає упевнено визначити форму, вид і різновид хмар, що спостерігаються.

У залежності від висоти хмари підрозділяють на три яруси:

- хмари верхнього ярусу – нижня границя вище 6000 м;
- хмари середнього ярусу, їх нижня границя знаходиться між 2000 і 6000 м;
- хмари нижнього ярусу, їх нижня границя розташована нижче 2000 м.

До хмар нижнього ярусу відносять також і хмари, що займають по вертикалі кілька ярусів, але основа яких лежить у нижньому ярусі (Cu, Cb). Такі хмари виділяються в особливу групу хмар вертикального розвитку.

Зазначені межі висот по ярусах відносяться до умов рівнинної місцевості помірних широт. Ці межі варто розглядати як приблизні, тому що фактична висота хмар однієї і тієї ж форми непостійна і може змінюватися в залежності від характеру процесу утворення і місцевих умов.

При визначенні форм хмар, їх видів і різновидів необхідно керуватися «Атласом хмар» [1] враховуючи не тільки зовнішній вигляд хмари і подібність її з однією з фотографій Атласу, але і з огляду на додаткові ознаки, що характеризують її форму, висоту і будову.

Важливими ознаками, що допомагають визначити приналежність хмари до тієї або іншої форми, іншого виду, різновиду, є:

- походження і розвиток хмари, що спостерігається, із хмар якої-небудь іншої форми;
- світлові (оптичні) явища, що спостерігаються в хмарах різних форм (коло навколо сонця і місяця, вінці, стовпи) і ступінь прозорості хмар;
- випадіння опадів із хмар та їх характер.

#### Визначення кількості і форми хмар в особливих умовах:

Спостереження в темну частину доби проводяться за кількістю хмар та їх формою. Для цього необхідно стежити за всіма змінами хмарності, особливо після заходу сонця, з огляду на те, що ті самі форми хмар у світлий і темний час доби часто виглядають неоднаково.

Якщо характер хмарності стійкий і форми хмар міняються повільно, то ці попередні спостереження можуть допомогти при визначенні хмарності вночі. Визначення кількості хмар у темну частину доби треба робити з урахуванням видимості зірок, тобто вважаючи покритими хмарами ті частини небозводу, де зірок не видно. Однак при цьому треба мати на увазі, що існують тонкі хмари (Ci, Cs і ін.), крізь які зірки добре просвічують.

Низькі суцільні хмари (наприклад, St, St fr, Sc і ін.) можуть бути визначені також по їх освітленню наземними джерелами світла. На нижній



поверхні цих хмар буває добре помітно заграву від освітлення великих міст, вокзалів, заводів і ін. На хмарах середнього ярусу, навіть щільних, освітлення хмар наземними вогнями не спостерігається.

Правильному визначенню форм хмар можуть сприяти спостереження за характером і видом опадів, а також за оптичними явищами в хмарах.

Спостереження на гірських станціях. Спостереження за хмарами на гірських станціях необхідно робити так само, як і на рівнині, тобто враховувати кількість і форму хмар, що знаходяться над станцією.

Однак, слідує враховувати, що в горах хмари верхнього і середнього ярусів нерідко виявляються на висотах, менших, порівняно з рівнинними станціями, але за цією ознакою їх не можна відносити до іншого ярусу.

Особливо варто відрізнити хмари, що знаходяться нижче рівня станції. Оцінюючи їхню кількість, простір, зайнятий гірськими піками, що піднімаються над хмарним покривом, необхідно враховувати як зайнятий хмарами.

Морфологічна класифікація форм хмар приведена в таблиці 15.

Таблиця 15 – Морфологічна класифікація хмар

Основні форми хмар	Латинська назва	Позначки	Види і різновиди	Латинська назва	Міжнародні позначки	Цифра коду
1	2	3	4	5	6	7
<b>Хмари верхнього ярусу</b>						
Перисті	Cirrus	Ci	а) волокністі	fibratus	Ci fib	1
			кігтеподібні	uncinus	Ci unc	1
			хребтоподібні	vertebratus	Ci vert	4
			переплутані	intortus	Ci int	4
			б) щільні	spissatus	Ci sp	3
			грозові	incus-genitus	Ci ing	3
			пластивчасті	flocus	Ci floc	2
Перисто-купчасті	Cirrocumulus	Cc	а) хвилясті	undulatus	Cc und	9
			сочевицеподібні	lenticularis	Cc lent	9
			б) подібні до купчастих	cumuliformis	Cc cuf	9
			пластивчасті	flocus	Cc floc	9
Перисто-шаруваті	Cirrostratus	Cs	а) волокністі	fibratus	Cs fib	5
			б) туманоподібні	nebulosus	Cs neb	7
<b>Хмари середнього ярусу</b>						
Високо-купчасті	Alto cumulus	Ac	а) хвилясті	undulatus	Ac und	
			прозорі	translucidus	Ac trans	3
			непрозорі	opacus	Ac op	7
			сочевицеподібні	lenticularis	Ac lent	4
			неоднорідні	inhomogenus	Ac inh	4
			б) подібні до купчастих	cumuliformis	Ac cuf	6
			пластивчасті	flocus	Ac floc	8
			баштоподібні	castellanus	Ac cast	8
Високо-шаруваті	Altostratus	As	утворені з купчастих	cumulogenitus	Ac cug	6
			а) туманоподібні	nebulosus	As neb	1
			б) хвилясті	undulates	As und	2

1	2	3	4	5	6	7
<b>Хмари нижнього яруса</b>						
Шарувато-купчасті	Stratocumulus	Sc	а) хвилясті	undulates	Sc und	5
			прозорі	translucidus	Sc trans	5
			непрозорі	opacus	Sc op	5
			сочевицеподібні	lenticularis	Sc lent	5
			б) подібні до купчастих	cumuliformis	Sc cuf	4
			баштоподібні	castellanus	Sc cast	5
			розпливчасті денні	diurnalis	Sc diurn	4
			розпливчасті вечірні	vesperalis	Sc vesp	4
			вим'яподібні	mammatus	Sc mam	5
Шаруваті	Stratus	St	а) туманоподібні	nebulosus	St neb	6
			б) хвилясті	undulates	St und	6
			в) розірвані	fractus	St fr	6
			або розірвано-дощові	fractonimbus	Frb	7
Шарувато-дощові	Nimbostratus	Ns				
<b>Хмари вертикального розвитку</b>						
Купчасті	Cumulus	Cu	плоскі	humilis	Cu hum	1
			середні	mediocris	Cu med	2
			потужні	congestus	Cu cong	2
Купчasto-дощові	Cumulonimbus	Cb	а) лисі	calvus	Cb calv	3
			б) волосаті	capillatus	Cb cap	9
			з грозовим валом	arcus	Cb arc	9
			з ковадлом	incus	Cb inc	9

### Візуальне визначення висоти хмар

При відсутності на станції приладу вимірника висоти хмар, а також у випадку, якщо нижня межа найнижчих хмар не знаходиться точно над пунктом виміру, спостерігач повинен оцінити висоту нижньої межі хмар візуально.

Уміння оцінювати висоту хмар «на око» досягається шляхом багаторазового порівняння візуальних оцінок з результатами вимірів.

При візуальній оцінці висоти хмар спостерігач дивиться неозброєним оком на нижню поверхню хмари і, вибравши на ньому який-небудь рельєфний вид, що виділяється на загальному тлі або ділянку, визначає висоту цієї ділянки хмари.

При визначенні висоти варто брати ділянку хмар, що розташована вище за 45° над обрієм. Корисно переводити око з хмари, що спостерігається, на предмети, відстані до яких відомі, і визначати висоту хмари шляхом порівняння її з цими відстанями. Більш надійні візуальні визначення висоти хмар у тих випадках, коли є придатні орієнтири на місцевості.

Так, наприклад, якщо поблизу станції є узвишся, високі будинки, радіощогли тощо, тоді висоту хмар можна оцінювати по закриттю верху цих орієнтирів.

Якщо хмари настільки близькі до земної поверхні, що майже співпадають з верхівками лісу, будинків тощо, то їх необхідно визначати як такі, що знаходяться на висотах менших за 50 м.

На гірських і високогірських станціях спостерігають не тільки за хмарами, що розташовані над станцією, але і за хмарами, що знаходяться на рівні станції і нижче неї. В останньому випадку визначається висота верхньої межі таких хмар і по можливості висота їх нижньої межі (коли хмари, що розташовані нижче станції, не представляють суцільної завіси).

З цією метою на різних висотах (вище і нижче станції) повинні бути обрані орієнтири, висота яких відносно станції відома. При цьому орієнтири, що служать для визначення нижньої межі хмар і знаходяться вище станції, повинні проглядатися під кутом до обрію не меншим за 15°.

За висоту нижньої межі хмар приймається висота ще видимого орієнтира, поблизу якого проходить хмара, а за висоту верхньої межі хмар – висота орієнтира, верхня границя якого ближче усього підходить до верхньої межі хмари.

Література (1; с. 105, 203; 3).

### Запис результатів спостережень

У книжку КМ-1 кількість хмар записується в балах: спочатку загальна кількість, потім кількість хмар нижнього ярусу.

Якщо кількість хмар менша за 0,5 бали, то записується кількість 0 балів, форма хмар і в дужках робиться позначка «сл.» (сліди). Запис при цьому буде мати вигляд 0/0 Си (сл);0/0 Сі (сл).

Приклади запису кількості хмар наведені в таблиці 16.

Таблиця 16 – Приклади запису кількості хмар у книжку КМ-1

Характер покриття небозводу	Вид запису
Все небо було покрито хмарами, але хмар нижнього ярусу немає	10/0
Все небо було покрито хмарами нижнього ярусу	10/10
Хмар на небі немає	0/0
Хмари покривають 0,8 площі небозводу, у тому числі хмарами нижнього ярусу було покрито 0,4 площі	8/4

У книжку КМ-1 форми хмар записуються окремо по ярусах. При відсутності хмар нижнього ярусу в рядку для запису форм хмар середнього ярусу варто вказувати ще і кількість хмар середнього ярусу. Кількість хмар середнього ярусу записується і тоді, коли хмар нижнього ярусу менше 1 бала.

Запис форм, видів і різновидів хмар в книжці КМ-1 здійснюється скороченими позначками, які приведені в таблиці 15 і в «Атласі хмар» [1].

Зразок запису результатів спостережень за хмарністю в книжку КМ-1 наведено у таблиці 17.

Таблиця 17 – Приклад запису в книжку КМ-1 спостережень за хмарами

Хмарність	Кількість $N_{\text{заг}}/N_{\text{ниж}}$	Висота нижньої межі	10/10	St-120
	Форма хмар	Верхній		
		Середній		
		Нижній	St	

На гірських станціях запис у книжку форм хмар, що знаходяться вище рівня станції, здійснюється в звичайному порядку. Якщо хмари розташовані нижче рівня станції, то визначається тільки кількість хмар.

Якщо спостерігається туман, серпанок або імла, але сонце, місяць, зірки або блакитне небо крізь них просвічують і немає яких-небудь слідів хмар вище туману, серпанка або імли, то в рядку «Кількість» в книжці КМ-1 записується 0/0.

Якщо висота хмар визначається візуально, то в рядку «Висота нижньої межі» поруч з висотою словами вказується «візуально», скорочено (віз). Результати візуального визначення висоти в книжку записуються з округленням до 50 м. Для хмар, що знаходяться на висотах менше за 50 м, записується < 50.

При інструментальному спостереженні висота нижньої межі хмар записується в метрах.

Література (1, с. 105).

### Спостереження і вимір атмосферних опадів

Атмосферні опади – основне джерело зволоження суші. Від надійності визначення кількості опадів залежить точність багатьох теоретичних розрахунків, складання короткострокових і довгострокових прогнозів погоди.

Сфера застосування даних про кількість опадів надзвичайно широка. З одного боку, опади – це метеорологічний фактор, що формує метеорологічне середовище заселення людини і впливає на рослинний покрив усієї земної кулі, у тому числі на врожай життєво важливих для людини культур. З іншого боку – існують негативні наслідки випадання

атмосферних опадів, що приводять до підтоплень, катастрофічних повеней тощо.

На станції спостереження проводяться за такими видами опадів, що випадають на земну поверхню і дають кількість опадів, які можна вимірювати:

- рідкими – • - дощ,  $\nabla$  - зливовий дощ, ☉ - мряка;
- твердими – \* - сніг,  $\nabla^*$  - зливовий сніг, X - снігова крупа,  $\Delta$  - снігові зерна,  $\Delta$  - льодова крупа,  $\Delta$  - льодовий дощ, ▲ - град.

Діюча методика регламентує визначення:

- кількості опадів, що випадають за період між двома послідовними вимірами;
- інтенсивності випадання рідких опадів.

Кількість опадів – це висота (у міліметрах) шару води, що утворився на горизонтальній поверхні від дощу, що випав, мряки, рясних рос, туману, снігу, що станув, граду, крупи й інших гідрометеорів за зазначений інтервал часу при відсутності стоку, просочування і випари.

Інтенсивність дощу – кількість опадів, що випали в одиницю часу, інтенсивність обчислюється в мм/хв із точністю до 0,01.

Методика поширюється також на спостереження за небезпечними та особливо небезпечними дощами, зливами і снігопадами на станціях, які проводять спостереження за цим видом небезпечних гідрометеорологічних явищ.

### **Визначення кількості опадів**

Кількість опадів виміряється постійно протягом усього року.

Кількість опадів визначається товщиною шару води (у мм), що утворюється на горизонтальній поверхні (проникнення води у ґрунт та стікання не враховуються).

Для виміру кількості опадів використовують прилад опадомір, представлений на рис. 8.

Опадомір (0-1) складається з двох металевих посудин (відер) для збору і збереження опадів, які випадають, однієї кришки до них, тагана для установки опадомірних посудин, вітрового захисту і двох вимірювальних стаканів.

Для збору опадів застосовується посудина (відро) у формі циліндра заввишки 40 см і площею приймального отвору 200 см<sup>2</sup>. У середині посудини є впаяна діафрагма у вигляді зрізаного конуса, яка перешкоджає випаровуванню опадів.

Вітровий захист опадоміра складається з 15 планок у вигляді зігнутої рівнобедреної трапеції. Верхні кінці планок відігнуті в зовнішню сторону і

знаходяться в одній горизонтальній площині. Планки служать для захисту посудини від попадання в неї пилу, піску тощо.

Для вимірювання опадів використовується вимірювальний стакан, який розділено шкалою на 100 поділок. Одна поділка стакана відповідає шару опадів 0,1 мм.

