

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до навчальної практики з дисципліни «Методи та засоби  
гідрометеорологічних вимірювань»  
розділ «Фізика атмосфери»

для здобувачів вищої освіти рівня бакалавр  
денної та заочної форм навчання

спеціальність 103 Науки про Землю  
Освітньо-професійна програма «Метеорологія і кліматологія»

Затверджено  
на засіданні групи забезпечення спеціальності  
Протокол № 15 \_ від « 03 » липня 2023р.

Голова групи  Шакірзанова Ж.Р.

Затверджено  
на засіданні кафедри метеорології та кліматології  
Протокол № 11 від « 9 » червня 2023р.

Завідувач кафедри  Прокоф'єв О.М.

Одеса 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до навчальної практики з дисципліни «Методи та засоби  
гідрометеорологічних вимірювань»  
розділ «Фізика атмосфери»

для здобувачів вищої освіти рівня магістр  
денної та заочної форм навчання

спеціальність 103 «Науки про Землю»  
освітньо-професійна програма “Метеорологія і кліматологія”

Затверджено  
на засіданні групи забезпечення спеціальності  
Протокол № 15 від « 03 » липня 2023р.

Одеса 2023

Методичні вказівки до навчальної практики з дисципліни «Методи та засоби гідрометеорологічних вимірювань» для здобувачів вищої освіти рівня бакалавр 1-го року денної та заочної форми навчання, за спеціальністю 103 «Науки про Землю», освітньо-професійна програма «Метеорологія і кліматологія» // Волошина О.В. к.геогр.н., доц., Одеса, ОДЕКУ, 2023 р., 73 с.

## ЗМІСТ

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ .....	5
1.1 Календарний план практики.....	6
1.2 Зміст практики .....	7
1.3 Методичні рекомендації.....	8
1.4 Форми та методи контролю.....	9
1.5 Вимоги до звіту .....	10
2. МЕТЕОРОЛОГІЧНІ СПОСТЕРЕЖЕННЯ НА МЕТЕОРОЛОГІЧНІЙ СТАНЦІЇ.....	11
2.1 Правила техніки безпеки .....	11
2.2 Метеорологічний майданчик.....	12
2.3 Барометрична кімната. Визначення атмосферного тиску .....	13
2.4 Спостереження за хмарністю .....	16
2.5 Визначення метеорологічної дальності видимості .....	20
2.6 Вимірювання характеристик вітру.....	34
2.7 Вимірювання температури повітря на станції.....	38
2.8 Визначення характеристик вологості психрометричним методом ...	40
2.9 Визначення температури та стану підстилаючої поверхні.....	43
2.10 Реєстрація температури і вологості повітря.....	46
2.10 Вимірювання і реєстрація атмосферних опадів .....	52
2.11 Кодування метеорологічної інформації. Код КН-01.....	57
Рекомендована література .....	69
Додаток 1 .....	70

## 1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Навчальна практика з дисципліни «Методи та засоби гідрометеорологічних вимірювань» (2 частина «Фізика атмосфери») проводиться згідно навчальному плану після другого семестру. Практику проходять студенти 1 року навчання за спеціальністю 103 «Науки про Землю», які на протязі 2-го семестру слухали лекції з дисципліни «Методи та засоби гідрометеорологічних вимірювань» в обсязі 60 годин, виконали лабораторні роботи в обсязі 60 та мали час на самостійну роботу обсягом 120 годин – всього 240 години і отримали семестровий залік з дисципліни.

До моменту початку навчальної практики студент має достатню теоретичну і практичну підготовку для виконання усіх передбачених програмою видів робіт.

Мета практики – на основі аналізу самостійно виконаних метеорологічних спостережень закріпити отримані теоретичні знання з дисципліни «Методи та засоби гідрометеорологічних вимірювань» (2 частина «Фізика атмосфери»).

Задачі практики – отримати навички практичної роботи техника-метеоролога на метеорологічній станції, ознайомитися з роботою інженера-метеоролога.

Під час практики студент повинен:

***Знати:***

- основні правила стандартних мережних спостережень на метеорологічній станції,
- порядок проведення та обсяг метеорологічних спостережень в основні строки за всесвітнім часом,
- правила обробки результатів спостережень усіх метеорологічних величин,
- одиниці та точність вимірювання метеорологічних величин,
- форми хмар міжнародної класифікації,
- правила кодування метеорологічної інформації та складання метеорологічних телеграм.

***Вміти:***

- використовувати основні прилади для вимірювання метеорологічних величин,
- обробляти та аналізувати результати спостережень,

- використовувати психрометричні таблиці для визначення характеристик вологості повітря,
- аналізувати стан атмосфери за даними своїх спостережень, складати зведення про погоду,
- кодувати метеорологічну інформацію за допомогою коду КН-01.

Навчальна практика з «Фізики атмосфери» (2 частина) проходить за адресою вул. Львівська 15, ОДЕКУ, ауд. 302, на базі Метеорологічного центру ОДЕКУ (м. Одеса, с. Чорноморка) чи на базі Морського центру ОДЕКУ (м. Одеса).

Студент має право на проходження навчальної практики в фахових установах за власним вибором, попередньо узгодивши і отримавши дозвіл керівника практики.

## **1.1 Календарний план практики**

Навчальна практика починається після закінчення екзаменаційної сесії. Для студентів загальний обсяг практики складає 30 год., які розподіляються за видами практики наступним чином:

1.1 Знайомство з програмою практики. Оформлення щоденника. Знайомство з правилами охорони праці і протипожежної безпеки під час проведення навчальної практики на учбовій метеорологічній станції: інструктаж керівника практики, інструктаж керівника-викладача на робочому місці при роботі з кожним приладом. Знайомство з основними метеорологічними величинами – 5 год.

1.2 Ознайомлення студентів з розташуванням, призначенням метеорологічного майданчика, розміщенням психрометричних будок, метеорологічних приладів та режимом спостережень – 2 год.

1.3 Знайомство з морфологічною класифікацією хмар, розподілом хмар по ярусах, їх умовними позначеннями, визначенням кількості та висоти нижньої межі – 2 год.

1.4 Знайомство з принципами кодування метеорологічної інформації за допомогою коду КН-01 – 1 год.

1.5 Проведення трьох метеорологічних спостережень з записом до книжки КМ-1, подальшою обробкою та кодуванням отриманих результатів – 5 год.

1.6 На другий день проведення трьох метеорологічних спостережень з записом до книжки КМ-1, подальшою обробкою та кодуванням отриманих результатів – 3 год.

1.7 Захист звіту з БЗМ „Фізика атмосфери” навчальної практики з дисципліни „Методи та засоби гідрометеорологічних вимірювань” – 2 год.

1.8 Самостійна робота та підготовка звіту – 5 год.

## **1.2 Зміст практики**

2.1 Стандартні метеорологічні спостереження по повній програмі передбачають проведення кожним студентом, згідно з розкладом, складеним керівником-викладачем, на учбовій метеорологічній станції метеорологічних спостережень за такими метеорологічними величинами:

– метеорологічна дальність видимості за методом повітряного серпанку і за допомогою приладів М-53А та М-71;

– хмарність: загальна кількість хмар, кількість хмар нижнього ярусу та хмар вертикального розвитку, форми хмар за морфологічною класифікацією;

– погода між термінами і у термін спостережень і з записом словами і цифрами коду;

– вітер по флюгеру і приладу М-20;

– температура по сухому, змоченому, максимальному і мінімальному термометрах у психрометричній будці;

– температура поверхні ґрунту по строковому, мінімальному та максимальному термометрах, стан поверхні;

– атмосферний тиск по чашковому ртутному барометру;

- атмосферні явища;
- опади;
- зміна стрічок термографа та гігрографа.

Обробка отриманих результатів спостережень – камеральна робота проводиться після кожного спостереження і включає:

- визначення метеорологічної дальності видимості у км та балах за допомогою таблиць;
- введення поправок до показань термометрів за допомогою сертифікатів термометрів;
- визначення характеристик вологості повітря за психрометричними таблицями;
- розрахунок віртуальної температури;
- введення постійної поправки до відліку по барометру і приведення атмосферного тиску до температури 0 °С і до рівня моря; розрахунок баричної тенденції;
- визначення кількості опадів;
- складання телеграми “погода” за кодом КН-01.

Кожен студент індивідуально проводить спостереження, записує їх в свою книжку КМ-1.

2.2. Обробка стрічок термографа, гігрографа та плевіографа та знайомство з їх установкою у спеціальній будці на метеорологічному майданчику передбачає виконання індивідуального завдання. Кожен студент отримує від керівника стрічки кожного приладу з записом, які він повинен обробити і скласти таблицю, за своїми індивідуальними даними, керуючись вказівками викладача і методичними вказівками.

### 1.3 Методичні рекомендації

Навчальна практика з фізики атмосфери для студентів, які повинні вміти складати прогнози погоди, має свою специфіку.

Студенти повинні навчитися проводити стандартні метеорологічні спостереження, обробляти їх результати і представляти у формі метеорологічних телеграм “погода“, які необхідні для складання приземних карт погоди у синоптичному аналізі та прогнозі погоди.



Методичні основи спостережень – знання і дотримання правил спостережень, що забезпечує вимогу порівнянності даних спостережень різних метеорологічних станцій. Необхідно дотримуватися строків спостережень, що відповідають моментам 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 за всесвітнім часом, порядку проведення спостереження на метеорологічному майданчику. Треба добре знати необхідну точність вимірювання і розрахунку кожної метеорологічної величини, використовувати надійні перевірені прилади і сертифікати до них, здійснювати запис вимірів у повній, визначеній послідовності у спеціальних книжках спостережень, не допускати ніяких скорочень і ніяких лишніх записів, крім необхідних (при відліках температури не пишуть градуси, при відліках атмосферного тиску не пишуть гПа тощо).

При проведенні спеціальних спостережень необхідно добре ознайомитися з метою і методикою цих спостережень, в разі необхідності звернутися до підручника або конспекту, щоб поновити теоретичні знання. Тільки добре розуміння теорії забезпечить студенту можливість засвоїти методи спостережень і поглибити свої знання, отримати самому дані та порівняти з тими, що наводяться у підручнику.

Особливу увагу необхідно звернути на те, що студент повинен навчитися робити фізичний аналіз своїх спостережень: будувати графіки добового ходу, порівнювати хід різних метеорологічних величин і шукати пояснення, складати зведення про погоду.

Усі результати спостережень та їх обробки записуються у книжку КМ-1. Книжка заповнюється простим олівцем, забороняється користуватися гумкою. Запис повинен бути чітким і акуратним.

#### **1.4 Форми та методи контролю**

Викладач-керівник практики організує і здійснює постійний контроль роботи студентів на протязі усього часу навчальної практики.

Поточний контроль включає:

– контроль робочого часу. Перевіряється присутність студента, виконання обсягу запланованої на день практики роботи, якість виконання кожного виду спостережень, вірність записів у книжках спостережень;

– перевірку кожного спостереження, про що викладач робить відмітку у книжках спостережень студентів. У щоденнику практики, який повинен вести студент, викладач своїм підписом засвідчує, що передбачений на цей день обсяг робіт студент виконав.

Підсумковий контроль проводиться по кожному виду спостережень. При цьому використовується оцінки “зараховано” і “не зараховано”.

Оцінка “зараховано” виставляється, якщо студент виконав усі заплановані спостереження, самостійно обробив результати, а якість роботи складає 60% і більше

Оцінка “не зараховано” виставляється, якщо не виконані усі заплановані спостереження, або коли студент не може самостійно обробити результати спостережень і виконав менш ніж 60% запланованого обсягу робіт.

Контролюється також виконання установленого на базі практики розпорядку дня і правил поведінки, передбачається участь студентів у регламентних роботах по підтримці приладів у робочому стані, порядку і додержання санітарних норм на території бази практики.

Усю відповідальність за перебіг навчальної практики і виконання програми несе керівник-викладач.

## 1.5 Вимоги до звіту

Навчальна практика завершується складанням кожним студентом звіту. Звіт повинен бути оформлений згідно з вимогами ДОСТу і включати обов’язково такі розділи:

### – **Вступ**

У вступі надається загальна характеристика практики, її мета і задачі, описується база практики, її відповідність стандартам.

### – **1 Метеорологічні спостереження**

В цьому розділі необхідно привести план розміщення приладів на метеорологічному майданчику бази практики, порівняти його з тим, що приводиться у методичній літературі; описати послідовність проведення спостережень, прилади за допомогою яких проводилися спостереження, додати результати своїх індивідуальних спостережень за календарним планом (книжку КМ–1), які вже перевірені викладачем-керівником

практики. Згідно індивідуального завдання привести також зведення про погоду, аналіз цих матеріалів. У цей розділ включаються також матеріали кодування метеорологічної інформації за допомогою коду КН-01.

– **Висновки**

У висновках коротко по кожному розділу звіту наводиться перелік того, що зробив студент особисто у період навчальної практики.

– **Додатки**

У Додатку міститься книжка КН-01 оформлена за правилами та підписана викладачем-керівником та щоденник практики.

– **Література**

Перелічується уся література, яка була використана студентом під час проходження практики

Звіт з усіма необхідними матеріалами спостережень студента і відмітками викладача-керівника практики про виконання кожного виду практики з оцінкою “зараховано” є підставою для автоматичного заліку навчальної практики. Якщо усі спостереження виконані, але велика кількість помилок не дозволяє зарахувати розділ практики, викладач особисто консулює студента і направляє його виконати додаткове спостереження. Студенти, які у період навчальної практики не виконали запланований обсяг роботи, до заліку не допускаються. Відомості про цих студентів передаються керівнику практики і завідувачеві кафедрою.

## **2. МЕТЕОРОЛОГІЧНІ СПОСТЕРЕЖЕННЯ НА МЕТЕОРОЛОГІЧНІЙ СТАНЦІЇ**

### **2.1 Правила техніки безпеки**

Ознайомлення з правилами техніки безпеки проводиться у вигляді інструктажу. Викладач-керівник практики розповідає студентам про основні правила, яких необхідно дотримуватися під час навчальної практики, щоб забезпечити збереження здоров'я та життя.

Студенти повинні знати, де на станції проходять кабелі високої напруги, знаходяться розтяжки щогл, приміщення для добутку водню,

склад водневих балонів, ін. споруди, що представляють небезпеку при невмілому і безграмотному їх використуванні.

Студенти зобов'язані строго виконувати правила техніки безпеки і підкорятися усім вимогам і вказівкам керівника практики, а в його відсутності, начальнику метеорологічної станції або його представнику.

Студенти мають залишити підпис у спеціальному журналі реєстрації про проходження інструктажу

## **2.2 Метеорологічний майданчик**

Знайомство з устроєм метеорологічного майданчика стандартної метеорологічної станції. Необхідно засвоїти вимоги, що пред'являються до його устрою (місцеположення, відкритість флюгера, стандартні розміри, огорожа, освітленість і ін.) і розміщення приладів і устаткування.

Необхідно звернути увагу на ту обставину, що метеорологічний майданчик метеорологічної лабораторії є учбовим і відрізняється від стандартного розмірами і кількістю приладів і устаткування.

Студент повинен виміряти майданчик за допомогою рулетки, зміряти відстань між приладами і установками і скласти «План розміщення устаткування і приладів на учбовому метеорологічному майданчику» за зразком («Повчання гідрометстанціям і постам», вип. 3, частина I, стор. 16).

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

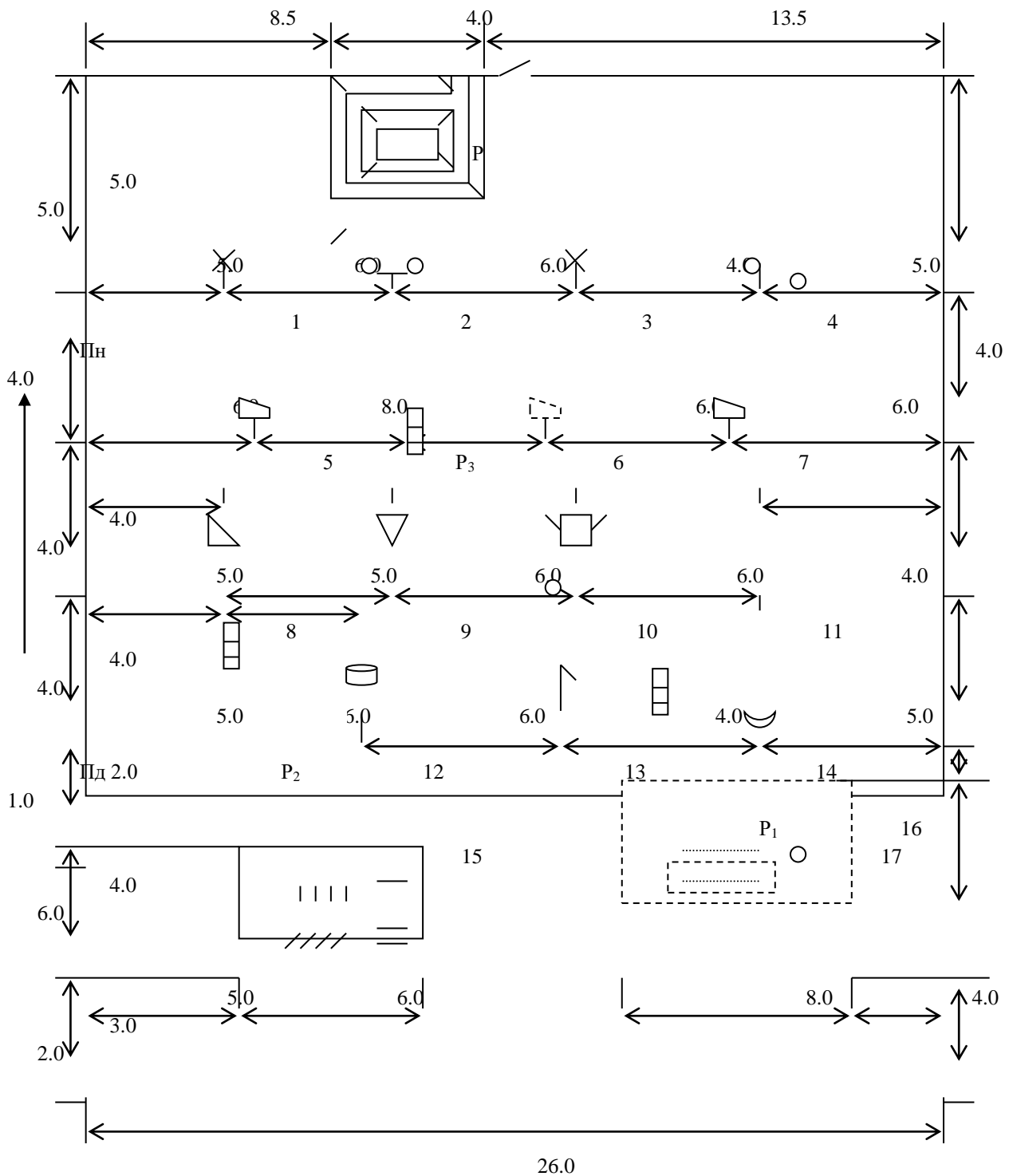
Метеорологічний майданчик вибирається на ділянці, характерній (типовій) для навколишньої місцевості, що не відрізняється від навколишньої території якими-небудь особливостями теплообміну і вологообміну підстильної поверхні з атмосферою. Характерність метеорологічного майданчика забезпечується тим, що 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.

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. 2.1). 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 щебнем. Забороняються асфальтові і бетонні покриття доріжок. На станціях, де в доріжках немає практичної необхідності (кам'янистий ґрунт, піски і т.п.) або наявність доріжок приведе до незворотних порушень підстильної поверхні (у зоні багаторічномерзлих ґрунтів), для підходу до приладів дозволяється користуватися стежинами або дерев'яним настилом.

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.



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 - плювіограф; 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; P1, P2, P3 – снігомірні рейки; P - репер.

Рисунок 2.1 – План розміщення устаткування і приладів на стандартному метеорологічному майданчику

Забороняється застосовувати суцільні або щільні огорожі (з широких дошок, земляний вал, насадження кущів навколо майданчика і т.п.), 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.

### **2.3 Барометрична кімната. Визначення атмосферного тиску**

Для закріплення знань, отриманих з дисципліни «Методи та засоби гідрометеорологічних вимірювань» при знайомстві з барометричною кімнатою необхідно пригадати поняття атмосферного тиску, одиниці вимірювання тиску, правила переходу від мм рт. ст. до гПа.

Атмосферний тиск – гідростатичний тиск вертикального стовпа повітря одиничного перерізу від поверхні заданого рівня до верхньої межі атмосфери.

На метеорологічній станції атмосферний тиск вимірюється ртутним чашковим барометром з точністю 0,1 гПа або 0,1 мб, який знаходиться у спеціальній шафі, закріплений вертикально на спеціальному підвісі.

У барометричній кімнаті на спеціальній полиці розміщено добовий та тижневий самописи атмосферного тиску – барографи. За добовим барографом визначається барична тенденція – характер змінювання атмосферного тиску, що відбулося на протязі трьох годин до терміну спостереження (зростання, падіння, незмінний хід тощо). Характер тенденції фіксується у книжці КМ-1 за кодом КН-1 спеціальною позначкою.

На практиці використовують одиницю вимірювання атмосферного тиску

$$1 \text{ гПа} = 100 \text{ Па}; \quad \text{Па} = \text{н/м}^2$$

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

Співвідношення величини атмосферного тиску в одиницях гПа і мм наступні:

$$\begin{array}{rcl} 1013,25 \text{ гПа} & - & 760 \text{ мм} \\ x & - & 1 \text{ мм.} \end{array}$$

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

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.

Дана методика регламентує визначення наступних характеристик атмосферного тиску:

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

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

Студенти повинні розрахувати постійну поправку до вимірів атмосферного тиску по барометру станції і порівняти її з тією, якою користуються на станції.

Постійна поправка складається з трьох поправок: інструментальної, на залежність сили тяжіння від широти місця спостереження і висоти барометра над рівнем моря. Інструментальна поправка береться з сертифіката барометра, а поправка для приведення до нормальної сили тяжіння на широті  $\varphi = 45^0$  на рівні моря обчислюється за формулою

$$\Delta h_g = -2,64 \cdot 10^{-3} h \cdot \cos 2\varphi - 3,14 \cdot 10^{-7} h \cdot z, \quad (2.1)$$

де  $h$  – показання барометра,  $\varphi$  – широта місця,  $z$  – висота барометра над рівнем моря у м

Щоб закріпити знання визначення поправок на приведення показань барометра до  $0 \text{ } ^\circ\text{C}$  і до висоти рівня моря, кожен студент проводить розрахунки цих поправок за відомими формулами для трьох термінів своїх спостережень.



Для приведення показань барометра до 0 °С поправка обчислюється за формулою

$$\Delta h = -1,63 \cdot 10^{-4} \cdot h \cdot t, \quad (2.2)$$

де  $h$  – показання барометра,  $t$  – температура барометра

До рівня моря атмосферний тиск приводиться за барометричною формулою політропної атмосфери

$$P_0 = P_Z \left( \frac{T_{vz0}}{T_{vz}} \right)^{\frac{g}{R_C \gamma}}, \quad (2.3)$$

де  $P_0$  – атмосферний тиск, приведений до рівня моря,  $P_Z$  – атмосферний тиск на станції, приведений до 0°С,  $T_{vz}$  – віртуальна температура на рівні станції у термін спостереження,  $T_{vz0}$  – віртуальна температура на рівні моря

$$T_{z0} = T_Z + \gamma \cdot z. \quad (2.4)$$

Для розрахунків використовуються наступні константи і величини:

$\gamma = 0,65$  °/ 100 м,  $g = 9,8$  м/с<sup>2</sup>,  $R_C = 287$  Дж/ кг·К.

Віртуальна температура обчислюється за формулою

$$T_v = T + \Delta T_v, \quad (2.5)$$

де

$$\Delta T_v = 0,378 \cdot T \cdot \frac{e}{P}, \quad (2.6)$$

де  $e$  – парціальний тиск водяної пари за даними спостереження, показник ступеню  $g/R_C \cdot \gamma = 5,25$

На практиці за формулою (2.6) розраховується таблиця, за допомогою якої поправку  $\Delta T_v$  можна знайти безпосередньо по величинах  $e$  та  $P$  на рівні станції. Розраховується також таблиця для отримання  $\Delta P_0$  – поправки до приведення атмосферного тиску до рівня моря, з урахуванням

того, що висота барометра над рівнем моря на учбовій метеорологічній станції складає 15 м. Поправка визначається по величині атмосферного тиску на станції та віртуальній температурі, яка записана в книжці КМ-1

Величина барометричної тенденції розраховується як різниця між атмосферним тиском на станції (до приведення до рівня моря) за два послідовних спостереження.

## 2.4 Спостереження за хмарністю

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.

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.

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

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

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 та табл. 2.1[1].

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

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 (С<sub>u</sub>, С<sub>b</sub>). 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.

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.

Таблиця 2.1 – 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 cumululus	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
			утворені з купчастих	cumulogenitus	Ac cug	6
Високо-шаруваті	Altostratus	As	а) туманоподібні	nebulosus	As neb	1
			б) хвилясті	undulates	As und	2
<b>Хмари нижнього ярусу</b>						
Шарувато-купчасті	Stratocumululus	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
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	Frnb	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 оковимірних оцінок з результатами вимірів.

При оковимірній 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  $45^\circ$  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. Більше надійні оковимірні визначення висоти хмар у тих випадках, коли є придатні орієнтири на місцевості.

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

Якщо хмари настільки близькі до земної поверхні, що майже співпадають з верхівками лісу, будинків і т.п., 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  $15^\circ$ .

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.

В книжку КМ-1 кількість хмар записується в балах: спочатку загальна кількість, потім кількість хмар нижнього ярусу. Форми хмар записуються окремо за ярусами.

## **2.5 Визначення метеорологічної дальності видимості**

Метеорологічна дальність видимості – одна з характеристик прозорості атмосфери разом з такими як коефіцієнт прозорості, показник ослаблення і ін.

При проходженні через атмосферу світловий потік частково нею розсіюється і поглинається. Поглинання і розсіювання світлового потоку атмосферою служить причиною його ослаблення і утворення світлового серпанку. Чим менш прозора атмосфера, тим сильніше ослаблення направленої світлового потоку і яскравіше світловий серпанок.

Горизонтальна видимість може бути значно погіршена через такі метеорологічні явища як серпанок, туман, імла, осідання.

Метеорологічна дальність видимості залежить від прозорості атмосфери на відміну від реальної дальності видимості, яка залежить також від кольору об'єктів, їх розмірів, віддаленості від пункту спостережень, освітленості і фону, на якому вони проектуються, індивідуальних особливостей зору спостерігача.

**Метеорологічна дальність видимості** – це та найбільша відстань, з якої вдень можна знайти на фоні неба поблизу горизонту або на фоні повітряного серпанку абсолютно чорний об'єкт достатньо великих кутових розмірів (більших за  $15'$ ). В нічний час метеорологічна дальність видимості дорівнює, відстані, на якій при існуючій прозорості повітря можна було б знайти великий абсолютно чорний об'єкт, якби замість ночі був день.

Наше око здатне бачити якийсь предмет в тому випадку, якщо він відрізняється по яскравості від фону, на якому проектується. Ця відмінність характеризується так званим контрастом, який визначається як відношення абсолютної різниці яскравостей об'єкту  $B_0$  і фону  $B_\phi$  до більшої з них, тобто

$$k = \frac{B_0 - B_\phi}{B_0}, \quad \text{якщо} \quad B_0 > B_\phi$$

або

$$k = \frac{B_\phi - B_0}{B_\phi}, \quad \text{якщо} \quad B_\phi > B_0.$$

Очевидно, що контраст не залежить від абсолютних значень  $B_0$  і  $B_\phi$  і завжди є правильним позитивним дробом, при цьому завжди  $0 \leq k \leq 1$ . Якщо  $k = 0$ , то яскравості об'єкту і фону рівні. Граничного значення  $k = 1$  контраст досягає, коли яскравості об'єкта і фону рівні, тобто коли об'єкт або фон можна розглядати як абсолютно чорне тіло.

Органи зору дають можливість розрізняти предмети, якщо контраст не менший за поріг контрастної чутливості ока, тобто  $k > \varepsilon$ .

Дослідження показали, що вдень ми починаємо відрізняти об'єкт від фону при  $\varepsilon = 0,02$ . В сутінки, і особливо вночі, поріг контрастної чутливості починає швидко рости і досягає значень  $0,6-0,7$ . Це значить, що якщо вдень ми добре відрізняємо об'єкт від фону, то в сутінки і ніч ми цього зробити вже не можемо, хоча прозорість атмосфери і контраст об'єкта з фоном не змінилися.

Для вимірювання метеорологічної дальності видимості застосовуються візуальні (безприборні) і інструментальні методи. Вдень її

візуально визначають при спостереженні над темними несамосвітними об'єктами, а вночі – над вогнями. При інструментальних спостереженнях на станціях вдень використовується поляризаційний вимірник видимості М-53А, а вночі і в сутінки – нефелометрична установка М-7І з вимірником М-53А.

Метеорологічна дальність видимості вимірюється в метрах і кілометрах і оцінюється за десятибальною шкалою міжнародного синоптичного коду.

### **Візуальні методи визначення метеорологічної дальності видимості**

*А. Візуальні спостереження над метеорологічною дальністю видимості вдень.*

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.

Для спостережень вдень на станції повинні бути вибрані 9 постійних об'єктів, видалених на стандартні відстані від пункту спостережень: 50, 200, 500 м і 1, 2, 4, 10, 20 і 50 км.