Опадомір встановлюється на метеорологічному майданчику на спеціальній підставці так, щоб приймальна поверхня приладу знаходилася на висоті 2 м від поверхні землі і була строго горизонтальна. З північної сторони опадоміра встановлюється металева або дерев'яна драбинка.

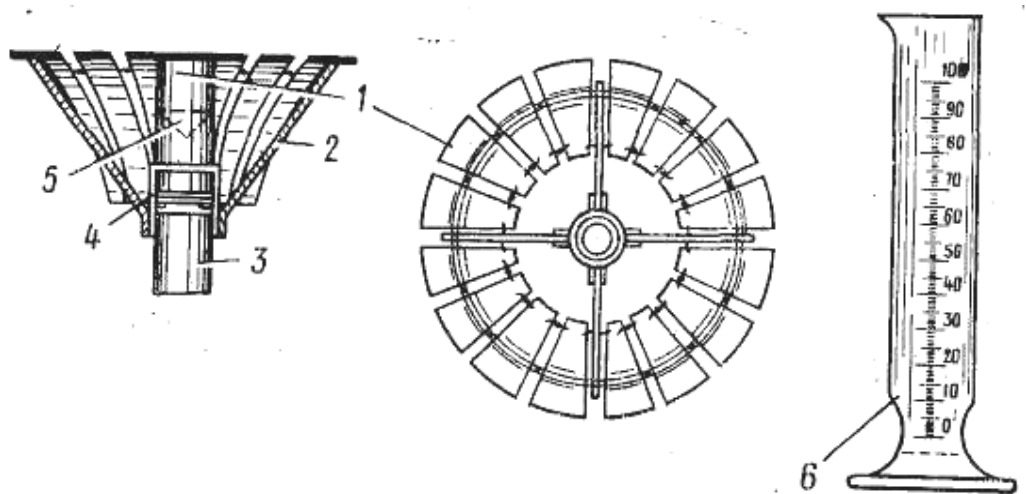


Рисунок 8 – Опадомір

1 – відро; 2 – вітровий захист; 3 – підставка для установки опадоміра; 4 – тагон, 5 – діафрагма; 6 - вимірювальний стакан.

Правильно зібраний опадомір повинен задовольняти наступні вимоги:

- планка захисту повинна являти собою конус з кутом нахилу до обрію  $70^\circ$ ;
- верхні відігнуті кінці планок захисту повинні знаходитися в горизонтальній площині і на одному рівні з верхнім краєм опадомірної посудини, що встановлена у тагані;
- при вітрі планки захисту повинні вільно коливатися, повертаючись у вихідне положення;
- посудина для збору опадів повинна без зусиль вставлятися в таган і вийматися з нього.

У місцевостях, де сніговий покрив буває вищим за 1 м, варто мати для установки опадоміра на зимовий період другу підставку або

стовп, а також драбинку. Вони повинні бути на 1 м вище підставки (стовпа) і драбинки, що застосовуються при звичайних умовах. Опадомір необхідно встановлювати на запасну підставку тоді, коли середня висота снігового покриву на метеорологічному майданчику, буде більше за 60 см. У весняний період, коли висота снігового покриву стане менше за 60 см, опадомір переставляється на основну підставку.

Будь-яка зміна в умовах установки опадоміра повинна бути відмічена в книжці КМ-1.

З початком зимового сезону, коли починають випадати тверді і змішані опади, лійка, що закриває отвір у діафрагмі, виймається до весни і знову вкладається в опадомірну посудину, коли тверді і змішані опади змінюються рідкими. Зливальний носок опадоміра завжди повинен бути закритий ковпачком.

Взимку необхідно стежити за тим, щоб сніг, який випадає при штилі або слабкому вітрі, не затримувався на планках захисту (що найчастіше буває при випаданні мокрого снігу) і не здувався в посудину опадоміра. Сніг, що затримується на планках, треба зчищати. Необхідно також стежити, щоб біля опадоміра не було заметів. Якщо утворюються замети, їх варто зрізати лопатою і забирати з площадки, намагаючись при цьому не підходити близько до установки. Не менше двох разів на місяць (1-го і 15-го числа кожного місяця) варто промивати опадозбірні посудини гарячою водою і потім перевіряти їх на течу. Для перевірки посудини на течу в неї наливається вода трохи вище рівня впайки носика, судина зовні витирається і ставиться на суху чисту дошку або папір на 1-2 год. При виявленні мокрих плям потрібно знайти місце течі, запаяти його, знову перевірити судину на течу і домогтися, щоб до чергової зміни вона була у справному стані. В книжку КМ-1 записується дата і година, коли виявлене і виправлене ушкодження.

Обидві опадозбірні посудини повинні бути зважені з закритою кришкою з точністю до 1-2 г. Маса кожної з посудин повинна бути записана. Запис можна зробити на самій посудині.

Маса посудини враховується при наближеному визначенні кількості твердих опадів шляхом зважування у випадку, коли вони не встигли стати до моменту подачі телеграми.

Вимір опадів проводиться два рази на добу для одержання кількості опадів за денну і нічну половини доби в терміни, найближчі до 8 і 20 год. середнього місцевого часу.

## Підготовка до вимірів

Зміна опадозбірних посудин і вимір кількості опадів проводяться у кожен термін виміру, незалежно від того, випадали опади між термінами, чи ні.

### Примітки:

1. При сталій сухій погоді, коли протягом тривалого часу опади не випадають, зміна посудин опадоміру в обидва терміни не обов'язкова. Необхідно змінювати їх у ранковий термін (найближчий до 8 год середнього місцевого часу), а у вечірній термін досить під час обходу майданчика оглянути посудину, що розміщена в установці, щоб переконатися у відсутності в ній опадів. Якщо опади будуть виявлені, то зміна посудини і вимір опадів обов'язкові.

2. Необхідність зміни опадозбірних посудин може виникнути і між термінами вимірів при випаданні рясних інтенсивних дощів. Кількість опадів, що випали між термінами їхнього виміру, може виявитися більше місткості опадозбірної посудини (близько 160 мм – до рівня зливального носика).

У цьому випадку допускається зміна опадозбірної посудини під час дощу між термінами спостережень, щоб уникнути витікання опадів через зливальний носик.

Відповідно до встановленого типового порядку проведення спостережень, спостерігач виконує наступні дії:

- приносить до установки вільну опадозбірну посудину, із закритою кришкою;
- заміняє нею посудину, що розміщена в установці;
- перекладає кришку з принесеної посудини на зняту;
- несе зняту посудину в приміщення;
- переливає в опадомірну склянку рідкі опади, що зібрані в опадозбірній посудині, для наступного виміру. Переливання здійснюється через носик посудини. Посудину необхідно тримати над склянкою доти, доки вода не перестане капати.

Тверді опади, що зібрані в опадозбірній посудині, повинні перед виміром розтанути. Для цього посудину з опадами залишають в теплом приміщенні на деякий час. Посудина при цьому повинна бути закрита кришкою, а носик – ковпачком, щоб уникнути випарування опадів і осадження вологи на холодних стінках із внутрішньої сторони посудини. Після того як тверді опади стануть, вони переливаються в опадомірну склянку для виміру.

Тверді опади, що не встигли стати до моменту подачі телеграми, виміряються приблизно шляхом зважування. Зважування посудини з опадами проводяться на вагах з точністю до 1-2 г. Для зважування можна використовувати ваги вагового снігоміра, зробивши пристосування для підвішування посудини на гачок ваг.



Примітка. Якщо між термінами вимірів опадів спостерігається одночасно рясне випадання твердих опадів і утворення ожеледі, то шар льоду на поверхні опадомірної посудини може спотворити результат зважування твердих опадів. Щоб цього уникнути, спостерігач може перемінити опадомірну посудину і принести її в приміщення за 10-15 хв. до моменту виміру опадів, щоб до моменту подачі телеграми ожеледь встигла розтанути.

Категорично забороняється доливання води в опадомірну посудину для танення твердих опадів. При невеликій кількості твердих опадів можна ставити опадомірну посудину в господарське відро, наповнене водою кімнатної температури. Однак при цьому необхідно стежити, щоб вода з відра не потрапила в опадомірну посудину через носик.

Вимір кількості опадів здійснюється у наступному порядку:

– опадомірна склянка з водою, що виливається з опадозбірної посудини, ставиться на рівну горизонтальну поверхню;

– проводиться відлік поділок склянки по нижньому краю увігнутого меніска поверхні води в склянці, при цьому око спостерігача повинне знаходитися на одному рівні з поверхнею води в склянці;

– у книжку записується та поділка склянки, що ближче усього підходить до нижнього краю меніска.

Якщо рівень води в склянці нижче половини першої поділки, то робиться відлік 0, якщо на середині, то 1. Якщо рівень води в склянці (нижній край меніска) знаходиться у середині між сусідніми поділками, то враховується більша з них.

Якщо кількість опадів більша за 100 поділок склянки, вимір необхідно проводити в кілька прийомів, причому щораз варто наливати воду в склянку трохи нижче сотої поділки .

При вимірі кількості твердих опадів шляхом зважування на вагах від маси посудини з опадами віднімають масу порожньої посудини. Отриману різницю в грамах необхідно розділити на 20, щоб одержати кількість опадів у міліметрах.

Приклад:

Маса порожньої посудини 1158 г. Маса посудини зі снігом 1203 г. Кількість опадів:

$$\frac{1203-1158}{20} = 2,2 \text{ мм.}$$

### **Обробка результатів вимірів**

Кількість опадів вимірюється в поділках склянки і виражається в міліметрах шару води, для чого його кількість потрібно розділити на 10.

Для запису опадів у книжці КМ-1 приділяються три графи для кожного терміну вимірів. Перша розділена косою рисою на дві частини, у верхній частині записується кількість опадів у поділках опадомірної склянки, у нижньої – кількість опадів у міліметрах. В другій графі записується виправлення на змочування в міліметрах, у третій графі – виправлене значення кількості опадів у міліметрах.

До кожної кількості опадів, що вимірюється опадомірною склянкою, додається поправка на змочування посудини. Значення поправки залежить від виду і кількості опадів і визначається у такий спосіб:

– для рідких і змішаних опадах (дощу, мряки, мокрог снігу, туману), для граду і опадів від наземної конденсації (роси, інію, ожеледі і паморозі): якщо у вимірювальній склянці рівень води виявиться на середині або вище першої поділки, то до кількості опадів необхідно додати 0,2 мм. Якщо менше половини першої поділки – 0,1 мм. Якщо між термінами спостерігалися опади, але в термін виміру в опадомірній посудині опадів не виявилось, то поправки на змочування не вводиться.

Приклади:

1. У термін спостережень кількість опадів після дощу склало 5 поділок склянки. У книжці КМ-1 записується:

5 0,5	0,2	0,7
----------	-----	-----

2. Після дощу в термін спостережень кількість опадів виявилось менше 0,5 поділки склянки.

0 0,0	0,1	0,1
----------	-----	-----

3. Між термінами спостережень було відзначене випадання опадів (дощу, мряки, снігу, сніжної і крижаної крупи). У термін спостережень опадів у судині не виявлено.

– –	–	0,0
--------	---	-----

– для твердих опадів (снігу, сніжної і крижаної крупи, крижаного дощу): якщо рівень води в склянці виявився на половині або вище першої поділки, то до кількості опадів, які виміряні склянкою, необхідно додати виправлення 0,1 мм. Якщо рівень води менше половини першої поділки – 0,0 мм.

Приклад:

1. Після снігопаду кількість опадів, що вимірювали в термін спостережень, склала менше 0,5 поділки склянки. У книжці записується:

0	0,1	0,1
0,0		

2. Після снігопаду кількість опадів склала 2 поділки склянки. Запис має вигляд:

2	0,1	0,3
0,2		

Література (1, с.75).

### Стан погоди в термін і між термінами спостережень

Характеристика стану погоди дається спостерігачем на підставі безупинних спостережень за атмосферними явищами, з урахуванням стану неба і розвитку хмарності. Відповідно до вимог коду КН-01 визначається характеристика погоди в термін спостережень ww і характеристика погоди між термінами WW (7-а група I розділу коду), а також даються більш докладні зведення про окремі явища (9-а група III і V розділів коду КН-01).

При характеристиці погоди в термін спостережень (поточна погода) враховуються атмосферні явища і хмарність, що мали місце протягом 10 хв. і протягом останньої години, що передує 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 год. середнього місцевого часу.

Якщо явище закінчилося в момент початку терміну, то в термін це явище вже не входить (наприклад: дощ закінчився в 2 год 50 хв, у першу хвилину терміну, тобто на 51-й хвилині години, дощу не було і у термін 3 год. дощ не відзначається).

Під останньою годиною мається на увазі проміжок часу, що починається за 1 годину і кінчається за 10 хв. до 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 і 21 год. по середньому місцевому часу. Явища за останню годину необхідно кодувати аналогічно погоді в термін спостережень (наприклад: явище закінчилося в 2 год. 00 хв., при кодуванні ww це явище не враховується).

При наявності мряки, дощу і снігу в термін спостережень характеристика «з перервами» і «безупинний» дається по останній годині.

Поточна погода має 100 характеристик, що розділені на дві групи у залежності від наявності опадів на станції в термін спостережень. Дані характеристики приведені в коді КН-01 [чергування 7].

Минула погода кодується двома характеристиками  $W_1$  і  $W_2$  відповідно до таблиці коду КН-01. Перша цифра коду ( $W_1$ ) вибирається як найбільша з можливих 10 характеристик погоди, а друга ( $W_2$ ) – як найбільша з

можливих після виключення  $W_1$ . Якщо протягом всього періоду між термінами спостережень було тільки одне явище, то  $W_2$  повторює цифру коду  $W_1$ ; якщо спостерігалось кілька явищ, то  $W_2$  повинно бути менше  $W_1$ .

Характеристики поточної і минулої погоди записуються в графі КМ-1 для  $ww$  і  $W_1W_2$  цифрами коду, крім того дається коротка характеристика.

Література (1, с. 145; 4).

### Контрольні запитання

1. Як називаються основні форми і види хмар верхнього ярусу українською та латинською мовами?
2. Як визначається хмарність в темну частину доби?
3. Як визначається кількість твердих опадів?
4. Що таке хмара?
5. За якими характеристиками хмарності проводяться спостереження на станції?
6. Як визначаються форми хмар?
7. Як називаються основні форми і види хмар середнього ярусу українською та латинською мовами?
8. Як визначається хмарність на гірських станціях?
9. Як визначається висота хмар візуальним способом?
10. Як називаються форми і види хмар нижнього ярусу українською та латинською мовами?
11. Якими приладами визначається висота хмар на станції?
12. Як визначається кількість хмар?
13. Як називаються основні форми і види хмар вертикального розвитку українською та латинською мовами?
14. Як визначається кількість рідких опадів?

### Порядок виконання чергування

1. Вивчити теоретичний матеріал, наведений у цих методичних вказівках та в літературі, яка рекомендована до даної теми. Необхідно вивчати усі форми і види хмарності: які види хмар відносяться до кожної форми; принцип визначення кількості хмар і їх форми.

2. Вивчити основні принципи визначення кількості опадів та порядок проведення спостережень на станції.

3. Відповісти на контрольні запитання (опитування проводить викладач після вивчення теоретичної частини).

4. Провести спостереження на станції за вітром, видимістю, температурою, вологістю, атмосферним тиском, хмарністю, опадами, станом погоди. Ввести поправки до вимірів температури, визначити атмосферний тиск на рівні станції і рівні моря.

5. Результати спостережень записати в книжку КМ-1.

## ЧЕРГУВАННЯ № 6

Тема чергування: Атмосферні явища. Визначення, умовні позначки і спостереження за атмосферними явищами.

Визначення температури поверхні ґрунту.

Спостереження на станції включають: спостереження за вітром, видимістю, температурою, вологістю, атмосферним тиском повітря, хмарністю, температурою поверхні ґрунту, опадами, станом погоди, атмосферними явищами.

Запис результатів спостережень в книжці КМ-1.

### Мета чергування

Мета чергування:

- навчитися правильно оцінювати і визначати види атмосферних явищ, їх інтенсивність, зв'язок атмосферних явищ з іншими метеорологічними величинами (хмарністю, опадами, видимістю і т. д.);
- засвоїти принципи проведення спостережень за температурою поверхні ґрунту та одержати практичні навички її виміру на метеорологічній станції;
- освоїти методи обробки спостережень за температурою поверхні ґрунту.

### Завдання на підготовку до чергування

Після вивчення теоретичного матеріалу студент повинен

знати:

- класифікацію атмосферних явищ;
- визначення і умовні позначки атмосферних явищ;
- основні характеристики атмосферних явищ і проведення спостережень за ними;
- зв'язок атмосферних явищ з іншими метеовеличинами;
- принципи визначення температури поверхні ґрунту і прилади, по яким проводяться спостереження.

вміти:

- визначати вид атмосферного явища і його інтенсивність;
- визначати початок і кінець явищ;
- провести спостереження за температурою поверхні ґрунту;
- правильно записувати результати спостережень в книжці КМ-1.

### Спостереження за атмосферними явищами

Спостереження за атмосферними явищами проводяться на метеорологічній станції й у межах видимої околиці станції. При спостереженнях визначаються наступні характеристики:

- вид атмосферного явища;
- час початку і закінчення, тривалість атмосферного явища;
- інтенсивність атмосферного явища;
- стан погоди в термін і між термінами спостережень.

### **Методи визначення**

Вид атмосферного явища визначається візуально по зовнішніх ознаках явища відповідно до переліку й опису явищ, що складений на підставі класифікації, яка прийнята Всесвітньою метеорологічною організацією (ВМО).

Час початку і закінчення явища відзначається за середнім місцевим часом; тривалість атмосферного явища визначається як різниця між моментами початку і закінчення явища протягом метеорологічної доби.

Стан погоди визначається за безупинними спостереженнями за атмосферними явищами з урахуванням змін у стані неба.

### **Класифікація і опис атмосферних явищ**

Атмосферні явища, за якими спостерігають на метеорологічній станції, розділяються на наступні групи:

– Гідрометеори. Вони являють собою скупчення рідких чи твердих часток води, що падають в атмосфері (опади, що випадають на земну поверхню), зважені в ній (тумани), частки, що відкладаються на предметах, на поверхні землі, в атмосфері або підняті вітром із поверхні землі (хуртовини).

– Літометеори. Являють собою скупчення твердих часток (не водяних), що піднімаються з поверхні землі вітром і переносяться на деяку відстань або залишаються в повітрі у зваженому стані.

– Електричні явища. До них відносяться видимі або звукові прояви дії атмосферної електрики.

– Оптичні явища в атмосфері. Виникають у результаті відбиття, заломлення або дифракції сонячного та місячного світла.

– Некласифіковані (різні) явища в атмосфері. Їх важко віднести до якого-небудь визначеного виду, що зазначені вище.

Кожна група явищ розділяється на кілька видів і різновидів.

Нижче приведено перелік видів явищ, що спостерігаються на метеорологічних станціях, і умовні позначки для їх запису в книжку КМ-1 під час спостережень.

# 1. Гідрометеори

## Опади, що випадають на земну поверхню:

### Рідкі

- – дощ
- ∇ – зливовий дощ
- ☉ – мряка

### Тверді

- \* – сніг
- \*∇ – зливовий сніг
- ⊗ – снігова крупа
- △ – снігові зерна
- △ – льодова крупа
- △ – льодовий дощ
- ▲ – град
- ↔ – льодові голки

### Змішані опади (тверді та рідкі опади)

- \* – мокрий сніг
- \*∇ – зливовий мокрий сніг

## Опади, що утворюються на поверхні землі і на предметах:

### Рідкі

- ☉ – роса

### Тверді

- ┌ – іній
- ∞ – ожеледь
- ∇ – зерниста паморозь
- ∇ – кристалічна паморозь
- ∞ – ожеледиця

### Тумани

- ≡ – туман
- ≡ – льодовий туман
- ≡ – прояснений туман
- ≡ – прояснений льодовий туман
- ≡ – поземний туман
- ≡ – поземний льодовий туман

☰ – туман в околицях (чи місцями на відстані)

SSS – парування моря (озера, ріки)

== – серпанок

### Хуртовини

⚡ – хуртовина загальна

↑ → – хуртовина низова

↓ → – поземок

∞ – снігова імла

### 2. Літометеори

S – пил, що зважений у повітрі

↓ → – пиловий поземок

⚡ → – пилова буря

∞ – імла

### 3. Електричні явища

⚡ – гроза

⚡ – блискавиця

☀ – полярне сяйво

### 4. Оптичні явища

∞ – міраж

### 5. Некласифіковані явища

∇ – шквал

∞ – вихор

∞ – смерч

Для визначення виду атмосферного явища варто користатися коротким описом, що приводиться нижче.

Література (1, с. 139).



## Опади, що випадають на земну поверхню

Дощ  $\bullet$  – рідкі опади, що випадають із хмар на земну поверхню у виді крапель. Окремі краплі дощу, які падають у воду, залишають слід у виді кола, а на сухій поверхні – слід у виді мокрої плями. Головним чином, дощ випадає із шарувато-дощових хмар (облоговий дощ). Дощ може випадати також із високо-шаруватих, шарувато-купчастих і інших хмар.

Зливовий дощ  $\nabla$  – рідкі опади, що відрізняються раптовістю початку й кінця випадання і різким наростанням інтенсивності; випадає із купчасто-дощових хмар і може супроводжуватися грозою, градом. Крапля зливого дощу звичайно значно крупніша за краплю облогового дощу. При зливовому дощі, як правило, випадає велика кількість опадів, але може бути і незначна.

Мряка  $\bullet$  – рідкі опади, що випадають у виді дуже дрібних крапельок; падіння їх майже непомітне для ока. При осіданні крапель мряки суха поверхня намокає повільно і рівномірно, на воді кіл не спостерігається. Мряка звичайно випадає із шаруватих хмар або туману.

Сніг  $\ast$  – тверді опади у виді окремих снігових кристалів або пластівців. Звичайне випадання снігу походить із шарувато-дощових хмар, а також із високо-шаруватих, шарувато-купчастих і шаруватих.

Зливовий сніг  $\nabla^{\ast}$  – сніг, що відрізняється раптовістю початку і кінця випадання, різкими коливаннями інтенсивності і короткочасністю періоду найбільш сильного його випадання. Зливовий сніг випадає з купчасто-дощових хмар.

Снігова крупа  $\text{X}$  – опади, що випадають у виді непрозорих снігових крупинок білого або матово-білого кольору, кулястої або конусоподібної форми діаметром від 2 до 5 мм; вони тендітні і легко роздавлюються пальцями. Снігова крупа випадає з купчасто-дощових хмар при температурі близької до 0 °С, часто перед зливовим снігом або одночасно з ним.

Снігові зерна  $\Delta$  – опади, що випадають у виді непрозорих, матово-білого кольори паличок, стовпчиків і пластинок у виді дрібних зерен діаметром менше 2 мм, тобто значно дрібніше снігової крупи; звичайно випадають при низьких температурах (нижче –10°С) із шаруватих хмар.

Льодова крупа  $\Delta$  – опади, що випадають у виді льодових прозорих крупинок кулястої або неправильної форми; у центрі крупинок мається непрозоре ядро. Діаметр крупинок – не більше 3 мм. Крупинок досить тверді, щоб роздавити їх, потрібне деяке зусилля. При падінні на тверду поверхню вони відскакують. Льодова крупа звичайно випадає з купчасто-дощових хмар, часто разом з дощем, головним чином навесні і восени.

Льодовий дощ  $\Delta$  – опади, що являють собою дрібні, тверді, зовсім прозорі льодові кульки діаметром від 1 до 3 мм (дощові краплі, що при

падінні попадають із теплого шару атмосфери в холодний, де і замерзають). Льодовий дощ відрізняється від крижаної крупи відсутністю непрозорого білого ядра. Іноді усередині крижаної кульки залишається нельодова вода. У цьому випадку кульки, падаючи на тверді предмети, розбиваються, залишаючи льодові шкарлупки.

Град ▲ – опади, що випадають у виді шматочків льоду різноманітних форм і розмірів. Ядра градин звичайно непрозорі, іноді оточені прозорим шаром або декількома поперемінними прозорими і непрозорими шарами. Найчастіше діаметр градин менше 0,5 см, у рідких випадках може досягати декількох сантиметрів. Маса великих градин складає кілька грамів, а у виняткових випадках – кілька сотен грамів. Град випадає переважно в теплу пору року із купчасто-дощових хмар і звичайно при зливовому дощі. Рясний, великий град майже завжди зв'язаний із грозою.

Льодові голки ↔ – опади у виді дрібних льодових кристалів, утворюються при сильних морозах і найчастіше спостерігаються при безхмарному небі, удень блищать на сонці; їхнє блискотіння помітне вночі при місяці чи при світлі ліхтарів. Льодові голки, як правило, знаходяться у зваженому стані, однак можуть давати слабкі опади.

Мокрий сніг \* – опади, що випадають у виді снігу, що тане, при додатній температурі повітря. Іноді разом з підталими сніжинками випадають і краплі дощу.

Зливовий мокрий сніг  $\nabla^*$  – опади у виді снігу зливого характеру, що тане.

### **Опади, що утворюються на поверхні землі і на предметах**

Роса ☽ – крапельки води, що утворюються на поверхні землі, на рослинах і предметах, в наслідок зіткнення вологого повітря з більш холодною поверхнею при температурі повітря вище за 0°C, при ясному небі і штилі або слабкому вітрі. Як правило, роса утворюється вночі, але можливо її утворення і в іншу частину доби. В окремих випадках роса може спостерігатися при серпанку або тумані. Рясна роса може давати кількість опадів до 0,5 мм.

Іній □ – білий осад кристалічної побудови, що з'являється на поверхні землі і на предметах (переважно на горизонтальних або слабо похилих поверхнях). Іній з'являється при охолодженні поверхні землі і предметів внаслідок випромінювання при штилі або слабкому вітрі і незначній хмарності. Кристали інію утворюються при сублімації (безпосереднього переходу в лід водяної пари) при зіткненні вологого повітря з предметами. Рясне осадження інію спостерігається на траві, поверхні листів кущів і дерев, дахах, на відкрито лежачих дошках. Іній нерідко утворюється на сніговому покриві. Іній може утворитися на

поверхні проводів; чим тонший провід, тим менше на ньому осідає інію. На проводах товщиною 5 мм (провід ожеледного верстату) відкладення інію не перевищує 3 мм. На нитках товщиною менш 1 мм іній не утворюється; це дає можливість розрізняти іній і кристалічну паморозь, зовнішній вигляд яких подібний.

Ожеледь  $\approx$  – шар льоду, що утворюється на предметах унаслідок намерзання крапель переохолодженого дощу, мряки або туману, а також при зіткненні крапель опадів із предметами, температура поверхні яких дорівнює чи нижче  $0^{\circ}\text{C}$ . Ожеледь звичайно покриває всі частини поверхні, відкриті опадам, при замерзанні яких утворюється щільна, іноді склоподібна кірка льоду. Відкладення ожеледі може досягати товщини декількох сантиметрів і викликати обламування суків дерев, обриви проводів, поломку стовпів тощо.

Ожеледиця  $\approx$  – лід чи обмерзлий сніг на поверхні землі. Утворюється внаслідок замерзання рідких опадів – дощу, мряки, крапель густого туману, мокрог снігу, а також унаслідок замерзання поталої води на поверхні землі. До ожеледиці варто віднести також і сніговий накат, тобто ущільнення і зледеніння снігу в результаті руху автомобільного транспорту. Ожеледиця, на відміну від ожеледі, спостерігається тільки на поверхні землі, найчастіше на дорогах.

Зерниста паморозь  $\nabla$  – сніговидний пухкий осад, що наростає на проводах, суках дерев, окремих травинках тощо у мрячну вітряну погоду при температурі повітря від  $-2$  до  $-7^{\circ}\text{C}$ , але буває і при більш низькій температурі. Зерниста паморозь має аморфну (не кристалічну) побудову. Іноді поверхня її буває горбистою і навіть голчастою, але голки звичайно матові, шорсткі, без кристалічних граней. Зерниста паморозь утворюється внаслідок намерзання на предметах переохолоджених крапель туману. Краплі туману при зіткненні з предметом замерзають настільки швидко, що не устигають утратити своєї форми і дають сніговидне відкладення, що складається з льодових зерен, і не розрізняємо очима (льодовий наліт). При підвищенні температури повітря й укрупненні крапель туману до розміру мряки щільність зернистої паморозі збільшується і вона поступово переходить в ожеледь. Зерниста паморозь іноді подібна мутній ожеледі і відрізняється від неї лише тим, що при зламі буде кришитися, у той час як ожеледь поводитья як однорідне тверде тіло (ламається). З посиленням морозу й ослабленням вітру щільність зернистої паморозі зменшується і вона поступово змінюється кристалічною памороззю. Відкладення зернистої паморозі можуть досягати небезпечних розмірів.