Вибрані об'єкти повинні відповідати наступним вимогам:

- бути можливо більш темними;
- кутові розміри об'єкта повинні бути більше 15 кутових хвилин;
- проектуватися на фоні неба, а якщо об'єкти проектуються на іншому фоні, то фон повинен бути удвічі далі від місця спостереження, ніж об'єкт, а останній повинен мати чіткі контури;
- бути видимими з місця спостережень під кутом не більше  $5 - 6^\circ$  до площини горизонту;
- об'єкти повинні розташовуватися переважно в північній частині горизонту, щоб сонячне світло при спостереженнях не сліпило очі;
- об'єктами не можуть бути вибрані ажурні будови типу підпор ліній високовольтних передач, телевізійних щогл і т.і.

Проведення спостережень полягає у тому, що спостерігач визначає, які з об'єктів видимі і які невидимі. Об'єкт вважається невидимим тільки у тому випадку, якщо він повністю зливається з фоном і абсолютно не відрізняється від нього. Величина метеорологічної дальності видимості визначається по відстані до того об'єкта, контури якого ще можна



відрізнити на фоні неба, при цьому місцеположення більш видаленого об'єкта визначити неможливо.

Бал метеорологічної дальності видимості і її цифра коду при візуальному способі спостережень визначаються по табл. 2.2

Якщо дальність видимості в околицях станції неоднорідна і в якому-небудь напрямі спостерігається її пониження, викликане метеорологічними умовами, спостерігач повинен відзначити це якнайменше значення дальності видимості.

При оцінці МДВ визначається бал видимості, тобто інтервал, в якому знаходиться значення МДВ. Шкала балів МДВ наведена в таблиці 2.1.

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.

Таблиця 2.2 – Шкала балів МДВ

Об'єкт, що знаходиться на відстані		Бал метеорологічної дальності видимості	Цифра коду при візуальних спостереженнях
Видний	не видний		
1	2	3	4
–	50 м	0	90
50 м	200 м	1	91
200 м	500 м	2	92
500 м	1 км	3	93
1 км	2 км	4	94
2 км	4 км	5	95
4 км	10 км	6	96
10 км	20 км	7	97
20 км	50 км	8	98
50 км		9	99

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. 2.3).

Таблиця 2.3 – Таблиця визначення метеорологічної дальності видимості в денний час

Скорочене позначення об'єкту	Відстань до об'єкту	Умови видимості об'єкту	Мет. видимість		
			бали	віди-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			
1	2	3	4	5	6
16 – поверховий будинок	1500м	не видно	5	>2,5	95
	1500м	видно, покритий серпанком 3 – 4 ступеня			
	1500м	видно, покритий серпанком 2 ступеня	6	>3,8	95
	1500м	видно, покрито серпанком 1 ступеня	7	>7,5	97
	1500м	видно, покрито серпанком 1 ступеня	≥8	>15	98
		видно, серпанку немає			

Шкала оцінки густини повітряного серпанку приведена в таблиці 2.4.

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 найдальший з тих, які можна розрізнити, і оцінити ступінь густини повітряного серпанку.

Якщо значення МДВ опиняється в тому інтервалі, де є об'єкти, розташовані підряд на стандартних відстанях, то достатньо вибрати найвіддаленіший 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 2.4 – Шкала оцінки густини повітряного серпанку на об'єктах

Ступінь густини	Характеристика видимості об'єкту
1	2
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 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 визнається, 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	1км	3ст.
	Випр. відлік, $S_m$ (км), код	4б	>1,5	94

#### *Б. Візуальні спостереження над метеорологічною дальністю видимості вночі*

Для визначення метеорологічної дальності видимості вночі користуються неспікованими джерелами світла (вогнями). В околицях станції підбирають серію вогнів з урахуванням світла джерел, розташованих на різних відстанях від пункту спостережень, і оцінюють видимість по найдальшому вогню, який ще видний у момент спостережень.

Метеорологічну дальність видимості вночі оцінюють за такою ж бальною шкалою, як і вдень.

### **Інструментальні методи визначення метеорологічної дальності видимості**

Результати візуальних спостережень над метеорологічною дальністю видимості великою мірою залежать від суб'єктивних особливостей зору спостерігача. Інструментальні методи значно виключають вплив цих особливостей на результат спостережень. Крім того, вони дозволяють зменшувати число об'єктів для спостереження, розміри об'єктів і відстань між ними і спостерігачем.

*Інструментальні спостереження над метеорологічною дальністю видимості вдень*

Вдень інструментальні вимірювання метеорологічної дальності видимості здійснюють за допомогою поляризаційного вимірника видимості М-53А.

Пристрій поляризаційного вимірника видимості М-53А.

На рис.2.2 показано зовнішній вигляд приладу. Прилад змонтовано в корпусі 4, до якого пригвинчується рукоятка 6. В центральній частині корпусу поміщено поляроїд і двозаломну призму. Призма дає оптичне роздвоєння зображення, причому одне зображення об'єкта спостереження зміщено щодо іншого по вертикалі.

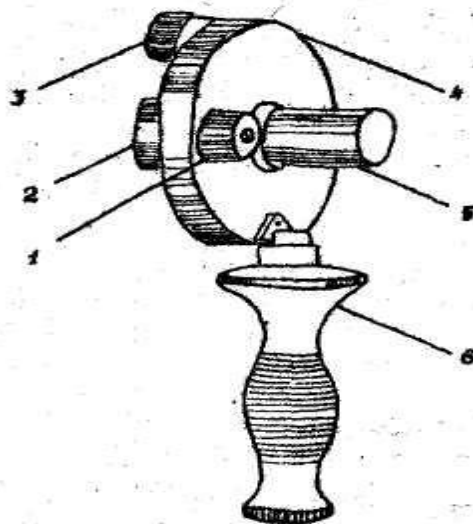


Рисунок 2.2 – Поляризаційний вимірник дальності видимості М-53А

При обертанні поляроїда відбувається зміна яскравості зміщених зображень; при збільшенні яскравості одного зображення яскравість іншого зменшується аж до повного гасіння.

Поляроїд, укріплений усередині корпусу приладу 4, обертається за допомогою зубчатого барабанчика 1. Кут повороту поляроїда відлічується

за шкалою через лупу 3, яка забезпечена діоптрійним кільцем для наведення на різкість зображення штрихів шкали.

Спостереження проводяться через окуляр 5 приладу. З іншого боку отвору в корпус приладу була угвинчена бленда 2 для захисту оптики від прямого сонячного проміння і опадів, а також для обмеження поля зору.

При спостереженнях прилад потрібно тримати за ручку 6.

*Принцип роботи приладу М-53А.* За принципом дії М-53А є поляризаційним фотометром. Фотометр (гр. fotos – світло, metreo – вимірюю) – прилад для вимірювання сили світла якого-небудь джерела, а також для вимірювання ступеня освітленості поверхні. Основними частинами його оптичних систем є поляроїд і двозаломна поляризаційна призма.

Поляроїд є плоскою пластиною, яка пропускає світло, поляризоване в одній площині. Двозаломна поляризаційна призма складається з двох прямокутних призм, склеєних по гіпотенузах. Прямокутні призми виготовлені з ісландського шпату таким чином, що оптичні осі кристала в них перпендикулярні. В результаті цього промінь, що проходить через призму, роздвоюється на два поляризовані промені  $O$  і  $H$ , названі звичайним і незвичайним (рис. 2.3).

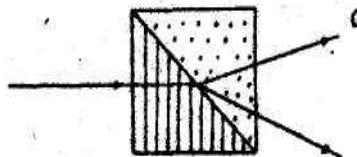


Рисунок 2.3 – Роздвоєння променя поляризаційною призмою

Якщо на призму падає промінь, що поляризован поляроїдом, призма все одно його роздвоїть на звичайний і незвичайний промені. Але якщо в першому випадку (без поляроїда) інтенсивності обох променів були рівними, то в другому вони можуть відрізнитися. Інтенсивності їх залежатимуть від кута між площинами поляризації падаючого звичайного і заломленого променю.

За допомогою поляризаційного фотометра порівнюються яскравості зображення двох об'єктів: об'єкта, яскравість якого вимірюється, і контрольного об'єкта еталонної яскравості.

*Порядок спостережень за методом фотометричного порівняння.*

Метод фотометричного порівняння вимагає наявності темних природних об'єктів. При виборі природних об'єктів повинні бути дотримані наступні умови:

– поблизу об'єктів і на лінії їх спостереження не повинно бути місцевих джерел помутніння атмосфери неметеорологічного походження;

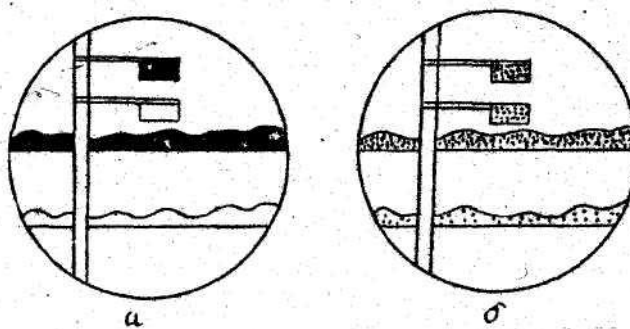
- об'єкти повинні розташовуватися по можливості у одному напрямі від місця спостережень;
- об'єкти не повинні підноситися над місцем спостережень більше, ніж на  $5 - 6^\circ$ ;
- об'єкти повинні проектуватися на фон неба (хоча б своєю верхньою кромкою);
- відстань до об'єкта повинна бути визначена з можливо більшою точністю;
- природні об'єкти повинні бути можливо більш темними;
- мінімальні кутові розміри об'єкта: ширина  $30'$ , висота –  $15'$ .

В пункті спостережень на відстані 2-3 м від спостерігача у напрямку до об'єктів на стовпчику заввишки 2 м укріплюють чорну коробку отвором до спостерігача. Висота кріплення коробки повинна бути такою, щоб при спостереженні через прилад М-53А верхнє зображення об'єкта і нижнє зображення коробки знаходилися в центрі поля зору і майже впритул один до одного.

При вимірюванні дальності видимості методом фотометричного порівняння вибирають найвіддаленіший з видимих в даний момент об'єктів. Якщо цей об'єкт був покритий настільки сильним серпанком, що ледве помітний, то спостереження проводять по ближньому об'єкту.

Вибравши об'єкт для спостережень, стають в 2-4 м від чорної коробки і встановлює шкалу приладу біля 30-ої поділки. Переміщаючись з приладом, потрібно вибрати таке положення, коли в полі зору два зображення чорної коробки розташовуються вище ніж два зображення об'єкта. Нижнє зображення чорної коробки повинно бути розташовано безпосередньо над верхнім зображенням об'єкта, майже впритул до нього (рис.2.4а).

Обертаючи шкалу приладу за допомогою зубчатого барабанчика, спостерігач добивається рівності видимої яскравості розташованих поруч нижнього зображення коробки і верхнього зображення об'єкта ( рис.2.4б).



а – чорного тіла /коробки/; б – об'єкта /лісу/

Рисунок 2.4 – Порівняння яскравості зображень:

Після цього відлічують за шкалою приладу з точністю до 0,1 поділки (з урахуванням того, що ціна шкали приладу складає 0,5). Для більшої точності послідовно проводиться три відліку. З трьох відліків знаходять середнє значення і додають до нього поправку на місце нуля приладу з її знаком

$$N = \frac{n_1 + n_2 + n_3}{3} + \Delta n_0.$$

Середній відлік записують у книжку КМ-1 (табл.2.5).

Таблиця – 2.5

Видимість	Об'єкт освітлення	Ліс	☉	150
	Виправлений відлік видимість, км, цифри коду	23,3	29	79

Крім того, відзначають характер освітлення об'єкту одним із знаків:

☉ – об'єкт освітлений сонцем;

*P* – розсіяне освітлення об'єкта (передній бік об'єкта в тіні або сонце було закрито хмарами).

Слід відзначати стан крони дерев по трьох градаціях:

з – листя зелене; ж – листя жовте; б – без листя.

Взимку потрібно відзначати наявність опадів на деревах: н – снігу або паморозі немає або надто мало; є – сніг або паморозь є; б - снігу або паморозі дуже багато.

Відповідну відмітку записують поряд з відміткою характеру освітлення. Безпосередньо на метеорологічному майданчику записують: коротке умовне позначення об'єкта (перша клітинка верхнього рядка), характер освітлення *P* або ☉ (друга клітинка верхнього рядка) і середній виправлений відлік (перша клітинка другого рядка).

*Обробка результатів спостережень вдень.* Метеорологічна дальність видимості, км, обчислюється при кожному спостереженні за формулою

$$S_M = \frac{1000l}{C - E},$$

де *l* – відстань до спостережуваного об'єкта, км;

*C* – коефіцієнт, який знаходять в допоміжних таблицях по величині середнього відліку *N*;

*E* – коефіцієнт, який знаходять в допоміжних таблицях за словесною характеристикою об'єкта і умовою його освітлення. Значення коефіцієнта *E* записується в книжку в третю клітинку верхнього рядка.

*Б. Вимірювання метеорологічної дальності видимості вночі.*

У темну частину доби дальність видимості вимірюють приладом М-53А в комплексі з нефелометричною установкою М-71. Нефелометр /perhele – хмара, metreo – міряю/ – прилад для визначення кількості зваженої речовини в оптично каламутному середовищі. Принцип дії нефелометричної установки М-71 заснований на залежності метеорологічної дальності видимості від яскравості світла, розсіяного молекулами і домішками назад до джерела. Чим сильніше замутнена атмосфера, тим менша величина метеорологічної дальності видимості і тим більше світло розсіюється по всіх напрямках, у тому числі і назад. Змірявши яскравість розсіяного назад світла, можна визначити метеорологічну дальність видимості. Вимірювання проводять за допомогою приладу М-53А, укріпленого на установці М-71.

Установка М-71 складається з корпусу, укріпленого на кронштейні, фари – 7 (рис.2.5), світлової коробки – 4 і поляризаційного вимірника видимості М-53А. Прилад М-53А вставляється в отвір корпусу М-71 і затискається гвинтом.

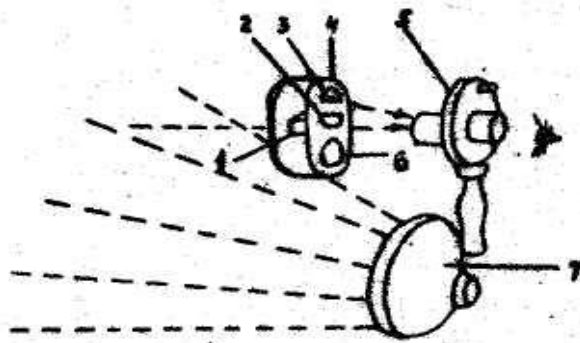


Рисунок 2.5 – Схема установки М-71

Принцип роботи установки є наступним. Джерело світла – лампа-фара дає могутній світловий пучок. Частина розсіяного назад світла потрапляє у нижній кризний напівкруглий отвір 2 світлової коробки 4 (рис.2.5). Верхній некрізний отвір 3, звернений до спостерігача, освітлюється світлом лампи-фари, розсіяним в світловій коробці. Створюються два світлові поля: верхнє напівкругле поле утворює еталонну яскравість, не залежну від стану атмосфери, і нижнє, яскравість якого залежить від прозорості атмосфери.