Кристалічна паморозь  $\nabla$  – білий осад, що складається з дрібних кристалів льоду тонкої структури. При осіданні на гілках дерев, дроту, волокнах тощо кристалічна паморозь має вигляд пухнатих гірлянд, що легко обсипаються при струшуванні. Кристалічна паморозь утворюється переважно в нічний час при безхмарному небі або тонких хмарах при

низькій температурі повітря в тиху погоду, коли в повітрі спостерігається туман або серпанок. При цих умовах кристали паморозі утворюються шляхом безпосереднього переходу в лід (процес сублімації) водяної пари, при випарі крапель туману чи димки. У деяких випадках, переважно при дуже сильних морозах, кристалічна паморозь може утворитися без туману або димки за рахунок водяної пари, що міститься в повітрі. Відрізнити кристалічну паморозь від зернистої іноді важко. Потрібно мати на увазі, що на поверхні зернистої паморозі навіть при самому ретельному огляді неможливо розрізнити правильні льодові кристалики і блиск їхніх граней; якщо видні хоча б окремі кристали чи їхні частини, то паморозь варто віднести до кристалічної.

Література (1, с. 139, 4).

## Тумани

Туман  $\equiv$  – скупчення в повітрі біля земної поверхні дуже дрібних крапель води, що утворюються в результаті охолодження вологого повітря викликає помутніння білястого кольору, яке знижує прозорість атмосфери біля поверхні землі до величини, що відповідає метеорологічній дальності видимості меншій за 1000 м. Зниження видимості залежить від структури туману (числа крапель в одиниці об'єму і розміру крапель) і визначається характером атмосферних домішок, способом утворення туману, його тривалістю. У залежності від фазового стану крапель води, що утворюють туман, розрізняється туман, що складається з крапель рідкої води, і туман, що складається з замерзлих крапель чи кристаликів льоду (льодовий туман). Іноді спостерігається змішаний туман, тобто туман, що містить водяні краплі і льодові частинки.


У залежності від вертикального поширення розрізняють туман суцільний, просвітчастий і поземний.


Символ  $\equiv$  – застосовується для позначення суцільного туману, що складається з крапельок води, і змішаного, при якому спостерігач знаходиться в тумані і не бачить неба.


Льодовий туман  $\rightleftharpoons$  – туман, що складається з льодових кристалів; утворюється при сильних морозах і великій вологості повітря. Удень на сонці і вночі при місяці або при світлі ліхтарів льодовий туман розпізнається по світінню граней льодових кристаликів.


Просвітчастий туман  $\equiv$  – туман, при якому спостерігач може бачити хмари або ясне небо, диск сонця або місяця.


Просвітчастий льодовий туман  $\rightleftharpoons$  – льодовий туман, при якому спостерігач, знаходячись у тумані, може бачити ясне небо або хмари, диск сонця або місяця.

Поземний туман  – туман, що розташовується невисоким шаром, переважно над низькими місцями і над водоймами (морем, озером, рікою, болотом, лугом і т. ін.). Висота поземного туману не більша за 2 м над сушею і не більша за 10 м над морем. Поземні тумани виникають головним чином у ясну погоду протягом ночі і звичайно розсіюються після сходу сонця.

Поземний льодовий туман  – льодовий туман, висота якого не перевищує 2 м. Як правило, спостерігається тільки над поверхнею суші.

Туман в околиці  – туман, що спостерігається тільки в околицях станції (у низинах, на перевалах, на схилах гір і т. ін.). Вид туману може бути кожний з перерахованих (суцільний, просвітчастий чи поземний і ін.).


Парування моря (озера, ріки)  – туман, іноді досить густий, над незамерзлим морем, озером чи рікою, при великих різницях температур води і повітря у виді клубів пари (різновид туману в околиці). При сильному вітрі може поширюватися на невеликі відстані і над сушею.

Серпанок  – сильно розріджений туман; виникає в результаті конденсації водяної пари з утворенням дрібних крапельок води (значно дрібніших за крапельки туману), які створюють слабе помутніння атмосфери. Метеорологічна дальність видимості при серпанку змінюється в досить широких межах, від 1 км до 10 км, відносна вологість повітря звичайно становить 85-97%. Не слід плутати димку (розріджений туман) з помутнінням атмосфери, що викликається забрудненням атмосфери промисловими викидами, лісовими пожежами й інше.

Література (1, с. 139; 4).

## Хуртовини

Хуртовина – це перенос снігу з поверхні сніжного покриву під впливом сильного поривчастого вітру, у результаті чого відбувається перерозподіл висоти снігового покриву (видування або надування снігу біля перешкод), а також зміна структури снігу (ущільнення снігу внаслідок здрібнення сніжних кристалів). У залежності від висоти, на яку вітер піднімає сніг з поверхні землі, розрізняють загальну і низову хуртовину, поземок.

Хуртовина загальна відзначається символом  – якщо неба не видно і не можна розібрати, випадає сніг з хмар чи переноситься тільки сніг, що піднімається з поверхні. Рух частинок снігу хаотичний. Видимість значно зменшена як по горизонталі, так і по вертикалі. При слабкій загальній

хуртовині, звичайно на початку її, можна установити, що відбувається випадання снігу з хмар.

Хуртовина низова  $\uparrow \rightarrow$  – відзначається, якщо відбувається перенос снігу з поверхні снігового покриву до висоти 2-3 м, при цьому горизонтальна видимість значно гірша за вертикальну і можна визначити стан неба.

Поземок  $\downarrow \rightarrow$  – перенос снігу вітром біля поверхні землі до висоти 1,5-2 м, рух частинок снігу більш-менш паралельний землі; часто спостерігається при безхмарному небі, але може спостерігатися одночасно з випаданням опадів. Видимість зменшується незначно.

Снігова імла  $\Phi$  – помутніння повітря від зважених частинок снігу звичайно до чи після хуртовини. Видимість при сніговій імлі іноді знижується до 50 м. Найчастіше снігова імла спостерігається в арктичних районах.

Література (1, с. 139; 4).

## Лігометеори

Пил, завислий у повітрі  $\S$  – дрібні тверді частинки сухого ґрунту, піску, а також сухі часточки біологічного походження, підняті з землі внаслідок сильного вітру чи пилової бурі. Спостерігається при різкому ослабленні вітру, часто при високій температурі повітря. На станціях відзначається в тих випадках, коли пил зменшує метеорологічну дальність видимості до 6 км і менше (промисловий серпанок).

Пиловий (піщаний) поземок  $\downarrow$  – перенос пилу, частинок ґрунту або піску біля поверхні землі до висоти 1,5-2 м. Може спостерігатися навіть при дуже слабкому вітрі.

Пилова (піщана) буря  $\S \rightarrow$  – перенос великої кількості пилу або піску сильним вітром у приземному шарі повітря, при цьому може спостерігатися підйом піску і частинок ґрунту в повітря з одночасним осіданням пилу на великій території. Видимість значно погіршується.

Імла  $\infty$  – суцільне помутніння повітря, обумовлене наявністю в ньому зважених частинок пилу, промислового диму, гару від лісових чи торф'яних пожеж і т. ін. При імлі віддалені предмети часто набирають сіруватого відтінку, а сонце, особливо коли воно знаходиться низько біля обрію – червонясто-жовтого. Цим і звичайно малою вологістю повітря імла відрізняється від серпанка. Іноді при імлі відносна вологість досягає

досить високих значень (> 50%). Такі випадки нерідко відзначаються в районах Середньої Азії при фронтальних вторгненнях з півдня. При імлі видимість менша 10 км; у залежності від інтенсивності імлі іноді видимість може знижуватися до 1000 м і менш.

Література (1, с. 139; 4).

### Електричні явища

Гроза ⚡ – електричні розряди в атмосфері, що супроводжуються спалахом світла (блискавкою) і різкими звуковими розкатами (громом). Проміжок часу між блискавкою і наступним громом залежить від відстані грози до місця спостереження. При відстані до 3 км цей проміжок менше 10 с. Грім може бути чутний на відстані до 15-20 км, при цьому блискавка може бути не замічена. Гроза звичайно супроводжується сильним вітром, зливовими опадами, нерідко градом.

Блискавиця ⚡ – світлове явище; спостерігається при віддаленій грозі, коли не чути грому і видно лише висвітлення блискавкою хмар і обрію.

Полярне сяйво (сполохи) 🌅 – світіння верхніх розріджених шарів атмосфери (іоносфери) на висоті кілька десятків кілометрів, що виникає унаслідок впровадження в них електрично заряджених часток (протонів і електронів) при коливаннях інтенсивності земного магнітного полюсу. Полярні сяйва різні за формою, фарбуванню і яскравості, можуть бути спокійними чи рухливими. Зміни положення, яскравості і фарбування відбуваються досить швидко. Найчастіше полярні сяйва схожі на прозору вуаль чи завісу, що коливається; можуть нагадувати, дуги, смуги, стрічки, окремі промені або пучки променів. Колір полярних сяйв блакитнувато-білий, смарагдово-зелений, рідше червонуватий і фіолетовий.

Спостерігаються полярні сяйва переважно у високих арктичних широтах, але можуть відзначатися й у помірних.

Література (1, с. 139; 4).

### Оптичні явища

Міраж 🌊 – оптичне явище, при якому в повітрі в результаті рефракції біля обрію з'являється зображення реально існуючого предмета, звичайно в більш-менш перекрученому, іноді переверненому вигляді. Зображення може розташовуватися над дійсним предметом (верхній міраж), під ним (нижній міраж) і порівняно рідше праворуч або ліворуч від нього (бічний міраж). Верхній міраж особливо часто спостерігається у полярних районах, нижній – у пустелях.

Література (1, с. 139; 4)

## Некласифіковані явища

Шквал  $\nabla$  – раптове різке посилення вітру на 8 м/с і більш за короткий проміжок часу, не більш 2 хв. Швидкість вітру при шквалі більша 10 м/с (нерідко перевищує 25 м/с). Тривалість шквалу 1 хв. і більше. Спостерігається при купчасто-дощових хмарах, грозах і зливах.

Вихор (пиловий чи піщаний)  $\mathcal{E}$  – вихровий рух повітря, що виникає у поверхні землі в малохмарну погоду при сильному перегріві підстильної поверхні. Цей рух вгору не поширюється і порівняно швидко загасає. Вихор піднімає з поверхні землі пил, пісок і дрібні предмети і відносить їх іноді на значну відстань.

Смерч  $\mathcal{L}$  – сильний вихор, що утворюється під добре розвиненою купчасто-дощовою хмарою і поширюється у виді гігантського темного хмарного стовпа або лійки в напрямку до поверхні землі чи моря. Наблизившись до поверхні, смерч втягує і піднімає іноді до великої висоти воду, пісок, пил, а нерідко і дуже важкі предмети (колоди, дахи); має велику руйнівну силу. Звичайно він спостерігається одночасно з грозою, зливами, іноді градом. Смерч, що утвориться на морі, відзначається знаком  $\mathcal{L}$  (м), а на суші –  $\mathcal{L}$  (с).

Література (1, с. 139; 4).

## Спостереження за атмосферними явищами

При проведенні спостережень за атмосферними явищами треба дотримуватися наступних умов:

– спостереження проводяться безупинно протягом доби на метеорологічній станції, у її найближчій околиці (радіусом до 200 м від метеорологічної площадки) і в межах видимої околиці;

– при виникненні атмосферного явища необхідно стежити за ходом його розвитку для того, щоб вчасно помітити зміну його інтенсивності, особливо при досягненні їм небезпечних значень;

– при спостереженні за атмосферними явищами необхідно звертати увагу на зміну хмарності, видимості, вітру, температури, вологості, стану підстильної поверхні і інших характеристик погоди.

При проведенні спостережень за атмосферними явищами спостерігач відзначає час початку явища в годинах і хвилинах середнього місцевого часу (з точністю до хвилини) і інтенсивність його в момент виникнення. За початок явища приймається момент, коли спостерігач знайшов ознаки атмосферного явища відповідно до його опису.



Після виникнення явища спостерігач оцінює його інтенсивність і уважно стежить за ходом явища, відзначаючи час зміни його інтенсивності.

Закінчення явища відзначається при повному його зникненні. Інтенсивність більшості атмосферних явищ являє собою суб'єктивну якісну оцінку явища на даній станції. При цьому розрізняють інтенсивність, звичайну для даної станції в конкретний сезон (помірну), слабку і сильну.

Слабка або сильна інтенсивність відзначається в тих випадках, коли характер явища значно відрізняється від помірної інтенсивності. У випадку слабкої інтенсивності над позначкою виду явища ставиться ступінь – 0, у випадку сильної – 2; при помірній інтенсивності відзначається тільки символ явища.

При зливовому дощі розрізняється інтенсивність слабка, помірна, сильна і дуже сильна; у випадку дуже сильної інтенсивності над позначкою також ставиться 2.

Інтенсивність шквалу, вихору, смерчу, льодових голок, полярного саява і міражу спостерігач не оцінює.

При серпанку розрізняється інтенсивність слабка і помірна; характеристика інтенсивності «сильна» для серпанку не застосовується.

При оцінці інтенсивності туману, серпанка, імлі використовуються значення метеорологічної дальності видимості (кількісні критерії).

Сильний туман ( $\equiv^2$ ) відзначається при видимості менш 50 м.

Слабкий туман ( $\equiv^0$ ) – при видимості 500 до 1000 м.

Сильна імла ( $\infty^2$ ) відзначається при видимості менш 1000 м, слабка імла  $\infty^0$  – при видимості  $\geq 2$  км.

Слабкий серпанок ( $\equiv^0$ ) відзначається при видимості від 6 до 10 км.

Для оцінки інтенсивності хуртовини використовують спостереження за метеорологічною дальністю видимості і швидкістю вітру.

Слабка хуртовина ( $\nabla^0$ ) – відзначається при швидкості вітру до 8 м/с і видимості не менше за 6 км, сильна хуртовина ( $\nabla^2$ ) – при швидкості 10 м/с і видимості не більше за 4 км. При інших умовах інтенсивність хуртовини оцінюється як помірна.

Спостерігач повинен особливо уважно стежити за розвитком опадів, що випадають на земну поверхню, грозою, блискавицею, ожеледдю, памороззю, ожеледицею, туманом, хуртовиною, пиловою бурею для визначення моменту, коли ці явища досягнуть небезпечного чи особливо небезпечного значення.

Якщо одночасно спостерігається кілька явищ, то відзначається час початку і закінчення кожного явища.