Спостерігач за допомогою приладу М-53А порівнює яскравість розсіяного назад світла з еталонною яскравістю. Для цього, обертаючи шкалу приладу М-53А, зрівнюють яскравість обох напівкруглих отворів і у момент рівності беруть відлік за шкалою.



При виборі місця для спостережень повинні бути враховані наступні вимоги:

- установка повинна розташовуватися віддалік джерел помутніння атмосфери не метеорологічного походження;
- світловий пучок повинен бути направлений в якнайменше освітлену частину простору віддалік інших джерел освітлення;
- світловий пучок лампи-фари повинен проектуватися на фон неба, допускається нахил пучка до площини горизонту не вище  $10^{\circ}$ ;
- світловий пучок не повинен освітлювати споруди, дерева, землю на відстані ближчій за 30 м;
- через візирний отвір установки (при знятому приладі М-53А) не повинно бути видно ніяких місцевих предметів, а також вогнів і ін.

#### *Порядок здійснення спостережень по М-71*

Перед початком вимірювань спостерігач повинен не менше 10 хвилин знаходитися зовні освітленого приміщення. Якщо на майданчику є джерела світла, що освітлюють при спостереженні обличчя спостерігача або потрапляють у поле його зору, їх потрібно вимкнути. Забороняється дивитися на включену лампу-фару.

Спостереження проводяться у наступному порядку.

1. Вмикають лампу-фару і встановлюють на шкалі приладу М-53А відлік, близький до нуля. При цьому у полі зору приладу видні два світлі півкола, розділені темною смужкою: верхнє півколо – основне зображення еталонного поля, нижнє – основне зображення поля, освітленого розсіяним назад світлом.

При поверненні шкали приладу М-53А від нульової поділки до сотої нижче за основні зображення з'являються додаткові. Зображення полів повинні бути розташовані строго одне над іншим (рис.2.6).

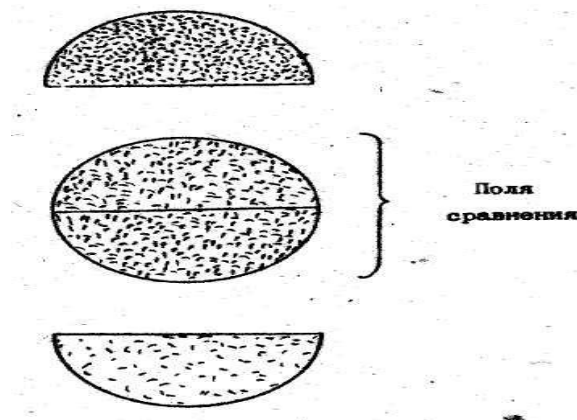


Рисунок 2.6 – Момент відліку по установці М-71

2. Зрівнюють яскравості двох середніх полів, що створюють коло додаткового зображення еталонного поля і основного зображення поля, освітленого розсіяним назад світлом.

Момент рівності яскравостей визначають методом "вилки", збільшуючи яскравість то нижнього поля, то верхнього, поступово зменшуючи різницю яскравостей до повного їх зрівнювання (рис. 2.6).

3. При рівності полів беруть послідовно три відліку. З трьох відліків по променю знаходять середнє з точністю до 0,1 поділки і додають до нього поправку на місце нуля приладу з її знаком:

$$N_{\text{л}} = \frac{n_1 + n_2 + n_3}{3} + \Delta n_0$$

Середній виправлений відлік записують, як вказано в таблиці 2.6.

Таблиця – 2.6

Видимість	Об'єкт освітлення	17,4 л	–	–
	Виправлений відлік видимість, км, цифри коду	17,4	20	70

Якщо спостереження проводять на фоні достатньо світлого неба (в сутінки, при місяці або на фоні заграви вогнів), необхідно виконати ще одне спостереження – по небу. При світлому небі до яскравості розсіяного назад світла додається яскравість неба. Щоб виключити цю яскравість і проводять додаткове спостереження.

При спостереженнях по небу закривають кришку лампи-фари установки і при закритій кришці зрівнюють яскравості полів порівняння (у цьому випадку нижнє півколо освітлене тільки світлом неба). З трьох відліків по небу обчислюють середнє

$$N_{\text{н}} = \frac{n_{1\text{н}} + n_{2\text{н}} + n_{3\text{н}}}{3} + \Delta n_0.$$

Середній відлік визначають до 0,5 поділки і записують в таблицю 2.7.

Таблиця – 2.7

Видимість	Об'єкт освітлення	20,2 п	8,0 Н	1,6
	Виправлений відлік видимість, км, цифри коду	18,6	14	64

Спостереження по небу не проводяться, якщо відлік по променю більший за 50; видима в прилад яскравість полів настільки мала, що нижнє поле не можна зробити світлішим за верхнє.

Якщо яскравість порівнюваних полів розрізняється і ця різниця настільки велика, що зрівняння яскравостей неможливо бо природне освітлення дуже сильне, то в цьому випадку видимість повинна визначатися денними методами.

*Обробка результатів спостережень над метеорологічною дальністю видимості за допомогою установки М-71*

Якщо відлік брався тільки по променю, то обробка проводиться наступним чином. На місці спостережень записують середній виправлений відлік  $N_{II}$  по променю – перша клітинка верхнього рядка, у інших двох клітинках роблять прочерки (табл.2.6). Поряд з цифрою ставиться відмітна буква "п". Відлік переписують без змін в першу клітинку другого рядка, потім в допоміжних таблицях по значенню  $N_{II}$  знаходять величину метеорологічної дальності видимості  $S_M$  і записують її в другу і третю клітинки другого рядка в кілометрах і цифрах коду.

При спостереженнях по променю і по небу відлік по променю  $N_{II}$  записують як було вказано, відлік по небу  $N_H$  – рядом (в другій клітинці верхнього рядка) (табл.2.7), потім в допоміжних таблицях по величині відліків  $N_{II}$  і  $N_H$  знаходять поправку на світло неба  $\Delta N$  і записують її у третю клітинку верхнього рядка. З відліку по променю  $N_{II}$  віднімають поправку  $\Delta N$  і результат записують у першу клітинку другого рядка. У допоміжних таблицях по величині цього виправленого відліку знаходять дальність видимості в кілометрах і цифрах коду.

При інструментальних вимірюваннях метеорологічної дальності видимості цифри коду знаходять за допомогою таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Цифри коду при інструментальних вимірюваннях метеорологічної дальності видимості

Цифри коду	Видимість км	Цифри коду	Видимість км	Цифри коду	Видимість км	Цифри коду	Видимість км
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
00	Менше 0,1	25	2,5	50	5	75	25
01	0,1	26	2,6	51	не прийма- ються	76	26
02	0,2	27	2,7	52		77	27
03	0,3	28	2,8	53		78	28
04	0,4	29	2,9	54		79	29
05	0,5	30	3	55		80	30

1	2	3	4	5	6	7	8
06	0,6	31	3,1	56	6	81	35
07	0,7	32	3,2	57	7	82	40
08	0,8	33	3,3	58	8	83	45
09	0,9	34	3,4	59	9	84	50
10	1	35	3,5	60	10	85	55
11	1,1	36	3,6	61	11	86	60
12	1,2	37	3,7	62	12	87	65
13	1,3	38	3,8	63	13	88	70
14	1,4	39	3,9	64	14	89	Більше 70
15	1,5	40	4	65	15		
16	1,6	41	4,1	66	16		
17	1,7	42	4,2	67	17		
18	1,8	43	4,3	68	18		
19	1,9	44	4,4	69	19		
20	2	45	4,5	70	20		
21	2,1	46	4,6	71	21		
22	2,2	47	4,7	72	22		
23	2,3	48	4,8	73	23		
24	2,4	49	4,9	74	24		

Таким чином, закодовані значення метеорологічної дальності видимості, визначеної за допомогою приладу, будуть завжди менше 90, а значення коду метеорологічної дальності видимості, визначеної візуальним способом, будуть від 90 до 99.

## 2.6 Вимірювання характеристик вітру

При спостереженнях на метеорологічних станціях під вітром розуміють тільки горизонтальну складову вектору 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);
- 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 і т.д. 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.

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 2.9 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 номера 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.

Таблиця 2.9 – 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

Швидкість вітру оцінюється залежно від положення дошки флюгера (табл. 2.10). 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 2.10 – 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	

## 2.7 Вимірювання температури повітря на станції

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).

На метеорологічній станції температура повітря визначається 8 разів на добу в терміни 00, 03, 06, 09, 12, 15, 18, 21 год. за Всесвітнім часом.

Студент повинен звернути увагу на ту обставину, що метод виміру температури повітря заснований на використанні термометрів, які встановлені в психрометричній будці на висоті 2 м, що забезпечує рівність температур повітря і термометрів і всі резервуари термометрів в будці повинні бути на цій висоті.

Вплив радіації на температурний режим термометрів виключається радіаційним захистом (будкою). Конструктивна особливість будки – стінки жалюзійного типу, що дають вільний доступ повітрю.

При установці будки необхідно орієнтувати її так, щоб підхід до неї був з північної сторони і пряме сонячне проміння не потрапляло в будку.

Психрометрична установка, що знаходиться у психрометричній будці, складається з чотирьох термометрів: сухого, вологого (змоченого), максимального, мінімального та гігрометра. Сухий та змочений термометри знаходяться у вертикальному стані, а максимальний та мінімальний – у горизонтальному. Температура термометра визначається по зміні одного з термометричних властивостей чутливого елемента.

Сухий термометр є ртутним і показує температуру повітря у момент спостереження, мінімальний (спиртовий) дає змогу визначити як мінімальну температуру за проміжок часу між двома послідовними спостереженнями (відлік по штифту), так і температуру повітря у момент спостереження (відлік по спирту). Точність спиртових термометрів значно нижча, ніж ртутних термометрів, тому вони



потребують визначення поправки. Це робиться шляхом порівняння виправлених температур повітря по сухому термометру та спирту мінімального.

По максимальному (ртутному) термометру визначається максимальна температура між термінами спостереження.

До показань термометрів обов'язково вносяться поправки за допомогою сертифікатів, які мають усі термометри. Результати спостережень записують у спеціальний журнал спостережень – книжку КМ-1.

При спостереженні 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 (К).

Практичний відрізок теми «Вимірювання температури повітря і ґрунту на станції» передбачає засвоєння техніки відліку температури по психрометричних термометрах, мінімальному, максимальному і строковому. Необхідно звернути увагу на ціну поділки ( $0,2^{\circ}$  – у психрометричних і  $0,5^{\circ}$  – у мінімальному, максимальному) і точність відліку (до половини ціни поділки). Температура по всіх термометрах визначається з точністю до  $0,1^{\circ}\text{C}$ .

В таблиці 2.11 наведений приклад запису результатів спостережень за температурою повітря.

Таблиця 2.11 – Приклад запису спостережень за температурою 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	
Максимальний термометр	відлік	27,3	0,0	27,3
	після струшування	20,5	0,0	20,5

## 2.8 Визначення характеристик вологості психрометричним методом

### Характеристики вологості повітря

Вологість повітря має декілька характеристик, їх називають ще гігрометричними:

– парціальний тиск водяної пари  $e$  гПа;

– парціальний тиск насиченої водяної пари  $E$  гПа. Це гранично можливий тиск водяної пари при даній температурі повітря  $t$  °С;  $e = E$  – це умова термодинамічної рівноваги, якщо  $e > E$ , то починається конденсація водяної пари, а при  $e < E$  – випаровування,

– дефіцит насичення  $d$  гПа

$$d = E - e \quad (2.1)$$

– точка роси  $t_d$  °С – температура повітря, при якій (при незмінному атмосферному тиску)  $e = E$ ,  $d = 0$ ;

– дефіцит точки роси  $D$  °С

$$D = t - t_d. \quad (2.2)$$

– відносна вологість повітря  $f$  (%);

$$f = (e/E) \cdot 100\%. \quad (2.3)$$

При насиченні  $e = E$  і  $f = 100\%$ .

– масова частка водяної пари  $S$  (кг/кг, г/кг, ‰). Це маса водяної пари в одиниці маси вологого повітря. Якщо маса вологого повітря дорівнює 1 кг, то залежність між масовою часткою водяної пари, її парціальним тиском і атмосферним тиском має вигляд

$$S = \frac{0,622 \cdot e}{p}; \quad (2.4)$$

– абсолютна вологість  $a$  (г/м<sup>3</sup>) – кількість водяної пари (у грамах) в одиниці об'єму вологого повітря

$$a = \frac{0,8 \cdot e}{1 + \alpha t}; \quad (2.5)$$

– відношення суміші  $r$  (кг/кг, г/кг, ‰). Це відношення маси водяної пари в деякому об'ємі вологого повітря до маси сухого повітря у тому ж об'ємі. Оскільки об'єми однакові, то

$$r = \frac{\rho_n}{\rho_c}, \quad (2.6)$$

де  $\rho_n$ ,  $\rho_c$  – густина водяної пари і сухого повітря відповідно. Відношення суміші (у кг/кг) можна виразити через парціальний тиск водяної пари ( $e$ ) та атмосферний тиск ( $P$ ) за допомогою формули

$$r = \frac{0,622 \cdot e}{p - e}. \quad (2.7)$$

**Психрометричний метод** заснований на залежності швидкості випаровування води від вологості повітря. Психрометрична пара – “сухий та вологий (змочений)” термометри дозволяють розрахувати психрометричну різницю ( $t - t'$ ), де  $t$  – виправлена температура повітря по сухому термометру, а  $t'$  – виправлена температура змоченого термометра. Показники змоченого термометра 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 стану термодинамічної рівноваги, коли кількість води, що випаровується, не змінюється. Якщо немає випаровування, то змочений термометр не вихолоджується і  $t = t'$ , у всіх інших випадках  $t' < t$ . Психрометрична різниця ( $t - t'$ ) тим більша, чим нижча вологість повітря, тобто чим менша відносна вологість  $f$  і більший дефіцит  $d = E - e$ .

В основі розрахунків характеристик вологості лежить залежність парціального тиску насиченої водяної пари від температури. Відомий закон Клаузіуса-Клапейрона пов'язує температуру насиченої водяної пари і тиск насичення:

$$\frac{dE}{E} = \frac{L}{R_n} \cdot \frac{dT}{T^2}, \quad (2.8)$$

де  $E$  – тиск насичення,  
 $R_n$  – питома газова стала водяної пари,  
 $L$  – приховане тепло конденсації.

Відомо, що швидкість вітру дуже впливає на випаровування. Чим вона більша, тим інтенсивніше відбувається випаровування, а психрометрична різниця  $(t - t')$  зростає. Чим вищий атмосферний тиск, тим швидкість випаровування менша і навпаки.

За допомогою психрометричних таблиць можна визначити парціальний тиск водяної пари  $e$  гПа, точку роси  $t_d$  °С, відносну вологість  $f$  (%) та дефіцит насичення  $d$  гПа по виправленим показанням сухого і змоченого термометрів, при умові, що атмосферний тиск  $P = 1000$  гПа.

У психрометричних таблицях характеристики вологості наведені для кожної пари значень температури повітря та температури змоченого термометра у межах від -20,0 до 5,9 °С для льоду, та від -10,0 до 49,9 °С для води, з дискретністю 0,1 °С для показань кожного термометра. Змочений термометр може бути вкритий льодом і при додатних температурах повітря тому температури його наведені до 5,9 °С

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 °С (коли вода замерзла), парціальний тиск водяної пари  $e$ , точка роси  $t_d$ , дефіцит насичення  $d = E - e$  визначаються по вимірним значенням температури повітря і відносної вологості. Для цього складена таблиця для інтервалу температур від -84.5 до -9.9 °С. Відносна вологість визначається за допомогою гігрометра, що входить до складу психрометричної установки.

Температура точки роси  $t_d$  – це основна характеристика вологості. При малих значеннях парціального тиску точка роси дуже чутлива до зміни вологості: малим змінам парціального тиску відповідають великі зміни точки роси. Тому при від’ємних та малих додатних температурах повітря парціальний тиск, для температур нижчих за 7 °С, приводиться з точністю до сотих часток гПа, а при  $t > 7,0$  °С – з точністю до десятих часток гПа.

Якщо атмосферний тиск відрізняється від 1000 гПа, необхідно вводити виправлення, які вміщені в табл. 3 (а, б, в)[6]. Вони розраховані за формулами:

– для стану води на батисті

$$\Delta e = A \cdot (t - t') \cdot (1000 - P), \quad (2.9)$$

– для стану льоду на батисті змоченого термометру

$$\Delta e = 0,88229 \cdot A \cdot (t - t') \cdot (1000 - P). \quad (2.10)$$

По виправленому значенню парціального тиску визначають усі інші характеристики вологості за допомогою табл. 2 [4].

В табл. 5 та 6 [4] наводяться 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 табл. 7 [4] наведені значення температури точки роси  $t_d$ , а в табл. 8 [4] – температури точки інею при різних значеннях парціального тиску водяної пари.

Точні характеристики вологості, такі як масова частка водяної пари ( $S$ ), відношення суміші ( $r$ ), абсолютна вологість ( $a$ ), розраховують згідно з формулами (2.4-2.7).

## 2.9 Визначення температури та стану підстилаючої поверхні

Підстилаюча поверхня – це поверхня землі, тобто ґрунту, рослинності, снігу, льоду і т. д., яка, безпосередньо взаємодіючи з атмосферою, поглинає сонячну та атмосферну радіацію і випромінює її в атмосферу, беручи участь у процесах тепло- та вологообміну та регулюючи термічний режим ґрунту. Термічний режим ґрунту залежить також від теплофізичних характеристик ґрунту, його механічного складу та інших факторів. Ступінь прогріву ґрунту характеризується температурою.

Дана методика поширюється на визначення наступних характеристик температури поверхні ґрунту та снігового покриву:

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

– максимальної температури поверхні ґрунту або сніжного покриву за інтервал часу 3 години між двома послідовними термінами спостережень (градуси Цельсія, °С);

– мінімальної температури поверхні ґрунту або сніжного покриву за інтервал часу 3 години між двома послідовними термінами спостережень (градуси Цельсія, °С);

– стану підстилаючої поверхні (поверхні ґрунту або снігового покриву).

Вимірювання температури поверхні ґрунту або снігового покриву ґрунтується на застосуванні термометрів, які знаходяться у постійному контакті з поверхнею ґрунту (снігового покриву).

Спостереження за станом поверхні, що підстилає, проводяться візуально. Стан поверхні ґрунту та снігового покриву оцінюється цифрою коду КН-01 згідно з прийнятою шкалою.

При виробництві вимірювань слід застосовувати такі засоби:

– термометр ТМЗ для вимірювання температури поверхні ґрунту або снігового покриву; діапазони вимірювання: від -35 до 60 °С (ТМЗ-1), від -25 до 70 °С (ТМЗ-2), від -10 до 85 °С (ТМЗ-3);

– метеорологічний максимальний термометр ТМ1 для вимірювання максимальної температури; діапазони вимірювання: від -35 до 50 °С (ТМ1-1), від -20 до 70 °С (ТМ1-2);

– метеорологічний мінімальний термометр ТМ2 для вимірювання мінімальної температури; діапазони вимірювання: від -70 до 20 °С (ТМ2-1), від -60 до 30 °С (ТМ2-2), від -50 до 40 °С (ТМ2-3).

Ціна поділу шкали кожного термометра дорівнює 0,5 °С.

Для встановлення термометрів у південній частині метеорологічного майданчика на місці, що не затінюється, вибирається ділянка розміром 4Х6 м; якщо спостереження проводяться лише за температурою поверхні ґрунту, то достатньо виділити ділянку 3Х4 м.

Щороку напровесні ділянка перекопується до глибини 25-30 см, вирівнюється і розпушується.

Поверхня ділянки має бути на одному рівні з метеорологічним майданчиком. Ділянку необхідно систематично прополювати, розпушувати, особливо після дощів, та вирівнювати. Не слід допускати ущільнення ґрунту, утворення кірки та тріщин.

Термометри встановлюються в середині оголеної ділянки, ретельно розпушеної та вирівняної, на відстані 5-6 см один від одного резервуарами на схід у наступному порядку:

1. перший з півночі – термометр для вимірювання температури поверхні ґрунту та снігового покриву;
2. другий – мінімальний термометр;
3. третій – максимальний.

Термометр для вимірювання температури поверхні ґрунту та снігового покриву та мінімальний повинні бути укладені строго горизонтально, а максимальний термометр – з невеликим нахилом у бік резервуара. Термометри повинні бути укладені так, щоб їх резервуари та зовнішня оболонка занурювалися наполовину в ґрунт, але не покривалися землею.

При температурі поверхні ґрунту або снігового покриву  $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$  ртутні термометри слід забирати в приміщення, відзначаючи в книзі КМ-1, коли термометри знято і коли знову встановлено.

Влітку 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 прибирати з майданчика, попередньо відрахувавши свідчення по штифту та спирту та записавши їх у графі наступного терміну. Мінімальний термометр слід зберігати у футлярі в тіні при температурі, що не перевищує верхню межу шкали. Мінімальний термометр знову встановлюється за 15-20 хв до терміну, найближчого до 20 год. поясного часу.

Спостереження за температурою поверхні ґрунту та снігового покриву проводять у кожний термін спостережень. Для виробництва відліків підходити до термометрів слід лише з північного боку по рейковому настилу. При відліках не можна знімати термометри з місця. Температура по всіх термометрах відраховується з точністю до  $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Насамперед робиться відлік по термометру для вимірювання температури поверхні ґрунту, потім – по спирту та штифту мінімального термометра і, нарешті, за максимальним термометром. Після відліків струшують максимальний термометр і відраховують показання після струшування, штифт мінімального термометра підводять до поверхні спирту. Після провадження спостережень слід відкинути настил. Відліки по термометру для вимірювання температури поверхні ґрунту, максимального термометра

після струшування і спирту мінімального термометра в один і той же термін можуть відрізнятись не більше ніж на 0,2 °С. У літню пору, коли в денний годинник мінімальний термометр забирається з майданчика, спостереження проводяться тільки за ртутними термометрами. Взимку при низьких температурах, коли ртутні термометри прибрані до приміщення, відраховуються показання лише мінімального термометра за спиртом та штифтом.

При нестачі шкали ртутного термометра для вимірювання температури поверхні ґрунту за низьких температур замість показання ртутного термометра в термін спостереження записується відлік по спирту мінімального термометра. У випадках виходу за межі шкали показань мінімального та максимального термометрів записується граничне показання за шкалою, перед яким ставиться знак більший (>) або менший (<) і до наступного терміну спостережень такий термометр повинен бути заміненений термометром із достатньою шкалою.

## **2.10 Реєстрація температури і вологості повітря**

Для безперервної реєстрації часових метеорологічних величин на станціях застосовуються самописи. При вивченні дисципліни „Методи метеорологічних вимірювань” студенти ознайомилися з приладами для запису зміни температури – термографом, вологості – гігрографом, опадів – плювіографом.

Будь-який самопис складається з чутливого елемента, який важильною передачею пов'язаний із стрілкою; на кінці стрілки є перо, що відзначає часову зміну реєстрованого елемента на діаграмній стрічці. Стрічка закріплюється на барабані з годинниковим механізмом, який забезпечує обертання барабана навколо вертикальної осі зі швидкістю один оберт за 24 години (добовий годинниковий механізм) або за 176 годин (тижневий годинниковий механізм).

### **Термограф і гігрограф**

На метеорологічних станціях в даний час використовуються термографи моделі Т-22 (старі) і М-16 (нові). Приймачем температури в них є зігнута біметалічна пластина, яка змінює вигин при зміні



температури повітря, що викликає переміщення стрілки з пером вгору і вниз по барабану.

Приймачем вологості в гігрографі служить пучок знежиреного людського волосся або тваринна плівка. При збільшенні вологості атмосферного повітря волос подовжується, а плівка розтягується.

Деформація приймача через передавальний механізм передається на перо, яке підіймається при збільшенні вологості, опускається при її зменшенні. Перо притискається до обертового барабану і записує на діаграмній стрічці добовий або тижневий хід температури повітря. Для запису використовується спеціальне в'язке незамерзаюче гліцеринове чорнило.

Термограф і гігрограф на станції встановлюються в спеціальній будці для самописів такої ж конструкції, як психрометрична, тільки більшого розміру. Слід звернути увагу на те, щоб приймач термографа був на висоті 2 м від поверхні Землі. Для цього термограф встановлюється на нижніх щаблинах, а гігрограф – на верхніх.

Будка самописів повинна бути встановлена міцно і не трястися при вітрі і в моменти зміни стрічок і т.і.

Стрічки термографа і гігрографа міняють 1 раз на добу, в строк, найближчий до 13 годин місцевого часу. На нашій станції – в 12 годин місцевого часу.

### **Правила зміни стрічки термографа та гігрографа**

При зміні стрічок необхідно строго дотримуватися наступних правил:

1. Відкрити кришку, заздалегідь натискаючи спеціальну кнопку на корпусі, 0 і зробити відмітку на стрічці про час зняття.

2. Відсунути перо від барабана за допомогою арретира.

3. Зняти барабан з нерухомої центральної осі.

4. Зняти стару стрічку і встановити нову. Стрічка повинна щільно прилягати до поверхні барабана і доходити впритул до виступу нижньої основи. Горизонтальні лінії на кінцях стрічки повинні бути суміщені.

5. Встановити на місце барабан, пам'ятаючи, що останній напрям його повороту рукою повинен бути проти годинникової стрілки.

6. Перевірити наявність чорнила в пері і додати його при необхідності.

7. Пересунути аретир – підвести перо до стрічки і зробити часову відмітку. Олівцем підписати на стрічці час початку запису. Часові відмітки

на стрічці роблять регулярно в кожний термін спостережень, після відліку температури в психрометричній будці.

### **Обробка стрічок термографа**

1. По стрічці перевіряється правильність ходу годинникового механізму. Часові відмітки на стрічці, що зроблені в терміни спостережень, повинні співпадати з відповідними ординатами часу. Зсув менший за 15 хвилин не враховується.

2. Якщо годинник спізнювався або поспішав, то необхідно кожний тригодинний проміжок розбити на три рівні ділянки і провести олівцем на стрічці додаткові часові відмітки.

3. Необхідно на стрічці відлічити щогодинні значення температури з точністю до  $0,1^{\circ}\text{C}$  (пам'ятаючи, що ціна поділки на стрічці  $1^{\circ}\text{C}$ ). Значення знімаються в точці перетину запису температури з ординатою часу або відповідної часової відмітки і записуються олівцем в один рядок під записом температури.

4. З книжки КМ-1 необхідно виписати виправлені значення температури повітря по сухому термометру в терміни спостереження і записати їх на стрічку термографа біля відповідних ординат (третій рядок після запису температури, бо другий рядок необхідно залишити для запису поправок).

5. Обчислити різницю показань сухого термометра і термографа і записати їх у другому рядку біля відповідних ординат часу. Отримані різниці є поправками, що приводять температуру, визначену по термографу, до температури, визначеної по ртутному термометру.

6. Необхідно розрахувати поправки в проміжні години. Для цього можна скористатися спеціальною табличкою або виконати наступне: визначити, як змінюється поправка від терміну до терміну. Наприклад: в 00 год. поправка  $0,3^{\circ}$ , а в 03 год. вона складає  $0,9^{\circ}$ . Відбулося збільшення поправки за три години на  $0,6^{\circ}$ . Вважаючи, що поправка зростала лінійно, визначимо її зміни за 1 год і отримаємо  $0,6^{\circ} : 3 = 0,2^{\circ}$ . Тепер до початкової поправки додаємо зміну за 1 год  $0,2^{\circ}$  і отримаємо поправку для першої години після часової відмітки:  $0,3 + 0,2 = 0,5^{\circ}$ ; і таким же чином послідовно для 2-ої години:  $0,5 + 0,2 = 0,7^{\circ}$ , для 3-ьої години:  $0,7^{\circ} + 0,2^{\circ} = 0,9^{\circ}$ .

Збіг розрахованої поправки для кінця тригодинного інтервалу з вже визначеною раніше свідчать про правильність розрахунку.

**Приклад:**

Терміни	12	13	14	15	16	17	18
Значення на стрічці	8,7	8,9	9,3	6,8	7,3	5,2	4,9
Поправки	0,6	0,0	-0,7	-1,4	-0,5	0,4	1,4
Температура	9,3	8,9	8,6	7,4	6,8	5,6	6,3

Розрахунок поправок для термінів 12, 15, 18 год.

1)  $9,3 - 8,7 = 0,6$

2)  $7,4 - 8,8 = -1,4$

3)  $6,3 - 4,9 = 1,4$

4)  $0,6 + 1,4 = 2,0$

За три години від 12-ої до 15-ої поправка змінювалася за величиною та знаком. Абсолютне змінювання склало  $0,6 + 1,4 = 2,0^{\circ}$ .

За припущенням, що вона змінювалася у часі лінійно, розрахуємо зміну на кожну проміжну годину, для цього абсолютне змінювання поправки ділимо на тригодинні проміжки і отримаємо зміни, які в сумі складають  $2,0^{\circ}$ :

$$2,0 = 0,6 + 0,7 + 0,7$$

Поправка спочатку зменшується до 0,0 а потім стає від'ємною. З урахуванням цього проміжна поправка для 13-о год:  $0,6 - 0,6 = 0,0^{\circ}$ , для 14 -ої год:  $0,0 - 0,7 = -0,7^{\circ}$ , для 15-ої год:  $-0,7^{\circ} - 0,7^{\circ} = -1,4^{\circ}$ .