До особливостей спостережень за окремими атмосферними явищами відносяться наступні:

- за час початку грози приймається момент першого удару грому незалежно від того, чи була видна блискавка чи ні;

- за час закінчення грози приймається момент останнього удару грому за умови, що в наступні 15 хв. грім не повториться. При грозі варто визначити напрямок переміщення грози по восьми румбах; якщо визначити напрямок переміщення грози важко, то варто вказати, у якому напрямку від станції спостерігається гроза;

- при випаданні граду спостерігач повинен вказати середній розмір (діаметр) найбільш великих градин з точністю до 1 мм. Для визначення діаметру градин необхідно зібрати 10 найбільш великих градин у будь-яку чисту прозору судину (бажано скляну). Після того як градини стануть, варто вимірити кількість поталої води опадомірною склянкою;

- при шквалі, вихорі, смерчі, зливовому дощі і грозі необхідно вимірити максимальний порив швидкості вітру і визначити зміну напрямку вітру. Якщо не вдалося вимірити швидкість вітру по приладу, необхідно скористатися візуальним визначенням по флюгеру;

- при хуртовині, пиловій бурі і дощу необхідно стежити за зміною швидкості вітру за період від початку до закінчення явища для того, щоб вимірити середню швидкість і напрямок вітру при досягненні небезпечного значення швидкості вітру при даному явищі, при посиленні і закінченні небезпечного явища. При пиловій бурі крім того варто відзначати напрямок її переміщення в районі станції (по 8 румбам);

- додаткові спостереження за метеорологічною дальністю видимості необхідно проводити при виникненні туману, серпанка, імлі, опадів, хуртовини і пиловій бурі;

- при утворенні ожеледі, паморозі, випаданні рідких опадів при температурі, близькій до 0°C, треба звертати увагу на стан проводів ожеледного верстата (якщо станція залучена до спеціальних спостережень);

- під час ожеледиці необхідно установити, чи супроводжує її утворення ожеледі. Явище ожеледиці обов'язково відзначається, якщо на поверхні землі й особливо на дорогах відзначається щільний лід або сніговий накат;

- за закінчення роси приймається момент зникнення рідких крапель роси незалежно від того, випарувалися вони чи змерзнули;

– за закінчення інію приймається момент зникнення твердого осаду. Вода, що утворилася на поверхні після танення інію (так само як вода після опадів чи туману) за росу не приймається.

Література (1, с. 139; 4).

### Запис спостережень за атмосферними явищами

Результати спостережень за атмосферними явищами записуються у відповідні графи книжки КМ-1. У графу кожного терміну записуються спостереження за період 3 годин від попереднього терміну до даного.

У момент виникнення явища записується вид явища, що зазначений вище, праворуч над позначкою указується знак інтенсивності (0 – слабка, 2 – сильна) і час явища в годинах та хвилинах середнього місцевого часу.

У процесі спостереження відзначається час зміни інтенсивності. Знак інтенсивності записується в дужках над записом часу.

Якщо явище не закінчилося до наступного терміну, то записується час терміну, а в наступній графі повторюється запис символу цього явища і час терміну і так далі, запис ведеться до закінчення явища. Час закінчення явища записується в годинах і хвилинах середнього місцевого часу.

Якщо явище мало місце лише в околицях станції, то символ атмосферного явища записується в квадратні дужки [ ].

Якщо в полі зору спостерігалися опади, але вид їх визначити неможливо, то для теплого періоду року записується [ • ], а для холодного [ \* ].

Якщо одночасно спостерігалось кілька явищ, то вони записуються в одній графі стовпчиком.

При одночасному утворенні роси і інію на метеорологічному майданчику та у її найближчому оточенні в книжку записуються обидва явища, а в рядку «Примітка» про це робиться запис.

При запису спостережень за шквалом, грозою, градом і туманом необхідно дотримуватися наступних правил:

– після запису часу закінчення шквалу вказується максимальна швидкість вітру (максимальний порив) у м/с, наприклад:  $\nabla - 12^{40}-12^{43}$  (22);

– поруч із символом грози записується напрям, у якому спостерігається гроза; наприклад:  $\mathbb{R}$  (ПЗ)  $14^{40}-15^{00}$ ;

– середній діаметр градин у міліметрах записується в графі «Примітка»;

– якщо туман спостерігається не суцільним шаром, а місцями чи у виді клаптиків смуг, то поруч із символом туману дається пояснення в дужках:  $\equiv$  (клаптиками),  $\equiv$  (місцями);

– змішаний туман, тобто туман, що містить рідкі краплі і льодові частки, записується символом  $\equiv$ , а в рядку «Примітка» робиться пояснювальний запис.

Порядок запису спостережень за атмосферними явищами в книжці КМ-1 надається у прикладах.

Приклад 1.

На станції, розташованій у ІХ часовому поясі, 20 січня спостерігалися наступні явища: від 12 ч до 21 ч 42 хв. – слабкий іній; від 20 ч 52 хв. до 3 ч 57 хв. – просвітчастий туман; у 22 ч 05 хв. почалося слабе відкладення зернистої паморозі, що зберіглося до 12 ч; від 3 ч 57 хв. до 5 ч 28 хв. – серпанок, до 7 ч 32 хв. – слабкий серпанок. У книжку записуємо:

20/1	15	18	21	0
Атмосферні явища	$\sqcup^0 - 12-15$	$\sqcup^0 - 15-18$	$\sqcup^0 - 18 - 21$ $\equiv - 20^{52}-21$	$\sqcup^0 - 21-21^{42}$ $\equiv - 21-0$
21/1	3	6	9	12
Атмосферні явища	$\equiv - 0-3$ $\nabla - 0-3$	$\equiv - 3-3^{57}$ $\nabla - 3-6$ $\equiv - 3^{57}-5^{28}$	$\nabla - 6-9$ $\equiv^0 6-7^{32}$	$\nabla - 9-12$

Література (1, с. 139; 4).

### Визначення температури поверхні ґрунту

Підстильна поверхня – це поверхня землі, тобто ґрунту, рослинності, снігу, льоду тощо, що безпосередньо взаємодіє з атмосферою, поглинає сонячну й атмосферну радіацію і випромінює її в атмосферу, бере участь у процесах тепло- і вологообміну і регулює термічний режим ґрунту.

Термічний режим ґрунту залежить крім того від теплофізичних характеристик ґрунту, його механічного складу та інших факторів. Ступінь прогріву ґрунту характеризується температурою.

Діюча методика поширюється на визначення наступних характеристик температури поверхні ґрунту і снігового покриву:

– температури поверхні ґрунту або снігового покриву в термін спостережень (°C);

- максимальної температури поверхні ґрунту або снігового покриву за інтервал часу 3 год. між двома послідовними термінами спостережень (°C);
- мінімальної температури поверхні ґрунту або снігового покриву за інтервал часу 3 год. між двома послідовними термінами спостережень (°C);
- стану підстильної поверхні, (поверхні ґрунту або снігового покриву).

### **Методи і засоби виміру**

Вимір температури поверхні ґрунту або снігового покриву засновано на застосуванні термометрів, що знаходяться в постійному контакті з поверхнею ґрунту (сніжного покриву). Спостереження за станом підстильної поверхні проводяться візуально.

При проведенні вимірів повинні застосовуватися наступні засоби:

- термометр ТМЗ для виміру температури поверхні ґрунту або снігового покриву; діапазони виміру: від –35 до 60°C (ТМЗ-1), від –25 до 70°C (ТМЗ-2), від –10 до 85°C (ТМЗ-3);
- метеорологічний максимальний термометр ТМ1 для виміру максимальної температури; діапазони виміру: від –35 до 50°C (ТМ1-1), від –20 до 70°C (ТМ1-2);
- метеорологічний мінімальний термометр ТМ2 для виміру мінімальної температури; діапазони виміру: від –70 до 20°C (ТМ2-1), від –60 до 30°C (ТМ2-2), від –50 до 40°C (ТМ2-3).

Ціна поділки шкали кожного термометра дорівнює 0,5°C.

### **Спостереження за температурою підстильної поверхні**

Спостереження за станом підстильної поверхні, проводяться візуально один раз за добу в термін, найближчий до 8 годин середнього місцевого часу.

При повній відсутності снігового покриву і у випадках, коли снігом покрито не більше 0,1 видимої околиці станції, спостереження проводяться за станом поверхні ґрунту на оголеній ділянці, де встановлюються термометри для виміру температури поверхні ґрунту, або на місцевості, що розташовується поблизу метеорологічного майданчику.

Якщо снігом або льодом покрито більше 1 балу видимої околиці станції (при цьому на майданчику снігу може не бути), спостереження проводяться за станом снігового покриву поблизу метеорологічного майданчика. Для цього на майданчику або поблизу його обирається постійне, найбільш високе місце з гарним оглядом місцевості.

Спостереження за температурою поверхні ґрунту (і снігового покриву) проводяться протягом усього року. Для установки термометрів у південній частині метеорологічного майданчика на місці, яке не затінюється, вибирається ділянка розміром 4х6 м; якщо спостереження проводяться тільки за температурою поверхні ґрунту, то досить виділити ділянку 3х4 м.

Щороку раною весною ділянка перекопується до глибини 25-30 см, вирівнюється і розпушується. Поверхня ділянки повинна бути на одному рівні з метеорологічним майданчиком. Ділянку необхідно систематично просапувати, розпушувати, особливо після дощів, і вирівнювати. Не слід допускати ущільнення ґрунту, утворення кірки і тріщин.

Термометри встановлюються в середині оголеної ділянки на відстані 5-6 см один від одного резервуарами до сходу в наступному порядку:

- перший з півночі – термометр для виміру температури поверхні ґрунту і сніжного покриву;
- другий – мінімальний термометр;
- третій – максимальний.

Термометр для виміру температури поверхні ґрунту і мінімальний термометр повинні бути укладені строго горизонтально, а максимальний термометр – з невеликим нахилом убік резервуара.

Термометри повинні бути укладені так, щоб їхні резервуари і зовнішня оболонка занурювалися наполовину в ґрунт, але не покривалися землею.

Перед термометрами на час проведення спостережень повинен встановлюватися рейковий настил. Рейковий відкидний настил встановлюється на дерев'яних підставках перед термометрами на відстані не менш 30 см від них і так, щоб перевищення підставок над поверхнею ґрунту складало не більш 5 см. Після проведення спостережень рейковий настил відкидається.

У зимову пору термометри встановлюються на снігу. Потрібно уважно стежити за тим, щоб термометри не були занесені снігом. Після припинення снігопаду або заметілі варто відразу ж пройти на майданчик, обережно відкопати термометри і встановити їх на непорушеній поверхні сніжного покриву, при цьому дотримуючись усіх правил установки.

Якщо на ділянці сніг станув і лежить лише місцями, термометри треба перекласти на вільній від снігу ґрунт. Якщо місце, де встановлені термометри, покривається водою або брудом, то вони перекладаються на більш сухе місце.

Для захисту термометрів від примерзання при установці в поталий зволожений ґрунт (або поталий сніг з водою) необхідно ретельно вирівняти ділянку. Після цього термометри необхідно вийняти з ґрунту і

протерти насухо чистою ганчіркою. Нижню поверхню резервуара і оболонки кожного термометра протерти ганчіркою, змоченою чистим технічним вазеліном. Змазані термометри встановлюються назад у поглиблення і злегка притискаються зверху пальцями для кращого контакту з ґрунтом.

При усіх переміщеннях термометрів варто особливо обережно поводитися з мінімальним і максимальним термометрами, щоб не змістити штифт мінімального термометра і не струснути максимальний.

При температурі поверхні ґрунту або снігового покриву  $-35^{\circ}\text{C}$  ртутні термометри необхідно забирати в приміщення, і в книжці КМ-1 відзначити, коли термометри зняті і коли знову встановлені.

Улітку необхідно стежити, щоб мінімальний термометр не вийшов з ладу через нагрівання сонячною радіацією. Для цього в ясні дні після ранкового терміну спостережень, а в південних широтах зі сходом сонця, його треба забирати з майданчику, при цьому попередньо відрахувати покази по штифту і спирту і записати їх у графі наступного терміну.

Мінімальний термометр необхідно зберігати у футлярі в тіні. Мінімальний термометр знову встановлюється за 15-20 хв. до терміну, найближчого до 20 год. середнього місцевого часу, а в південних широтах – до наступного за цим терміну.

Перед початком спостережень проводиться обхід метеорологічного майданчика, при цьому перевіряється правильність установки термометрів й їхня справність.

Якщо термометри покриті пилом, інієм, краплями роси, дощу, туману, то необхідно, не знімаючи термометри з місця, не пізніше ніж а 10 хв. до відліку обережно протерти їх чистою ганчіркою (включаючи і верхню поверхню резервуара), а після проведення спостережень ретельно витерти і знову установити.

Резервуар максимального термометра можна протерти лише після відліку по ньому, перед струшуванням. У проміжку між термінами спостережень не можна торкатися резервуара максимального термометра.

Якщо хуртовина або снігопад не припиняються до терміну спостережень, необхідно не пізніше ніж за 10 хв. до терміну встановити термометри на непорушеній поверхні снігового покриву і зробити по них відліки в термін, а в графі «Примітки» книжки КМ-1 указати, чи був резервуар термометра покритий снігом.

У період сніготанення, у дні з температурою повітря  $-3^{\circ}\text{C}$  и вище, термометри на поверхні ґрунту необхідно заново установити за 10 хв. до терміну на місці з рівною сніговою поверхнею, стежачи за тим, щоб їх резервуари були наполовину занурені в сніг і щільно до нього прилягали.

При наявності розриву спирту в капілярі мінімального термометра треба замінити термометр справним. Про всі замічені несправності термометрів та їх установки, а також про виправлення необхідно записати в книжці КМ-1. Безпосередньо перед терміном спостережень опустити рейковий настил.

Спостереження за температурою поверхні ґрунту і снігового покриву виконуються в кожен термін спостережень. Підходити до термометрів необхідно тільки з північної сторони по рейковому настилу. При відліках не можна знімати термометри з місця.

Температура по всіх термометрах відраховується з точністю до  $0,1^{\circ}\text{C}$ . У першу чергу проводиться відлік по термометру для виміру температури поверхні ґрунту, потім по спирту і штифту мінімального термометра і, нарешті, по максимальному термометру. Після відліків струшують максимальний термометр і відраховують його показання після струшування, штифт мінімального термометра підводять до поверхні спирту. Після проведення вимірів необхідно відкинути настил.

Відліки по термометру для виміру температури поверхні ґрунту, по максимальному термометру після струшування і по спирту мінімального термометра в той самий термін можуть розрізнятися не більше ніж на  $0,2^{\circ}\text{C}$ .

У літню пору, коли в денні години мінімальний термометр забирається з майданчика, спостереження проводяться тільки по ртутних термометрах.

Узимку при низьких температурах, коли ртутні термометри прибрані в приміщення, відраховуються показання тільки мінімального термометра по спирту і штифту.

Показання термометрів записуються з точністю до  $0,1^{\circ}\text{C}$  в книжці КМ-1 у рядку, що відведені для розділу «Температура поверхні ґрунту». Виправлення до термометрів не вводяться.

Література (1, с. 62).

### **Контрольні питання**

1. Які характеристики атмосферних явищ визначаються на станції?
2. Які види атмосферних явищ відносяться до літометеорів? Укажіть їх умовні позначки.
3. Дайте характеристику опадів, що випадають на земну поверхню.
4. Які характеристики температури визначаються на поверхні ґрунту?
5. Які види атмосферних явищ відносяться до гідрометеорів? Укажіть їх умовні позначки.
6. Методи визначення характеристик атмосферних явищ.



7. Дайте характеристику туманів. Укажіть їх умовні позначки.
8. Як визначається інтенсивність різних атмосферних явищ. Навести приклади.
9. У якій послідовності проводяться спостереження на станції за температурою поверхні ґрунту?
10. Які види атмосферних явищ відносяться до оптичних і електричних? Укажіть їх умовні позначки.
11. Розміри майданчика, на якому проводяться спостереження за температурою поверхні ґрунту?
12. Дайте характеристику хуртовинам. Укажіть їхні умовні позначки.
13. Оподи, що утворюються на земній поверхні? Їхній вид і умовні позначки.
14. Які види атмосферних явищ відносяться до некласифікованих? Охарактеризуйте їх і вкажіть умовні позначки.
15. Навести класифікацію атмосферних явищ.

### **Порядок виконання чергування**

1. Вивчити теоретичний матеріал, викладений у цих методичних вказівках.  
При цьому особливу увагу слід звернути на:
  - характеристику і види атмосферних явищ, вивчити умовні позначки;
  - визначення інтенсивності різних видів атмосферних явищ;
  - запис результатів спостережень за атмосферними явищами в книжці КМ-1.
2. Відповісти на контрольні питання (опитування проводиться викладачем після вивчення теоретичної частини).
3. Провести спостереження на станції за вітром, видимістю, температурою, вологістю, атмосферним тиском, хмарністю, температурою поверхні ґрунту, опадами, атмосферними явищами.
4. Результати спостережень записати в книжці КМ-1.
5. Обробити дані спостережень: ввести поправки до відліків термометрів, привести атмосферний тиск до температури 0°C, до рівня моря.

## **ЧЕРГУВАННЯ № 7**

Тема чергування: Кодування метеорологічної інформації, отриманої при спостереженнях на станції, за кодом КН-01. Складання метеорологічних телеграм. Розкодування метеорологічних телеграм.

Метеорологічне спостереження на станції за повною програмою, з обробкою усіх метеорологічних величин, кодуванням і складанням телеграм.

### **Мета чергування**

#### Мета чергування:

- вивчення основних груп коду КН-01, які входять до складу метеорологічних телеграм;
- кодування метеорологічної інформації за даними спостережень на станції і складання метеорологічних телеграм;
- розкодування метеорологічних телеграм.

### **Завдання на підготовку до чергування**

Після вивчення теоретичної частини завдання студент повинен:

#### знати:

- основні групи коду КН-01;
- якою групою коду кодуються різні метеорологічні величини;
- принцип складання метеорологічних телеграм;
- як використовувати додаткові таблиці для кодування метеорологічних телеграм.

#### вміти:

- кодувати основні метеорологічні величини з використанням додаткових таблиць;
- провести повні метеорологічні спостереження на станції і закодувати інформацію;
- розкодувати метеорологічні телеграми.

## ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Кількісні і якісні характеристики метеорологічних величин кодуються у вигляді п'ятизначних цифрових груп і подаються згідно з положеннями міжнародного коду КН-01. Схема коду КН-01 приведена нижче у табл. 18. Для кодування даних спостережень під час чергування використовують 8 груп розділів 0 і 1 коду КН-01, в яких кодуються основні метеорологічні величини.

Таблиця 18 – Схема коду КН-01

Розділ 0  $M_j M_j M_j M_j Y Y G G i_w I I i i i$   
 Розділ 1  $i_R i_x h V V N d d f f 1 s_n T T T T 2 s_n T_d T_d T_d 3 P_0 P_0 P_0 P_0$   
 $4 P P P P 5 a p p p 6 R R R t_R 7 w w W_1 W_2 8 N_h C_L C_M C_H$

Розділ	Група	Зміст групи
1	2	3
0	$M_j M_j M_j M_j$	Для інформації, переданої в даному коді зі станцій, які розташовані на суші, $M_j M_j M_j M_j = A A X X$
0	$Y Y G G i_w$	Дата і строк спостереження: $Y Y$ – число і місяць за СМЧ $G G$ – строк у годинах за СМЧ $i_w$ – показник одиниць швидкості вітру і способу її визначення
0	$I I i i i$	Індекс станції: $I I$ – номер району $i i i$ – номер станції у межах району $I I$
1	$i_R i_x h V V$	$i_R$ – показник наявності в повідомленні групи $6 R R R t_R$ $i_x$ – показник наявності в повідомленні групи $7 w w W_1 W_2$ і типу станції (автоматична, або обслуговується персоналом); $h$ – висота нижньої межі найнижчих хмар ( $C_L$ або $C_M$ ); $V V$ – метеорологічна дальність видимості
1	$N d d f f$	$N$ – загальна кількість хмар усіх ярусів; $d d$ – напрямок вітру у строк спостереження;

		<b>ff</b> – швидкість (м/с) вітру, середня за термін спостереження (за 10 хв. при вимірі анеморумбометром або за 2 хв. при визначенні по флюгеру)
1	<b>1s<sub>n</sub>TTT</b>	<b>1</b> – відмітна цифра <b>s<sub>n</sub> TTT</b> – температура повітря ( <b>s<sub>n</sub></b> – знак; <b>TTT</b> – значення в градусах Цельсія з точністю до десятих часток)
1	<b>2s<sub>n</sub>T<sub>d</sub>T<sub>d</sub>T<sub>d</sub></b>	<b>2</b> – відмітна цифра <b>s<sub>n</sub> T<sub>d</sub>T<sub>d</sub>T<sub>d</sub></b> – точка роси ( <b>s<sub>n</sub></b> – знак, <b>T<sub>d</sub>T<sub>d</sub>T<sub>d</sub></b> – значення в градусах Цельсія з точністю до десятих часток)
1	<b>3P<sub>0</sub>P<sub>0</sub>P<sub>0</sub>P<sub>0</sub></b>	<b>3</b> – відмітна цифра <b>P<sub>0</sub>P<sub>0</sub>P<sub>0</sub>P<sub>0</sub></b> – тиск (гПа) повітря на рівні станції з точністю до десятих часток (цифра тисяч не передається)
1	<b>4PPPP</b>	<b>4</b> – відмітна цифра <b>PPPP</b> – тиск повітря, приведений до середнього рівня моря, з точністю до десятих часток (цифра тисяч не передається)
1	<b>5appp</b>	<b>5</b> – відмітна цифра <b>a</b> – характеристика баричної тенденції за останні 3 години <b>ppp</b> – значення баричної тенденції (гПа) за останні 3 години з точністю до десятих часток
1	<b>6RRRt<sub>R</sub></b>	<b>6</b> – відмітна цифра <b>RRR</b> – кількість опадів, які випали за період <b>t<sub>R</sub></b> <b>t<sub>R</sub></b> – період часу, за який обмірювана кількість опадів
1	<b>7wwW<sub>1</sub>W<sub>2</sub></b>	<b>7</b> – відмітна цифра <b>ww</b> – погода в строк спостереження або протягом останньої години перед строком спостереження <b>W<sub>1</sub>W<sub>2</sub></b> – минула погода
1	<b>8N<sub>h</sub>C<sub>L</sub>C<sub>M</sub>C<sub>H</sub></b>	<b>8</b> – відмітна цифра <b>N<sub>h</sub></b> – кількість хмар <b>C<sub>L</sub></b> або <b>C<sub>M</sub></b> , якщо хмар <b>C<sub>L</sub></b> немає

		<p><math>C_L</math> – хмари вертикального розвитку і хмари нижнього ярусу (крім шарувато-дошових)</p> <p><math>C_M</math> – хмари середнього ярусу і шарувато-дошові хмари (нижній ярус)</p> <p><math>C_H</math> – хмари верхнього ярусу</p>
--	--	--

Література (4, с. 3).

### Пояснення до коду КН-01

$i_w$  – показник одиниць швидкості вітру і способу її визначення

**Кодова таблиця 1 – показник  $i_w$  (група YGG*i<sub>w</sub>*)**

Одиниці швидкості вітру	Способи визначення	Кодові цифри
м/сек	Візуальна оцінка	0
	Інструментальний вимір	1

Примітка:

Виміри, що зроблені по флюгеру, вважаються інструментальними і кодуються кодовою цифрою 1.

$i_R$  – показник наявності в телеграмі групи **6RRR*t<sub>w</sub>***

**Кодова таблиця 2 – показник  $i_R$  (група  $i_R i_x hVV$ )**

Наявність у телеграмі групи 6RRR <i>t<sub>w</sub></i>	Кодові цифри
Включена в розділ 1	1
<b>Не включена</b>	
опадів не було	3
кількість опадів не вимірювалась	4

$i_x$  – показник типу станції і наявності в телеграмі групи **7ww*W<sub>1</sub>W<sub>2</sub>***

**Кодова таблиця 3 – показник  $i_x$  (група  $i_R i_x hVV$ )**

Тип станції	Наявність у телеграмі групи 7ww <i>W<sub>1</sub>W<sub>2</sub></i>	Кодові цифри
Станція, яка обслуговується персоналом	Включена 7ww <i>W<sub>1</sub>W<sub>2</sub></i>	1
	Не включена	
	Немає явищ, що підлягають передачі	2
	Спостереження не проводились	3

Література (4, с. 32-33).

**h** – висота нижньої межі найнижчих хмар.

**Кодова таблиця 4 – висота нижньої межі хмар (група і<sub>RIx</sub> hVV)**

Висота нижньої межі хмар	Кодові цифри
1	2
Менша за 50м	0
50-100	1
100-200	2
200-300	3
300-600	4
600-1000	5
1000-1500	6
1500-2000	7
2000-2500	8
2500 і більша або хмар немає	9
Висота невідома або підстава хмар знаходиться нижче станції	

Примітки:

1. Якщо висота нижньої межі хмар дорівнює одному з крайніх значень інтервалів (тобто відповідає двом кодовим цифрам), то **h** кодується більшою цифрою коду. Наприклад, висота 1000м кодується цифрою коду 6.

2. На місці **h** повідомляється висота найнижчих хмар незалежно від їхньої кількості.

3. При тумані, хуртовині й інших явищах, що погіршують видимість, використовуються наступні правила кодування:

– якщо небо видно і можна визначити висоту нижньої межі хмар, то **h** кодується відповідною цифрою коду;

– якщо небо не видно або висоту нижньої межі визначити не можна, то **h** кодується дробовою рисою ( / ).

Література (4, с. 29).

VV – метеорологічна дальність видимості.

**Кодова таблиця 5 – метеорологічна дальність видимості  
( група  $i r i_x h V V$  )**

Значення видимості, км	Кодові цифри
Менша за 0,05	90
0,05	91
0,2	92
0,5	93
1	94
2	95
4	96
10	97
20	98
Більша за 50	99
Видимість не визначена	//

Примітка:

Якщо в термін спостереження видимість істотно змінюється або неоднакова в різних напрямках, для VV повинні використовуватися кодові цифри, що відповідають найменшому значенню видимості.

Література (4, с.39).

N – загальна кількість хмар усіх ярусів

**Кодова таблиця 6 – загальна кількість хмар ( група  $N d d f f$  )**

Кількість хмар, бали	Кодові цифри
0 (хмар немає)	0
1 або менша (але не 0)	1
2-3	2
4	3
5	4
6	5
7-8	6
9 або більша, (але не 10, є проясніти)	7
10 (без прояснітів)	8
Визначити неможливо через туман, хуртовини чи інші явища, що погіршують видимість	9
Спостереження не проводилися	/

Примітки:

1. Кількість хмар менша за 1 бал (але не 0 балів) кодується цифрою 1; форма хмар при цьому не визначається; група  $8N_h C_L C_M C_H$  у цих випадках не передається.

2. Сліди конденсації від літаків включаються в кількість хмар тільки тоді, коли вони стійкі і мають подібність з якою-небудь формою хмар.

3. При тумані, хуртовині й інших явищах, що погіршують видимість:  
– якщо небо видно і можна визначити кількість хмар, для N повинні використовуватися відповідні кодові цифри (у тому числі і цифра 0, коли хмар немає);

– якщо небо не видно і кількість хмар не можна визначити N кодується цифрою 9.

4. При кодуванні  $N_h$  із групи  $8N_h C_L C_M C_H$  використовується кодова таблиця 6. На місці  $N_h$  кодується кількість хмар нижнього ярусу, а при їх відсутності – хмари середнього ярусу.

Література (4, с. 34).

$s_n$  – знак температури

**Кодова таблиця 7 – знак температури ( групи  $1s_n TTT$ ,  $2s_n T_d T_d T_d$ )**

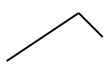


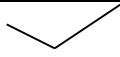
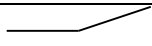
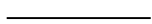
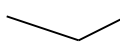
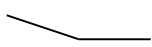
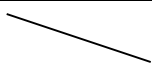
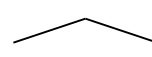
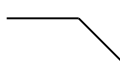
Зміст	Кодові цифри
Позитивна температура і 0°C	0
Від’ємна температура	1

Література (4, с. 36).