За проміжок часу 15-ої до 18-ої год. відбувається зміна поправки від  $-1,4$  до  $1,4$ , тобто на  $2,8^{\circ}$ .

$$2,8 : 3 = 0,9 + 0,9 + 1,0$$

Таким чином на 16-у год. поправка дорівнює:  $-1,4 + 0,9 = -0,5$ ;

На 17-у год. поправка дорівнює:  $-0,5 + 0,9 = 0,4^{\circ}$

На 18 год. поправка  $-0,4 + 1,0 = 1,4^{\circ}$

7. Алгебраїчно складаємо визначені по запису термографа щогодинні значення температури і отримані поправки і результат записуємо в третій

рядок. Отримані значення відповідають виправленим значенням температури повітря.

8. Для вибірки добових значень максимуму і мінімуму температури необхідно з'єднати дві послідовні стрічки так, щоб можна було вибрати на стрічці найвище і найнижче значення температури за метеорологічну добу. Метеорологічна доба починається і закінчується о 20 годині за місцевим часом. Екстремальні значення температури можуть припадати на моменти часу, що не співпадають з часовими ординатами на стрічці, тому необхідно по запису визначити їх величину і ввести поправку найближчої часової ординати. Потім на стрічці вгорі праворуч олівцем записують: наприклад:

$$\text{Макс: } 25,0 + 0,2 = 25,2$$

$$\text{Мін: } 18,4 - 0,2 = 18,2$$

де 25,0 – це відлік максимальної температури, записаної термографом; 0,2 – найближча поправка; 25,2 – виправлене значення.

Аналогічно і для мінімальної температури.

### **Обробка стрічок гігрографа**

Обробка стрічок гігрографа здійснюється в наступному порядку:

1 і 2 пункти виконуються так же, як і для термографа.

3. По запису на стрічці гігрографа необхідно відлічити щогодинні значення відносної вологості з точністю до 1%.

4. Те ж, що і для стрічки термографа.

5. Форма запису відносної вологості на стрічці гігрографа показує, що робити припущення, що вона змінюється за часом за лінійним законом, не можна. Тому заздалегідь готують спеціальний графік зв'язку показань гігрографа з відотною вологістю, визначеною за психрометричним методом. За допомогою графіка ТМ-9 визначають виправлені значення відносної вологості в нетермінові години.

6. Вибрати добові значення максимуму і мінімуму відносної вологості так же, як і при обробці стрічок термографа, записати їх у верхній правий кут стрічки і поруч записати виправлене (за допомогою графіка ТМ-9) значення.

Приклад:

Макс: 65 – 69

Мін: 34 – 37

Результати обробки стрічок термографа і гігрографа переносяться в таблицю ТМ-2.

**Підготовка графіка ТМ-9**

Для побудови графіка зв'язку відносної вологості  $f_r$ , вимірної гігрографом, і  $f_{\text{п}}$ , визначеною психрометричним методом за показаннями сухого та змоченого термометрів у кожний термін спостережень, виписують їх парні значення (рис. 2.7).

**ТМ - 9**

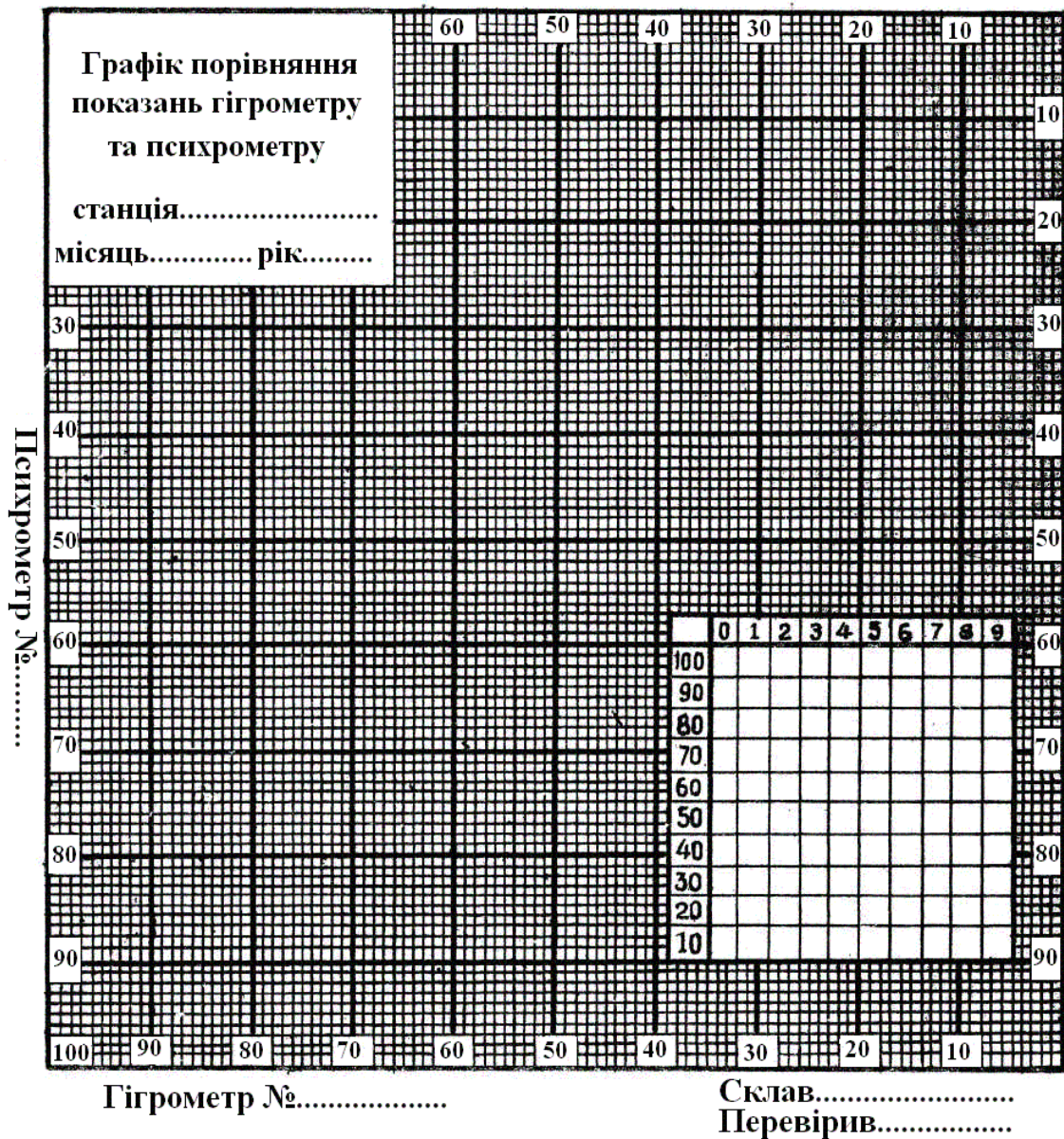


Рисунок 2.7 – Графік ТМ-9

Графік будується у прямокутній системі координат, де вісь абсцис – вісь відносної вологості, виміряної гігрографом у терміни спостережень, вісь ординат – відносної вологості, що виписана з книжки КМ-1 для того ж самого терміну. Рекомендується будувати графіки ТМ-9 для кожного сезону за даними попередніх трьох місяців, тобто використовувати біля 240 вимірювань. По зовнішньому вигляду поля точок приймають гіпотезу про характер зв'язку між  $f_T$  та  $f_H$ : приблизно лінійний, степеневий тощо. Аналітичний вираз зв'язку знаходять відомими статистичними методами визначення кореляційних залежностей. Рівняння кореляційної залежності використовують для розрахунку таблиці для переведення відносної вологості, визначеної за гігрометром, у відносну вологість, що знайдена психрометричним методом.

Якщо поле точок на графіку ТМ-9 не викликає сумніву, що існує чітка лінійна залежність між цими величинами, то по полю точок можна провести середню виважену лінію так, щоб приблизно кількість точок і сумарна їх відстань від цієї лінії по обидва боки були рівні. Лінія повинна перетинати вісь ординат. Складають таблицю парних значень  $f_T$  та  $f_H$ , для чого від кожного значення (через 1%)  $f_T$  підіймаються вздовж відповідної ординати до лінії на графіку і від точки перетину вздовж горизонтальної лінії доходять до осі ординат і відлічують відповідну величину  $f_H$ .

## 2.10 Вимірювання і реєстрація атмосферних опадів

### Визначення кількості опадів за допомогою опадоміра Третьякова.

Для виміру кількості опадів використовують прилад опадомір, представлений на рис. 2.8.

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.

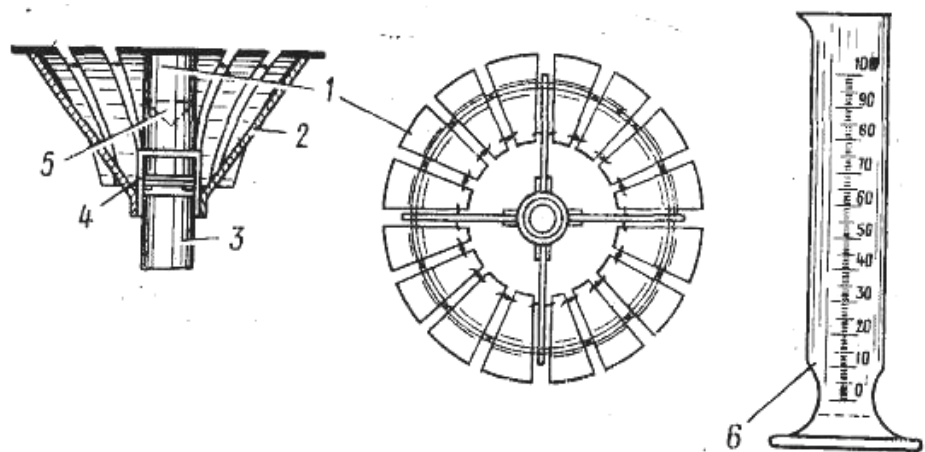
Для збору опадів застосовується посудина (відро) у формі циліндра заввишки 40 см і площею приймального отвору 200 см<sup>2</sup>. Усередині посудини є впаяна діафрагма у вигляді зрізаного конуса, яка перешкоджає випаровуванню опадів.

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 і ін.

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

Необхідно звернути увагу на правила установки: приймальна поверхня приладу повинна знаходитися на висоті 2 м над підстильною поверхнею і бути строго горизонтальною. Оточуючі предмети повинні відстояти від опадоміра на відстані не меншій його 3-х кратної висоти.

Зміна опадомірних посудин (відер) і вимірювання кількості опадів проводиться чотири рази на добу: у терміни 03 і 15 годин за всесвітнім часом і в терміни, найближчі до 8 і 20 години місцевого часу. Зміна відер проводиться незалежно від того, випадали опади або ні.



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

Рисунок 2.8 – Опадомір Третьякова

Опади вимірюються зразу ж після спостереження і приходу в приміщення. Для цього, знявши ковпачок, обережно виливають через носик воду з посудини у вимірювальний стакан (до останньої краплі). Якщо опади не вміщуються у стакан, то вимірювання проводиться в декілька прийомів. Стакан встановлюють на рівну горизонтальну поверхню і відлічують кількість поділок за шкалою, нанесеною на стінки стакану з точністю до 1 поділки (пам'ятаючи, що вода – це змочуюча рідина, і відлік береться по нижньому краю меніска).

При випаданні твердих опадів відро, закрите кришкою, залишають в теплому приміщенні, щоб опади розтанули, а потім проводять вимірювання.

Виміряні опади з поділок необхідно перевести в мм. Для цього кількість поділок необхідно розділити на 10 і додати поправку на змочування відра.

Для опадів рідких і змішаних (•, ♣, ♣̇, ♣̇\*, ♣̇\*) опадів наземної конденсації (♣, ♣̄, ♣̂, ♣̂\*) поправка – 0,2 мм.

Для опадів твердих (♣̇\*, ♣̇\*, ♣̇\*) поправка – 0,1 мм

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, інею, 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 опадомірної 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
----------	-----	-----



### Плювіограф

Плювіограф призначено для безперервної реєстрації кількості і інтенсивності опадів. Викладач знайомить студентів з установкою плювіографа з примусовим зливом на метеорологічному майданчику. При цьому необхідно звернути увагу на те, що верхній край приладу повинен знаходитися на висоті 2 м над поверхнею землі.

У справного плювіографа злив повинен відбуватися приблизно за 17-20 секунд і перо при зливі повинне прокреслювати вертикальну лінію, паралельну годинним лініям стрічки. Необхідно стежити, щоб при установці приладу за відсутності опадів перо писало горизонтальну лінію, збіжну з нульовою лінією.

Стрічки плювіографа змінюються щодня в строк, найближчий до 20-ої годин місцевого часу. Стрічки повинні бути правильно обрізані і щільно прилягати до барабана.

В кожний термін вимірювання опадів слід робити часову відмітку на стрічці плювіографа, піднімаючи і опускаючи вертикальний стрижень, до якого кріпиться перо. Якщо за минулі 24 години не було дощу і плювіограф записав горизонтальну лінію, стрічку можна залишити до наступного дня, доливши в приймальну судину 5-10 поділок вимірювального стакана. Для контролю запису по стрічці кожного разу при зміні стрічок проводиться штучний злив, заздалегідь проводиться вимірювання тієї кількості води, яка є в контрольній судині за допомогою вимірювального стакана. Для штучного зливу доливають з вимірювального стакана воду в приймальний пристрій. Всі дані про долив і результати всіх вимірювань записуються на лицьовому боці стрічки, а потім переносяться на її зворотний бік.

На лицьовому боці вказується:

- а) дата і точний час (в год і хв) установки пера і закінчення запису;
- б) кількість опадів по контрольній посудині;
- в) долита кількість води, дата і час доливання води ( в год і хв);
- г) кількість води в контрольній посудині після штучного зливу.

На зворотному боці стрічки:

- а) в лівому верхньому куті – час накладення і зняття стрічки;
- б) в середній частині – назва станції, місяць, рік і № приладу;
- в) в правому верхньому куті – кількість опадів по опадоміру, контрольній посудині плювіографу до і після проведення штучного зливу, долита кількість води, загальна кількість опадів на стрічці.

### Обробка стрічки плювіографа

Обробляються ті стрічки, сума опадів за дощ по яких 2,5 мм і більша.

Вид запису:

- а) горизонтальна лінія – відсутність дощу;
- б) похила крива, що підвищується, – під час дощу;
- в) вертикальна лінія – під час зливу.