**а** – характеристика баричної тенденції

**Кодова таблиця 8 – барична тенденція (група 5аррр)**

Зміна тиску по барометру за останні 3 години	Характеристика баричної тенденції по записі барографа	Вид кривої по барографу	Кодові цифри
1	2	3	4
Підвищилося або без зміни	<b>Ріст, потім падіння</b>		0
Підвищилося	<b>Ріст, потім без зміни</b>		1
	Ріст ( рівномірний чи нерівномірний)		2
	<b>Падіння, потім ріст</b>		3
	Без зміни, потім ріст		3
Без зміни	<b>Рівний чи нерівний хід</b>		4
Знизилося чи без зміни	<b>Падіння, потім ріст</b>		5
Знизилося	<b>Падіння, потім без зміни</b>		6
	<b>Падіння ( рівномірне або нерівномірне)</b>		7
	Ріст, потім падіння		8
	Без зміни, потім падіння		8

Примітка:

У тому випадку, коли величина зміни тиску по барометру суперечить показанням барографа ( наприклад, по барометру – зростання тиску за останні 3 години, а по барографу – падіння), перевага віддається показанням барометра і для характеристики «а» вибирається придатна кодова цифра.

Література (4, с. 16).

**RRR** – кількість хмар, що випали за період  $t_R$

**Кодова таблиця 9 – Кількість опадів (група  $6RRRt_R$ )**

Кількість опадів, мм	Кодові цифри
<b>Опадів не було</b>	000
1	001
2	002
3	003
...	...
988	988
989 і більше	989
0,0 (сліди опадів)	990
0,1	991
0,2	992
0,3	993
...	...
0,8	998
0,9	999

Примітка:

Коли опадів не було, група  $6RRRt_R$  не передається (тобто кодові цифри 000 для RRR не використовуються).

Література (4, с. 35).

$t_R$  – інтервал часу, за який обмірювана кількість опадів

**Кодова таблиця 10 – Період часу в групі  $6RRRt_R$**

Закінчення періоду	Тривалість періоду, година	Кодові цифри
Інтервал закінчується в термін передачі групи $6RRRt_R$	12	2
Інтервал закінчується за 3 години до терміну передачі групи $6RRRt_R$	12	0

Література (4, с. 38).

ww – погода в термін спостереження або в останню годину

**Кодова таблиця 11 – Погода в термін спостереження або в останню годину (група 7wwW<sub>1</sub>W<sub>2</sub>)**

Кодові цифри	Наявність явищ погоди		Відсутність явищ погоди	
	У термін спостереження	В останню годину	У термін спостереження	В останню годину
00-19			Опади Тумани (крім ww=11,12) Пилова/піщана Бура Хуртовина (загальна, низова, поземок)	Опади (крім ww =17) Тумани Пилова/піщана Бура Хуртовина (загальна, низова, поземок)
20-29		Опади Тумани Грози	Опади Тумани Грози	
30-39	Пилова/піщана бура Хуртовина		Опади	
40-49	Тумани		Опади	
50-59	Мряка			
60-69	Дощ облоговий			
70-79	Облоговий сніг і інші тверді опади			
80-90	Зливові опади		Гроза	Гроза
91-94		Гроза	Гроза	
95-99	Гроза			

Примітки:

1. Кодова таблиця містить 100 кодових значень ww; для зручності користування вона поділена на 10 розділів. Для кожного розділу визначені

умови його застосування. При кодуванні ww спочатку необхідно підібрати придатний розділ таблиці, а потім вибрати в ньому значення ww.

2. «Термін спостереження» – інтервал часу тривалістю 10 хвилин, закінчується точно в термін, до якого відносяться дані. Так, для даних за термін 09 год. «термін спостереження» складає інтервал часу від 08 год. 50 хв. до 09 год. 00 хв.

3. Інтервал часу тривалістю 50 хв., що закінчується в «термін спостереження» є – «остання година». Так, для даних за термін 09 год. «остання година» складає інтервал часу від 08 год. 00 хв. до 08 год. 50 хв.

4. Якщо погода, що спостерігається, може бути закодована декількома кодovими значеннями ww, то варто використовувати більше з цих значень.

5. Характеристика явищ погоди: «слабкі», «помірні», «сильні» відносяться до інтенсивності явищ у термін спостережень.

**Кодова таблиця 11а – Погода в термін спостереження або в останню годину**

00-09		10-19	
00	Спостережень за хмарами не було	10	Димка
01	Хмари розсіюються	11	Поземний туман клаптиками
02	Небо без змін	12	Поземний туман суцільний
03	Хмари розвиваються	13	Блискавки
04	Видимість погіршена через дим	14	Опади в полі зору станції
05	Імла	15	Опади більш за 5 км від станції
06	Пил, що принесений здалеку	16	Опади до 5 км від станції
07	Пил, що піднятий на станції	17	Гроза без опадів
08	Пилові або піщані вихри	18	Шквал
09	Пилова бура в полі зору станції	19	Смерч

**Продовження таблиці 11а**

20-29 (явища в «останню годину»)		30-39 (явища в «термін спостережень»)	
20	Мряка або сніжні зерна	30	Слабка або помірна пилова бура слабшає
21	Дощ	31	Слабка або помірна пилова бура без зміни
22	Сніг	32	Слабка або помірна пилова бура підсилюється
23	Дощ зі снігом	33	Сильна пилова бура слабшає

24	Замерзаюча мряка (дощ)	34	Сильна пилова бура без зміни
25	Зливовий дощ	35	Сильна пилова бура підсилюється
26	Зливовий сніг або сніг з дощем	36	Слабкий або помірний поземок
27	Град або крупа	37	Сильний поземок
28	Туман	38	Слабка або помірна низова хуртовина
29	Гроза з опадами (без опадів)	39	Сильна низова хуртовина

Продовження таблиці 11а

40-49 (туман у термін спостережень)		50-59 (мряка в термін спостережень)	
40	Туман на відстані	50	Мряка слабка з перервами
41	Туман місцями	51	Мряка слабка безупинна
42	Туман слабшає, небо видне	52	Мряка помірна з перервами
43	Туман слабшає, небо не видне	53	Мряка помірна без перерв
44	Туман без зміни, небо видне	54	Мряка сильна з перервами
45	Туман без зміни, небо не видне	55	Мряка сильна без перерв
46	Туман підсилюється, небо видне	56	Мряка слабка з ожеледдю
47	Туман підсилюється, небо не видне	57	Мряка помірна або сильна з ожеледдю
48	Туман прозорий, осідання паморозі	58	Мряка слабка з дощем
49	Туман суцільний, осідання паморозі		Мряка помірна або сильна з дощем

Продовження таблиці 11а

60-69 (дощ у термін спостережень)		70-79 (тверді опади в термін спостережень)	
60	Дощ слабкий з перервами	70	Слабкий сніг з перервами
61	Дощ слабкий безперестанний	71	Слабкий сніг безперестанний
62	Дощ помірний з перервами	72	Помірний сніг з перервами
63	Дощ помірний безперестанний	73	Помірний сніг безперестанний
64	Дощ сильний з перервами	74	Сильний сніг з перервами
65	Дощ сильний безперестанний	75	Сильний сніг безперестанний
66	Дощ слабкий з ожеледдю	76	Льодові голки
67	Дощ помірний чи сильний з ожеледдю	77	Сніжні зерна
68	Слабкий дощ або мряка зі снігом	78	Сніжні кристали, що схожі на зірочки
69	Помірний чи сильний дощ або	79	Льодовий дощ

	мряка зі снігом		
--	-----------------	--	--

Продовження таблиці 11а

80-89 (зливові опади в термін спостереження, без грози)		90-99 (гроза в термін чи спостереження в останню годину)	
80	Зливовий дощ слабкий	90	Град помірний чи сильний
81	Зливовий дощ помірний чи сильний	91	Гроза в останню годину; дощ слабкий у термін спостереження
82	Зливовий дощ дуже сильний	92	Гроза в останню годину; дощ помірний чи сильний у термін
83	Зливовий дощ слабкий зі снігом	93	Гроза в останню годину; дощ град слабкий у термін спостереження
84	Зливовий дощ помірний чи сильний зі снігом	94	Гроза в останню годину; сніг або крупа помірна чи сильна в термін спостереження
85	Зливовий сніг слабкий	95	Гроза слабка чи помірна з дощем або снігом у термін
86	Зливовий сніг помірний чи сильний	96	Гроза слабка чи помірна з градом або крупною в термін
87	Льодова або сніжна крупа слабка	97	Гроза сильна з дощем або снігом у термін спостереження
88	Льодова або сніжна крупа помірна чи сильна	98	Гроза в термін з пиловою або піщаною бурою
89	Град слабкий	99	Гроза сильна з градом або крупною в термін спостереження

Література (4, с. 42-51).

$W_1W_2$  – минула погода (погода в інтервал часу між термінами спостережень)

**Кодова таблиця 12 – Минула погода (група 7ww $W_1W_2$ )**

Минула погода	Кодові цифри
Ясно або хмарність не більш 5 балів	0
Кількість хмар міняється від більш 5 до менш 5 балів	1
Хмарність більша за 5 балів	2
Буря піщана або пилова Хуртовина загальна, низова, поземок	3

Туман або льодовий туман Імла при видимості меншій за 1 км	4
Мряка	5
Дощ	6
Дощ зі снігом Сніг або інші види твердих опадів	7
Зливові опади (сніг, дощ і інші)	8
Гроза з опадами або без них	9

### Примітки:

1. Якщо в інтервал часу між термінами спостерігалось кілька явищ, що кодуються різними кодovими цифрами, то для  $W_1W_2$  використовуються дві великі кодovі цифри, причому для  $W_1$  – найбільша, а для  $W_2$  – наступна з обраних двох. Наприклад: між термінами були відзначені – туман (4), мряка (5), дощ (6); У цьому випадку  $W_1W_2 = 65$ .

2. Якщо в інтервал часу між термінами спостерігалось тільки одне явище, що кодується цифрами коду 3-9, то це явище вказується на місці  $W_1$ , а на місці  $W_2$  дається характеристика кількості хмарності за даний період (кодovі цифри 0,1,2). Наприклад, між термінами спостерігався дощ (6) при хмарності 8-10 балів (2). У цьому випадку  $W_1W_2 = 62$

3. Якщо в інтервал часу між термінами атмосферних явищ не спостерігалось, то на місці  $W_1$  повідомляється характеристика кількості хмар за даний період (0.1.2), а на місці  $W_2$  повторюється кодovа цифра, що використовувалася для  $W_1$ . Наприклад, між термінами спостерігалася малохмарна погода (менш 5 балів). У цьому випадку  $W_1W_2 = 00$ .

Література (4, с. 40-41).

### **$8N_hC_LC_MC_H$ – восьма група розділу 1 коду КН-01**

$N_h$  – кількість хмар нижнього або середнього ярусу кодується по кодovій таблиці 6 даної теми (пояснення до коду КН-01).

$C_LC_MC_H$  – форми хмар нижнього, середнього і верхнього ярусів. Цифри коду для їхнього кодування наведені в таблиці 15 чергування № 5 цього збірника методичних указівок.

### **Контрольні запитання**

1. В якій групі кодуються значення температури і температури точки роси?
2. Надайте пояснення групи 3 розділу 0 коду КН-01.
3. Який проміжок часу входить в поняття «строк спостереження»?

4. Які метеорологічні величини кодуються в групах з відмітними цифрами 3 та 4?
5. Як кодуються в телеграмі знак температури і температури точки роси?
6. Надайте пояснення групі 2 розділу 0 коду.
7. За який термін спостереження дається значення швидкості вітру?
8. Надайте пояснення, що таке барична тенденція і як вона кодується. Наведіть приклад.
9. В яких одиницях кодується кількість опадів і дайте пояснення групі 6 розділу 1.
10. Як кодується минула погода, коли між термінами спостерігається декілька явищ погоди? Наведіть приклад.
11. Надайте пояснення групі 8 розділу 1.
12. Наведіть приклад кодування атмосферного тиску, якщо  $P > 1000$  гПа і при  $P < 1000$  гПа.

### **Порядок виконання чергування**

1. Вивчити схему коду КН-01 і метеорологічні величини, які входять до складу кожної окремої групи; особливу увагу надати розділу 1 коду, його 7 і 8 групам. Погода в строк спостереження або протягом останньої години має велике значення для подання штормової інформації в Держгідромет і в різні галузі народного господарства. Для вивчення схеми коду и пояснення до нього, слід використовувати теоретичну частину цієї методичної вказівки, а також код КН-01( вид. 1989 р).
2. Провести спостереження на метеорологічному майданчику за повною програмою і закодувати результати спостережень за кодом КН-01.
3. Відповісти на контрольні запитання і розкодувати метеорологічні телеграми згідно з індивідуальним варіантом, який видається кожному студенту викладачем.
4. Результати кодування спостережень на станції, розкодування телеграм і відповіді на контрольні запитання записуються і перевіряються викладачем.

### **Варіанти завдань**

#### Варіант 1

1. Контрольне запитання № 7
2. ААХХ 04031 11010 41756 72702 10148 20143 39836 40204  
58003 70282 83534.



### Варіант 2

1. Контрольне запитання № 5
2. ААХХ 04061 11150 41460 81902 10142 20127 39686 40212  
55003 78182 8787/.

### Варіант 3

1. Контрольне запитання № 8
2. ААХХ 04061 11816 41460 62107 10173 20149 30023 40181  
53014 72166 85530.

### Варіант 4

1. Контрольне запитання № 2
2. ААХХ 04091 11934 41665 73002 10158 20140 39362 42799  
56010 72122 8457/.

### Варіант 5

1. Контрольне запитання №6
2. ААХХ 05031 11968 42965 53101 10164 20135 39889 40160  
57005 75062 85030.

### Варіант 6

1. Контрольне запитання № 3
2. ААХХ 05031 12772 42570 31403 10178 20146 39882 40156  
57006 71389 81262.

### Варіант 7

1. Контрольне запитання № 9
2. ААХХ 05031 12882 42970 41901 10177 20144 30033 40162  
55001 78082 84380.

### Варіант 8

1. Контрольне запитання № 10
2. ААХХ 05211 11518 41618 62304 10138 20122 39761 40190  
56003 72162 82472.

### Варіант 9

1. Контрольне запитання № 11
2. ААХХ 05221 11659 21470 83102 10129 20115 39571 40197  
52004 72588 879//.

### Варіант 10

1. Контрольне запитання № 1
2. ААХХ 21031 17070 41550 80901 10100 10087 39354 40203  
56001 71011 866//.

### Варіант 11

1. Контрольне запитання № 12
2. ААХХ 21031 12330 41660 82203 10150 20137 30068 40173  
53002 78022 8692/.

Варіант 12

1. Контрольне запитання № 4

2. ААХХ 25061 12426 41970 83201 10163 20142 30030 40178  
51006 70182 8707/.

## ЧЕРГУВАННЯ № 8

Тема чергування: Небезпечні та стихійні атмосферні явища, та їх спостереження на метеорологічній станції. Штормові телеграми.  
Метеорологічне спостереження на станції за повною програмою з обробкою усіх метеорологічних величин, кодуванням, складанням телеграм.