Обробка стрічок проводиться за весь період дощу по десятихвилинних інтервалах у такій послідовності:

- 1) підраховується кількість опадів від початку дощу на кінець кожного 10 - хвилинного інтервалу;
- 2) обчислюється поправка на злив і вводиться до кожного інтервального значення;
- 3) обчислюється середня інтенсивність за кожний 10-хвилинний інтервал.

Якщо йшов дощ з перервами, то при перерві в 1 годину і меншій такий дощ приймається за один. Якщо перерви були більші ніж 1 година, то запис обробляється як різні дощі.

Результати обробки записуються на стрічці простим олівцем у вигляді колонки з шести рядків, розташованих у відповідному годинному інтервалі (кожний рядок розташовується на лінії, відповідній номеру 10-хвилинного інтервалу) (див. зразок).

Для обчислення поправки на злив необхідно порівняти кількість опадів, підраховану по стрічці і зміряну по контрольній посудині і різницю по контрольній посудині (к.п) і записом на стрічці, (з.с) – більше 0,1 мм

Наприклад:

$$\begin{array}{r} \text{к.п.} - 12,6 \text{ мм} \\ \text{з.с.} - \underline{12,3 \text{ мм}} \\ \hline 0,3 \text{ мм} \end{array}$$

Різниця 0,3 мм ділиться на кількість зливів і отримана величина – поправка додається до кількості опадів, відліченої в кінці кожного 10-хвилинного інтервалу після зливу. Величина поправки записується на зворотному боці стрічки.

Середня інтенсивність дощу за кожний 10-хвилинний інтервал обчислюється шляхом ділення кількості опадів на 10. Кількість опадів за інтервал визначається як різниця кількості опадів, що випали до кінця подальшого і даного інтервалів.

За результатами обробки стрічок запису півніографу складається місячна таблиця даних інтенсивності дощу ТМ-14.

## **2.11 Кодування метеорологічної інформації. Код КН-01.**

Результати метеорологічних спостережень записуються у спеціальний журнал КМ-1, перекладаються мовою міжнародного цифрового коду, і як телеграми у певний час доби відправляються у встановлені кожної станції адреси. Керівними документами під час кодування та дешифрування інформації про погоду з наземних та суднових метеорологічних станцій є код КН-01.

Код КН-01 (міжнародна форма FM 12-УП SYNOP та FM 13-УП SHIP) призначений для передачі даних гідрометеорологічних спостережень з наземних та морських спостережних станцій різних типів: обслуговуваних персоналом та автоматичних, встановлених на морських судах (стаціонарних та рухомих), буюх та морських платформ.

Групи коду об'єднані у 5 розділів, а розділи – у групи літерних та цифрових символів. Кожній групі (крім кількох) надано розпізнавальні номери.

•**Розділ 0** включає літерний розпізнавач коду, дата та термін спостереження, показчик використуваних одиниць швидкості вітру та способу її визначення. Для коду SYNOP – індексний номер гідрометеорологічної станції, для коду SHIP – позивний сигнал радіостанції судна та координати його місцезнаходження.

•**Розділ 1** включає метеорологічні дані про стан атмосфери біля поверхні Землі: температуру, вологість і тиск повітря, характеристику зміни тиску, швидкість і напрям вітру, висоту, кількість і форми хмар, видимість, погоду в термін спостереження і минулу погоду, а також показчики включення у телеграму груп опадів та погоди.

•**Розділ 2** включає гідрометеорологічні дані про стан поверхні морів і океанів: температуру води, висоту і період вітрових хвиль і хвиль зибі, напрямок переміщення хвиль зибі, відомості про зледеніння судна, характеристику морського і материкового льоду, швидкість і напрямок переміщення судна

•**Розділ 3** включає відомості про екстремальні температури повітря за добу, кількість опадів за півдобу, інструментально виміряну висоту хмар, їх кількість, форми, характеристику явищ погоди.

•**Розділ 4** містить дані високогірних станцій про хмари, висота яких знаходиться нижче за рівень станції

•**Розділ 5** містить дані про середню добову температуру повітря; мінімальної за добу температурі у вегетаційний період, якщо вона нижче +5°C, стан поверхні ґрунту, стан і висота снігового покриву, кількість опадів за добу та півдобу, характеристику явищ погоди

У разі відсутності даних про один або декілька елементів групи, що має розпізнавальний номер, замість відсутньої цифри ставиться дрібна риса. У разі відсутності даних про всі елементи групи, ця група до повідомлення не включається, і дробові рисочки замість неї не передаються. Обов'язковими для включення навіть у вигляді дробових рис є лише кілька груп, які не мають розпізнавальних номерів.

Дані розділів 0, 1 та 2 підлягають глобальному обміну (у масштабах земної кулі), дані розділу 3 – підлягають регіональному обміну (між країнами в межах регіону), дані розділів 4 та 5 підлягають національному обміну (у межах країни).

Під час проходження навчальної практики студенти знайомляться лише з нульовим та першим розділом коду КН-01. З рештою розділів студенти познайомляться при вивченні дисципліни "Синоптична метеорологія".

### СХЕМА КОДУ КН-01

Розділ 0 M<sub>j</sub> M<sub>j</sub> M<sub>j</sub> M<sub>j</sub> Y Y G G i<sub>w</sub> I I i i i  
 Розділ 1 i i<sub>x</sub> h V V N d d f f 1 s<sub>n</sub> T T T 2 s<sub>n</sub> T<sub>d</sub> T<sub>d</sub> T<sub>d</sub> 3 P<sub>0</sub> P<sub>0</sub> P<sub>0</sub> P<sub>0</sub>  
 4 P P P P 5 a p p p 6 R R R t 7 w w W<sub>1</sub> W<sub>2</sub> 8 N<sub>h</sub> C<sub>L</sub> C<sub>M</sub> C<sub>H</sub>

Розділ	Група	Зміст групи
0	M <sub>j</sub> M <sub>j</sub> M <sub>j</sub> M <sub>j</sub>	Буквений показник коду. Для інформації, переданої в даному коді зі станцій, розташованих на суші, M <sub>j</sub> M <sub>j</sub> M <sub>j</sub> M <sub>j</sub> = AAXX
0	YYGGi <sub>w</sub>	Дата і строк спостереження: Y Y – число і місяць за СГЧ G G – строк у часах за СГЧ i <sub>w</sub> – показник одиниць швидкості вітру і способу її визначення

0	IIiii	Індекс станції: II – номер району iii – номер станції в межах району II
1	i <sub>R</sub> i <sub>x</sub> hVV	i <sub>R</sub> – показчик наявності в повідомленні групи 6RRRt i <sub>x</sub> – показчик наявності в повідомленні групи 7wwW <sub>1</sub> W <sub>2</sub> і тип станції (автоматична, або обслуговується персоналом); h – висота нижньої межі найнижчих хмар (C <sub>L</sub> чи C <sub>M</sub> ); VV – метеорологічна дальність видимості;
1	Nddff	N – загальна кількість хмар усіх ярусів; dd – напрямок вітру за строк спостереження; ff – швидкість (м/с) вітру, середня за термін спостереження (за 10 хв. При вимірі анеморумбометром або за 2 хв. При визначенні по флюгеру)
1	1s <sub>n</sub> TTT	1 – відмітна цифра s <sub>n</sub> TTT – температура повітря (s <sub>n</sub> – знак; TTT – значення в градусах Цельсія з точністю до десятих часток)
1	2s <sub>n</sub> T <sub>d</sub> T <sub>d</sub> T <sub>d</sub>	2 – відмітна цифра s <sub>n</sub> T <sub>d</sub> T <sub>d</sub> T <sub>d</sub> – точка роси (s <sub>n</sub> – знак, T <sub>d</sub> T <sub>d</sub> T <sub>d</sub> – значення в градусах Цельсія з точність до десятих часток)
1	3P <sub>0</sub> P <sub>0</sub> P <sub>0</sub> P <sub>0</sub>	3 – відмітна цифра P <sub>0</sub> P <sub>0</sub> P <sub>0</sub> P <sub>0</sub> – тиск (гПа) повітря на рівні станції з точністю до десятих часток (цифра тисяч не передається)
1	4PPPP	4 – відмітна цифра PPPP – тиск повітря, приведений до середнього рівня моря, з точністю до десятих часток (цифра тисяч не передається)
1	5a <sub>ppp</sub>	5 – відмітна цифра a – характеристика баричної тенденції за останні 3 години ppp – значення баричної тенденції (гПа) за останні 3 години з точністю до десятих часток
1	6RRRt <sub>R</sub>	6 – відмітна цифра RRR – кількість опадів, які випали за період t <sub>R</sub> – період часу, за який обмірювана кількість опадів

1	7wwW <sub>1</sub> W <sub>2</sub>	7 – відмітна цифра ww – погода в строк спостереження або протягом останньої години перед строком спостереження W <sub>1</sub> W <sub>2</sub> – минула погода
1	8N <sub>h</sub> C <sub>L</sub> C <sub>M</sub> C <sub>H</sub>	8 – відмітна цифра N <sub>h</sub> – кількість хмар C <sub>L</sub> або C <sub>M</sub> , якщо хмар C <sub>L</sub> немає C <sub>L</sub> – хмари вертикального розвитку і хмари нижнього ярусу (крім шарувато-дощових) C <sub>M</sub> – хмари середнього ярусу і шарувато-дощові хмари (нижній ярус) C <sub>H</sub> – хмари верхнього ярусу

Нижче наведені таблиці для кодування метеорологічної інформації для груп нульового та першого розділів.

### Група ІІІі

**ІІІі** – міжнародний індексний номер гідрометеорологічної станції, де

**ІІ**- номер району, в якому розташована станція,

**ііі** – номер станції в межах району.

Група є обов'язковою для передачі з метеорологічних станцій.

Наприклад: метеостанція Одеса-обсерваторія – 33837

### Група YYGGi<sub>w</sub>

**YY** – число місяця за UTC (Coordinated Universal Time), перше число кодується як 01, п'яте - 05, п'ятнадцяте -15 і т.д.

**GG** – термін спостереження (у годинах по UTC), термін 6 годин кодується як 06, термін 12 годин – 12 і т.д., опівночі відноситься до наступної доби і кодується 00, цифра коду 24 не використовується.

**i<sub>w</sub>** – показчик одиниць швидкості вітру та способу її визначення (табл. 2.12).

### Група і<sub>R</sub>і<sub>x</sub>hVV

**і<sub>R</sub>** – показчик місця включення до телеграми групи опадів 6RRRt<sub>R</sub> (розділ 1 або 3) або причини не включення (табл. 2.13);

$i_x$  – показчик типу гідрометеорологічної станції та включення до телеграми групи  $7wwW_1W_2$  та, або причини не включення (див. табл. 2.13);

$h$  – висота основи найнижчих хмар (CL, а за їх за відсутності – CM) над поверхнею Землі чи моря (табл. 2.14).

Якщо висота хмар відповідає крайньому значенню інтервалу, вказаного в табл. 2.14 то при кодуванні береться велика з цифр (наприклад, висота хмар 1000 м - Цифра коду 6);

VV – метеорологічна дальність видимості у горизонтальному напрямку (табл. 2.2 та 2.8).

Група передається обов'язково, якщо далі йде хоча б одна група першого розділу. За відсутності даних про  $h$  та VV група включається у вигляді " $i_R i_x //$ ". Якщо горизонтальна видимість у різних напрямках виявляється неоднаковою, то на місці VV ставиться найменше значення.

Таблиця 2.12 – Показчик одиниць швидкості вітру ( $i_w$ ) та способу її визначення

Цифра коду	Спосіб визначення швидкості вітру	Одиниці вимірювання
0	Візуальний	м/с
1	Інструментальний	м/с
3	Візуальний	Вузли
4	Інструментальний	Вузли

Таблиця 2.13 – Відомості про включення в телеграму груп  $6RRRt_R$  ( $i_R$ ) та  $7wwW_1W_2$  ( $i_x$ )

Показчик ( $i_R$ )		Показчик ( $i_x$ )		
Цифра коду	Відомості про включення $6RRRt_R$	Цифра коду	Відомості про включення $7wwW_1W_2$	Тип станції
1	Включено до розділу 1	1	Включено	Обслуговується персоналом
2	Включено до розділу 3	2	Не включено (немає явищ, що підлягають передачі)	Обслуговується персоналом
3	Не включено (Не було опадів)	3	Не включено (спостереження не проводились)	Обслуговується персоналом
4	Не включено (опади не вимірювалися)	4	Включено	Автоматична

		5	Не включено (немає явищ, що підлягають передачі)	Автоматична
/	Включено до розділу 5	6	Не включено (спостереження не проводились)	Автоматична

Таблиця 2.14 – Висота основи хмар  $C_L$  чи  $C_M$  над поверхнею Землі чи моря ( $h$ ) та загальна кількість хмар усіх ярусів ( $N$ )

Цифра коду	$h$ – висота основи $C_L$ або $C_M$ (м)	$N$ – Загальна кількість хмар (бали)
0	Менш 50	Хмар немає
1	50-100	1 або менше (включаючи і сліди хмара)
2	100-200	2-3
3	200-300	4
4	300-600	5
5	600-1000	6
6	1000-1500	7-8
7	1500-2000	9 або більше, але є проясніти
8	2000-2500	10 (все небо вкрите хмарами, проясніти відсутні)
9	2500 або більше (або хмар $C_L$ і $C_M$ немає).	Неба не видно чи кількість хмар визначити не можна
/	Висота невідома	Не визначено

### Група Nddff

**N** – загальна кількість хмар усіх форм (див. табл. 2.14).

**dd** – напрям вітру (звідки дме), кодується в десятках градусів за шкалою (табл. 2.9).

**ff** – швидкість фактичного вітру для суднових станцій; передається в м/с чи вузлах (Японія, Південна Корея:  $i_w = 3$  або 4). Для кодування одиниць швидкості вітру та способу її вимірювання використовують табл. 2.10. Переведення вузлів у м/с проводиться розподілом величини швидкості у вузлах на 2. Якщо швидкість вітру менше 10 м/с, то місце першої цифри ставиться нуль, при штилі – 00.



Група передається обов'язково, якщо далі йде хоча б одна група першого розділу. У разі відсутності даних про N та dfff група включається у вигляді «/////» або "9////", якщо N = 9.

Далі йдуть групи з відмітними цифрами 0, 1, 2, 3, ..., 9. За відсутності даних про елемент ці групи у вигляді, наприклад, 1//// або 5////, не передаються.

### **Група 1s<sub>n</sub>ТТТ**

**s<sub>n</sub>** – знак (0 – мінус, 1 – плюс),

**ТТТ** – температура повітря у градусах Цельсія із десятими частками.

(0.5 °C кодується як 005, 1.5 °C - 015, 30 °C - 300 і т.д.).

### **Група 2s<sub>n</sub>T<sub>d</sub>T<sub>d</sub>T<sub>d</sub>**

**s<sub>n</sub>** – знак (0 – мінус, 1 – плюс). Якщо замість температури точки роси вимірюється та передається відносна вологість (на автоматичних станціях), то s<sub>n</sub>=9. Відносна вологість передається у відсотках із десятими частками.