### Мета чергування

- ознайомитися з небезпечними та стихійними атмосферними явищами; критеріями, при яких подаються штормові телеграми;
- подання інформації про початок, посилення та закінчення небезпечних та стихійних явищ;

### Завдання на підготовку до чергування

Після вивчення теоретичної частини методичної вказівки студент повинен

#### знати:

- значення метеовеличин, явищ, по яким визначається небезпечність явища;
- значення явища (метеовеличини), з якого подається штормова інформація;
- подання інформації про початок, посилення і закінчення явища;
- принцип кодування небезпечних і стихійних явищ.

#### вміти:

- правильно скласти штормові телеграми про початок і посилення небезпечного явища;
- скласти телеграми про закінчення небезпечного або стихійного явища;

## ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

До небезпечних (НЯ) та стихійних гідрометеорологічних явищ (СГЯ) відносяться такі явища, які при досягненні певних значень (або при появі) можуть порушити виробничу діяльність галузей економіки і завдати матеріальних збитків.

Перелік небезпечних та стихійних явищ наведений нижче.

Перелік стихійних метеорологічних і агрометеорологічних явищ та їх категорії

- вітер (у т. ч. шквали, смерчі) – максимальна швидкість  $25 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ , на високогір'ї Карпат і в гірських районах Криму (Плай, Пожежевська, Ай-Петрі, Ангорський перевал)  $40 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$  і більше;
- дуже сильний дощ, дуже сильні опади, (дощ із снігом) - кількість опадів  $50 \text{ мм}$  і більше за 12 годин і менше, в гірських, селевих, лавинонебезпечних і зливонебезпечних районах –  $30 \text{ мм}$  і більше за 12 годин і менше;
- сильні зливи – кількість опадів  $30 \text{ мм}$  та більше за 1 годину та менше;
- тривалі дощі - кількість опадів  $100 \text{ мм}$  та більше за 1...3 доби (за винятком зливових районів);
- дуже сильні снігопади – кількість опадів  $20 \text{ мм}$  і більше за 12 годин і менше;
- град – діаметр градин  $20 \text{ мм}$  і більше;
- сильні хуртовини – 12 годин і більше при швидкості вітру  $\geq 15 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ ;
  
- сильна пилова (піщана) буря - при швидкості вітру  $\geq 15 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$  протягом 12 годин і більше;
- сильна ожеледь – діаметр відкладень на дроті стандартного ожеледного станка  $20 \text{ мм}$  і більше;
- сильні складні відкладення – діаметр  $35 \text{ мм}$  і більше;
- сильне налипання мокрого снігу – діаметр  $35 \text{ мм}$  і більше;
- сильний туман – видимість менше  $100 \text{ м}$  протягом 12 годин і більше;
- заморозки – зниження температури повітря (на поверхні ґрунту) нижче  $0^\circ\text{C}$  у вегетаційний період;
- зниження температури повітря на Південному березі Криму до  $-10^\circ\text{C}$  і нижче;
- сильний мороз:  $-30^\circ\text{C}$  і нижче (Дніпропетровська, Кіровоградська, Запорізька, Миколаївська, Одеська, Херсонська області, Республіка Крим (за винятком Південного берегу Криму));  $-35^\circ\text{C}$  і нижче – на решті території України;
- сильна спека:  $+40^\circ\text{C}$  і вище (Дніпропетровська, Донецька, Запорізька, Кіровоградська, Луганська, Миколаївська, Одеська, Полтавська, Харківська, Херсонська області, Республіка Крим);  $+35^\circ\text{C}$  – решта території України;
- надзвичайна пожежна небезпека - показник пожежної небезпеки понад  $10000^\circ\text{C}$ ;
- суховії – збереження протягом 3...5 днів високої температури (понад  $25^\circ\text{C}$ ) при швидкості вітру більше  $5 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$  і низькій (вдень  $30\%$  і менше) відносній вологості повітря у період цвітіння, наливу та досягання зерна.

Примітка:

Усі перелічені явища, крім смерчу, шквалу та граду, належать до стихійних метеорологічних явищ у тих випадках, коли вони можуть

досягнути вказаних критеріїв на одній третині території області, або у великому населеному пункті з населенням понад 1 млн. чоловік (Київ, Дніпропетровськ, Одеса, Донецьк, Харків).

Смерч, шквал та град належать до стихійних метеорологічних явищ незалежно від площі, на якій вони спостерігались.

У попередженнях про виникнення стихійних метеорологічних явищ термін «місцями» може застосовуватись лише до таких явищ, як шквал, смерч, град. Для решти явищ необхідно вказати район поширення (на узбережжі, передгірських районах, на заході, півночі, півдні, або сході області, республіки, тощо).

### Перелік морських стихійних метеорологічних явищ та їх критерії

- сильний вітер (у т. ч. шквали) – швидкість вітру (у т. ч. при поривах)  $25 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$  та більше;
- сильний туман та інші гідрометеорологічні явища, що погіршують видимість на морі – 100 м і менше протягом 12 годин і більше;
- швидке та дуже швидке обмерзання –  $0,7 \text{ см} \cdot \text{год.}^{-1}$  і більше;
- поява льодових явищ, замерзання моря в ранні строки – повторюваність 1 раз на 10 років;
- сильні (високі) хвилі - на Азовському морі 3,5 м і більше, на Чорному морі 6 м і більше;
- високі або низькі рівні моря – згінно-нагінні коливання рівнів моря нижче або вище умовних відміток, при яких спостерігаються аварійні ситуації на флоті, затоплення територій портів та інших господарських об'єктів на узбережжі, а також населених пунктів;
- сильний тягун в морських портах – створює аварійні ситуації для суден в акваторіях портів;
- інтенсивний дрейф льоду, поява непрохідного для суден льоду, напір льоду на берег – створює небезпечні умови для мореплавства та виникнення аварійних ситуацій на флоті, пошкодження портового та іншого обладнання, об'єктів та споруд на узбережжі.

Інформація про початок, посилення, а в окремих випадках і про збереження небезпечного стихійного явища є екстреною і подається з знаковою групою ЩЭОЯЮ, про припинення явища – ЩЭОЗМ.

До подачі інформації про небезпечні та стихійні явища можуть залучатися метеорологічні, гідрологічні, морські гідрометеорологічні, об'єднані гідрометеорологічні, авіаметеорологічні, спеціалізовані станції, які проводять гідрометеорологічні спостереження і мають постійні засоби зв'язку.

Телеграма про початок, посилення та закінчення явища подається незалежно від строків подачі інших видів телеграм.

Телеграма про початок, посилення небезпечного

гідрометеорологічного явища подається спостерігачами негайно при виникненні явища. При одночасному виникненні декількох небезпечних явищ у телеграму включається інформація про всі явища. Якщо після подачі телеграми про одне небезпечне явище, почалося інше небезпечне явище, то негайно подається телеграма про друге явище, без повторення інформації про явище, що виникло раніше.

Телеграма про закінчення небезпечного явища подається не пізніше ніж через 20 хвилин після його закінчення. Якщо явища, які спостерігались одночасно, закінчились в різний час, то телеграми про закінчення кожного небезпечного явища подаються окремо. В цьому випадку телеграма про закінчення одного з явищ при наявності іншого небезпечного (стихійного) явища подається з ознаковою групою ЩЗОЯЮ.

### **Зміст та порядок складання і передачі даних про небезпечні та стихійні гідрометеорологічні явища**

Телеграми про небезпечні та стихійні метеорологічні явища можуть передаватися в кодї WAREP або відкритим текстом, а про агрометеорологічні та морські гідрологічні явища тільки відкритим текстом.

Час початку, посилення або закінчення небезпечного явища вказується за МСЧ (місцевий середній час).

Назва одиниць вимірювань, як правило, не вказується, але при цьому мається на увазі, що:

- швидкість вітру передається в м/с;
- значення видимості 3000 м і менше в метрах, більше 3000 м в кілометрах;
- діаметр ожеледно-паморозевих відкладень, налипання мокрого снігу і граду – в міліметрах;
- висота нижньої межі хмар – в метрах;
- кількість опадів – в міліметрах;
- висота хвиль на морях, озерах, водосховищах – в метрах;
- рівні води в річках, озерах, водосховищах – в сантиметрах над нулем графіка, в морських портах – в сантиметрах над нулем рівня моря;
- обледеніння суден – в сантиметрах на годину;
- дрейф льоду (криги) – в кілометрах на годину;
- тягуна – висота довгоперіодної хвилі – в сантиметрах.

Нижче приводяться приклади передачі телеграм при різних явищах.

В телеграмах про погіршення видимості до критичних значень вказується:

- час початку погіршення видимості;
- явище, яке викликало погіршення видимості;
- значення видимості.

Приклад 1:

КИЇВ ПОГОДА ЩЭОЯЮ I I i i i 151719 туман (небо видно) 500  
КИЇВ ПОГОДА ЩЭОЯЮ I I i i i 151830 туман (небо видно) 90  
КИЇВ ПОГОДА ЩЭОЯЮ I I i i i 160630 туман 100 триває 1200  
КИЇВ ПОГОДА ЩЭОЗМ I I i i i 162310 димка 1500

Якщо видимість погіршує хуртовина, пилова (піщана) буря, додатково вказується напрямок та швидкість вітру, вид хуртовини, пилової (піщаної) бурі; після закінчення хуртовини та пилової бурі вказується тривалість у годинах.

Приклад 2:

КИЇВ МЕТ ЩЭОЯЮ I I i i i 201750 хуртовина 1000 північний 9 пор 12  
КИЇВ МЕТ ЩЭОЯЮ I I i i i 202240 хуртовина 500 північний 10 пор 14  
КИЇВ МЕТ ЩЭОЯЮ I I i i i 210025 хуртовина 100 північний 10 пор 15  
КИЇВ МЕТ ЩЭОЯЮ I I i i i 211230 хуртовина 600 північний 10 пор 15 тривалість СГЯ 1205  
КИЇВ МЕТ ЩЭОЗМ I I i i i 220710 хуртовина закінчилась 4 північний 4 пор 7

В телеграмах про сильний вітер обов'язково вказується напрямок вітру, середня та максимальна (порив) швидкість вітру.  
В телеграмах про смерч вказується напрямок, в якому спостерігається смерч та вид опадів, що відмічаються при смерчі, а також напрямок та швидкість вітру (максимальна обов'язково, середня по можливості).

Сильний вітер

КИЇВ ПОГОДА ЩЭОЯЮ I I i i i 082010 північно-західний 10 пор 16  
КИЇВ ПОГОДА ЩЭОЯЮ I I i i i 082215 північно-західний 20 пор 22  
КИЇВ ПОГОДА ЩЭОЯЮ I I i i i 090510 північний 15 пор 20  
КИЇВ ПОГОДА ЩЭОЗМ I I i i i 101010 північний 5 пор 8

Шквал, який супроводжується грозою та градом

КИЇВ ПОГОДА ЩЭОЯЮ I I i i i 211530 шквал західний 16  
КИЇВ ПОГОДА ЩЭОЯЮ I I i i i 211535 гроза станції град  
КИЇВ ПОГОДА ЩЭОЯЮ I I i i i 211540 західний 5 пор 8 град закінчився  
КИЇВ ПОГОДА ЩЭОЗМ I I i i i 211620 гроза закінчилась

Всі телеграми про небезпечні та стихійні гідрометеорологічні явища

фіксуються в спеціальному журналі, в якому обов'язково вказується час передачі (Київський зимовий, або літній), прізвище особи, що передала і прийняла (якщо передача здійснюється по телефону) телеграму.

### **Контрольні запитання**

1. З яким індексом і коли подаються телеграми про початок, продовження і закінчення небезпечного явища (НЯ)?
2. Що вказується в телеграмах при передачі повідомлення про небезпечні явища?
3. Назвати одиниці вимірювання небезпечних явищ.
4. Назвати критичне значення видимості як небезпечного явища, з якого слід подавати телеграму про початок НЯ. Наведіть приклад.
5. Яке значення видимості вважається за стихійне гідрометеорологічне явище (СГЯ)? Наведіть приклад.
6. При яких критичних значеннях сильний дощ вважається за НЯ, а при яких – СГЯ? Наведіть приклад.
7. При яких критичних значеннях сильний сніг вважається за НЯ, а при яких – СГЯ? Наведіть приклад.
8. Яка швидкість вітру вважається за НЯ, а яка за СГЯ?
9. При якій швидкості вітру слід подавати телеграми про початок, посилення і закінчення явища? Наведіть приклад.
10. Яке наростання ожеледі вважається за НЯ, а яке за СГЯ?
11. Коли подаються телеграми про початок і закінчення грози, граду, смерчу? Наведіть приклад.

### **Порядок виконання роботи під час чергування**

Вивчити теоретичний матеріал, який наведено в загальній частині цього чергування, особливо звернути увагу на перелік небезпечних та стихійних гідрометеорологічних явищ; на критичні значення для кожного виду НЯ і СГЯ з яких подаються телеграми про початок, посилення і закінчення явища.

Після вивчення теоретичної частини викладач видає кожному студенту приклад стана погоди з небезпечним явищем і вказівкою часу, коли воно відмічено, а також номер контрольного запитання.

Відповісти на контрольні запитання і скласти телеграму відкритим текстом про початок, посилення і закінчення явища.



## ЛІТЕРАТУРА

1. Настанова гідрометеорологічним станціям і постам. Випуск 3. Частина I. Київ: Державна гідрометеорологічна служба, 2011. 288 с.
2. Психрометричні таблиці. Сайт дистанційного навчання кафедри метеорології та кліматології. Дисципліна «Фізика атмосфери з чергуваннями» <http://dpt17s.odeku.edu.ua/course/view.php?id=48>
3. Атлас хмар. Сайт дистанційного навчання кафедри метеорології та кліматології. Дисципліна «Фізика атмосфери з чергуваннями» <http://dpt17s.odeku.edu.ua/course/view.php?id=48>
4. Код КН-01. Сайт дистанційного навчання кафедри метеорології та кліматології. Дисципліна «Фізика атмосфери з чергуваннями» <http://dpt17s.odeku.edu.ua/course/view.php?id=48>
5. Шкільний С.П. Фізика атмосфери. Одеса: ОГМІ, 1997. 698 с.
6. Інструкція гідрометеорологічним станціям (постам) про подачу інформації про небезпечні та стихійні гідрометеорологічні явища. Схема коду та кодова таблиця. Київ: Держкомгідромет, 1998. 27 с.