**T<sub>d</sub>T<sub>d</sub>T<sub>d</sub>** – температура точки роси в градусах Цельсія з десятими частками, що кодується аналогічно температурі повітря.

### **Група 3P<sub>o</sub>P<sub>o</sub>P<sub>o</sub>P<sub>o</sub>**

**P<sub>o</sub>P<sub>o</sub>P<sub>o</sub>P<sub>o</sub>** – тиск повітря на рівні станції в гектопаскаль (гПа) з десятими частками, але без тисяч (наприклад, тиск повітря 1000.6 гПа кодується як 0006, 1023.6 гПа - 0236, тиск 996.3 гПа -9963 і т.д.).

### **Група 4PPPP**

**PPPP** – тиск повітря, приведений до рівня моря, у гектопаскаль (гПа), з десятими частками, але без тисяч. Кодується аналогічно тиску повітря лише на рівні станції.

### **Група 5arpp**

**a** – характеристика баричної тенденції протягом останніх 3 годин: падіння тиску кодується цифрами коду 0, 2, 3, зростання – 5, 6, 7, 8, якщо тиск не змінилося, використовують цифру 4 (табл. 2.15);

**ppp** – величина баричної тенденції гектопаскаль за 3 години (гПа/3 години) з десятими частками.

Таблиця 2.15 – Характеристика баричної тенденції

Цифра коду	Характеристика баричної тенденції	Зміни тиску за барометром
0	Зростання, потім падіння	Тиск без зміни або вище, ніж 3 години тому
1	Зростання, потім без зміни; зростання, потім слабше зростання	Тиск у термін спостереження вищий, ніж 3 години тому
2	Зростання рівномірне або нерівномірний	
3	Падіння, потім зростання; без зміни, потім зростання; зростання, потім сильніше зростання	
4	Рівний або нерівний хід	Тиск за 3 години не змінився
5	Падіння потім зростання	Тиск такий же або нижче, ніж 3 години тому
6	Падіння, потім без зміни	Тиск у строк спостереження нижче, ніж 3 години тому
7	Равномерное или неравномерное падение	
8	Зростання, потім падіння; без зміни, потім падіння; падіння, потім сильніше падіння	
9	Не використовується	

### Група 6RRRt<sub>R</sub>

**RRR** – кількість опадів (мм) у період t<sub>R</sub> (табл. 2.16).

**t<sub>R</sub>** – період закінчується в термін спостереження, за який включена група 6 і може дорівнювати 6 (цифра коду 1), 12 (цифра коду 2), 18 або 24 годинах (цифри коду 3 і 4).

Наземні станції включають групу 6RRRt<sub>R</sub> до розділу 3 і повідомляють кількість опадів, що випали за 12 год., що належать до денної та нічної частин доби, за терміни, найближчі до 08 та 20 годин місцевого декретного часу. Якщо опадів за період t<sub>R</sub> не було, то група не передається.

Таблиця 2.16 – Опади (RRR)

Цифра коду	Кількість опадів, мм	Цифра коду	Кількість опадів, мм
000	0	990	
001	1	991	0,1
002	2	992	0,2
і т. д.	і т. д.	і т. д.	і т. д.
988	988	998	0,8
989	989	999	0,9

### Група 7 wwW<sub>1</sub> W<sub>2</sub>

**ww** – погода у термін спостереження або протягом останньої години перед терміном спостереження (табл. 2.17):

**W<sub>1</sub>W<sub>2</sub>** – минула погода (табл. 2.18) – погода протягом останніх шести годин для основних синоптичних термінів спостереження – 00, 06, 12 та 18 год. за UTC або протягом останніх трьох годин для проміжних термінів спостереження (03, 09, 15 та 21 год. UTC).

У телеграму на місці W<sub>1</sub> ставиться явище погоди, що кодується найбільшою цифрою коду, на місці W<sub>2</sub> – кодована наступною після W<sub>1</sub> найбільшою цифрою коду.

Якщо погода між термінами закодована цифрою 3, то на карту наноситься один із символів – хуртовина або курну бурю залежно від сезону та географічного району.

Група 7wwW<sub>1</sub>W<sub>2</sub> не передається, якщо одночасно ww = 00, 01, 02 або 03 та W<sub>1</sub>, W<sub>2</sub> – 0, 1 чи 2.

Таблиця 2.17 – 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
<b>20-29 (явища в «останню годину»)</b>		<b>30-39 (явища в «термін спостережень»)</b>	
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
<b>40-49 (туман у термін спостережень)</b>		<b>50-59 (мряка в термін спостережень)</b>	
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
<b>60-69 (дощ у термін спостережень)</b>		<b>70-79 (тверді опади в термін спостережень)</b>	
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 мряка зі снігом	79	Льодовий дощ
<b>80-89 (зливові опади в термін спостереження, без грози)</b>		<b>90-99 (гроза в термін чи спостереження в останню годину)</b>	
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	98	Гроза в термін з пиловою або

	помірна чи сильна		піщаною бурою
89	Град слабкий	99	Гроза сильна з градом або крупною в термін спостереження

Таблиця 2.18 – Минула погода ( $W_1W_2$ )

Цифра коду	Характеристика минулої погоди
0	Ясно чи хмарність не більше 5 балів
1	Мінлива хмарність (хмарність часом була більше 5 балів, а часом – 5 балів і менше)
2	Похмуро або хмарність понад 5 балів
3	Піщана або запорошена буря, або поземок, або низова хуртовина
4	Туман або крижаний туман, або сильна імла
5	Мряка
6	Дощ
7	Сніг або дощ зі снігом
8	Зливи
9	Гроза з опадами або без них

### Група $8N_hC_LC_MC_H$

$N_h$  – кількість хмар  $C_L$  (за їх відсутності –  $C_M$ ). Значення цифр коду для  $N_h$  ті ж, що й для  $N$  (див. табл. 2.14).

$C_LC_MC_H$  – форми хмар (табл. 2.1).

Група не передається, коли в групі  $Nddff$   $N=0, 9$  або «/» (коса риса), а також, якщо кількість хмар менше 1б (сліди хмар). На місці  $C_L$ ,  $C_M$  або  $C_H$  ставиться 0, якщо хмари відповідного ярусу немає.

Якщо хмари  $C_L$ ,  $C_M$  або  $C_H$  не видно через явища, що погіршують видимість, або через те, що небо закрите суцільним шаром нижче хмар (для форм  $C_M$  або  $C_H$ ) - ставиться "/" - коса риса

Приклад:

ААХХ 04031 11010 41756 72702 10148 20143 39836 40204 58003 70282  
83534

## Рекомендована література

1. Атлас облаков. Под ред. А.Х. Хргиана и Н.И. Новожилова. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 266 с.
2. Код для оперативной передачи данных приземных гидрометеорологических наблюдений с сети станций, расположенных на суше (включая береговые станции) КН-01. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 64с.
3. Настанова гідрометеорологічним станціям і постам. Випуск 3. Частина 1. Метеорологічні спостереження на станціях. – Київ. 2011.- 279с.
4. Психрометрические таблицы, Л.; Гидрометеиздат, 1981, – 270 с.
5. Шкільний Є.П. Фізика атмосфери. Одеса: ОГМІ, 1997. 698 с.

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.odetu.edu.ua/course/view.php?id=48>

3. Атлас хмар. Сайт дистанційного навчання кафедри метеорології та кліматології. Дисципліна «Фізика атмосфери з чергуваннями» <http://dpt17s.odetu.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.odetu.edu.ua/course/view.php?id=48>

6. Інструкція гідрометеорологічним станціям (постам) про подачу інформації про небезпечні та стихійні гідрометеорологічні явища. Схема коду та кодова таблиця. Київ: Держкомгідромет, 1998. 27 с.

## Додаток

### ЩОДЕННИК ПРАКТИКИ

п/п	Зміст роботи	Дата практ ики	Підп ис студ	Підп ис викл
	Знайомство з програмою практики. Оформлення щоденника. Проходження інструктажу з техніки безпеки. Знайомство з основними метеорологічними величинами			
	Ознайомлення студентів з розташуванням, призначенням метеорологічного майданчика, розміщенням психрометричних будок, метеорологічних приладів та режимом спостережень. Знайомство з морфологічною класифікацією хмар, розподілом хмар по ярусах, їх умовними позначеннями, визначенням кількості та висоти нижньої межі.			
	Знайомство з принципами кодування метеорологічної інформації за допомогою коду КН-01. Проведення трьох метеорологічних спостережень з записом до книжки КМ-1, подальшою обробкою та кодуванням отриманих результатів.			
	Проведення трьох метеорологічних спостережень з записом до книжки КМ-1, подальшою обробкою та кодуванням отриманих результатів. Захист звіту з БЗМ „Фізика атмосфери” навчальної практики з дисципліни „Методи та засоби гідрометеорологічних вимірювань”			



Таблиця 1 – Зразок запису результатів спостережень в єдині терміни

ДАТА		ЧАС ДАНОГО ПОЯСА																					Примітка										
		00			03			06			09			12			15			18				21									
види-мість	Об'єкт освітлення, Е																																
	Випр. відлік, км, цифри коду	1,5	4	94	750м	3	93	750м	3	93	1,5	4	94	2,5	5	95	2,5	5	95	2,5	5	95	5	6	96								
Хмарність	Кілк. Нзаг. Нниж	10 10		St-90							10 10		St-320			10 10		Sc-390			10 10		St-320			10 10		Sc-550			10 10		Sc-560
	Хмарність	Верхній																															
		Середній																															
Стан пого	Між строками W1W1	Сніг (75)			Сніг (75)			Туман (44)			Туман (42)			Сніг (72)			Сніг (72)			Сніг (72)			Сніг (72)										
	В строк WW	Мряка (51)			Туман (47)			Туман (43)			Серпанок (10)			Сніг (71)			Сн. зерна (77)			Сніг (20)			Серпанок (10)										
Атмосферні явища	Атмосферні явища	☉ <sup>o</sup> 23 <sup>45</sup> -0 ☐ <sup>o</sup> 21 <sup>30</sup> -23 ☉ <sup>o</sup> 23 <sup>45</sup> .0 ☐ <sup>o</sup> 23-0			☐ <sup>o</sup> 0-1 <sup>25</sup> ☐ <sup>o</sup> 1 <sup>25</sup> -3 ☉ <sup>o</sup> 0-2 <sup>30</sup> ☉ <sup>o</sup> 0-3			☐ <sup>o</sup> 3-6 ☉ <sup>o</sup> 3-6			☐ <sup>o</sup> 6-6 <sup>20</sup> ☐ <sup>o</sup> 6 <sup>20</sup> -9 ☉ <sup>o</sup> 6-9			☐ <sup>o</sup> 9-10 ☐ <sup>o</sup> 10-12 ☉ <sup>o</sup> 9-12 * 11 <sup>30</sup> -12			☐ <sup>o</sup> 12-15 ☐ <sup>o</sup> 13-15 * 12-15 ☉ <sup>o</sup> 12-14 <sup>35</sup>			☐ <sup>o</sup> 15-18 ☐ <sup>o</sup> 15-17 <sup>40</sup>			☐ <sup>o</sup> 18-21										
	Температура поверхні	Строкова		-4,5		-4,4		-4,3		-4,0		-3,5		-2,5		-2,5		-2,5		-3,9													
Макс. и	Мінімальна	4,6		4,8		4,5		4,8		4,4		4,6		4,1		4,4		3,6		4,1		2,6		3,6		2,6		2,6		3,9		4,0	
	до струсу	-4,3		-4,3		-4,3		-4,3		-4,0		-4,0		-3,3		-2,4		-2,4		-2,4		-2,4		-2,4		-2,4		-2,4		-2,4			
	після струсу	-4,4		-4,4		-4,4		-4,3		-4,0		-4,0		-3,3		-2,4		-2,4		-2,4		-2,4		-2,4		-2,4		-2,4		-2,4			
Температура повітря	Сухий термометр	Відлік	Поправка	Випр. велич.	Відлік	Поправка	Випр. велич.	Відлік	Поправка	Випр. велич.	Відлік	Поправка	Випр. велич.	Відлік	Поправка	Випр. велич.	Відлік	Поправка	Випр. велич.	Відлік	Поправка	Випр. велич.	Відлік	Поправка	Випр. велич.	Відлік	Поправка	Випр. велич.	Відлік	Поправка	Випр. велич.		
		4,0	0,0	4,0	4,0	0,0	4,0	3,8	0,0	3,8	3,6	0,0	3,6	2,6	0,0	2,6	2,2	0,0	2,2	2,5	0,0	2,5	2,6	0,0	2,6	2,6	0,0	2,6	2,6	0,0	2,6		
	Змочений термометр	4,1	-0,1	4,0	4,1	0,1	4,0	3,9	0,1	3,8	3,7	0,1	3,6	3,0	0,1	2,9	2,6	0,1	2,5	2,9	0,1	2,8	3,1	0,1	3,0	3,1	0,1	3,0	3,1	0,1	3,0		
		Мінімальна	Спирт	4,1	0,0	4,1	4,0	0,0	4,0	3,8	0,0	3,8	,6	0,0	3,6	2,6	0,0	2,6	2,2	0,0	2,2	2,5	0,0	2,5	2,6	0,0	2,6	2,6	0,0	2,6			
	Штифт		4,0	0,0		4,1	0,0		4,0	0,0		3,8	0,0		3,6	0,0		2,6	0,0		2,6	0,0		2,6	0,0		2,6	0,0		2,6			
	Максимальна	до струсу	3,6	0,0	3,6	3,9	0,0	3,9	3,7	0,0	3,7	3,6	0,0	3,6	2,5	0,0	2,5	2,0	0,0	2,0	2,2	0,0	2,2	2,5	0,0	2,5	2,5	0,0	2,5				
		після струсу	4,0	0,0	4,0	3,9	0,0	3,9	3,7	0,0	3,7	3,6	0,0	3,6	2,6	0,0	2,6	2,2	0,0	2,2	2,5	0,0	2,5	2,5	0,0	2,5	2,5	0,0	2,5				
Вологість	Гігрометр	91			91			92			91			86			86			86			87										
		Парц. тиск пари	Відносит.	4,37	96	4,37	96	4,45	97	4,52	97	4,59	91	4,75	91	4,75	91	4,63	91	4,48	89												
	Дефіцит пружн.	Точка роси	0,17	-4,5	0,17	-4,5	0,16	-4,3	0,16	-4,1	0,46	-3,9	0,45	-3,4	0,45	-3,8	0,57	-4,2															
Вітер	Напрямок	Швидкість	250	1	000	0	000	0	295	1	300	1	290	1	300	1	000	0															
	Максим. порив	1(3)			0(2)			0(1)			1(3)			1(2)			1(2)			2(4)			1(3)										

Тиск	Термометр при барометрі	9,5	0,1	9,6	1,0	0,1	1,1	0,2	0,1	0,3	0,7	0,1	0,8	0,8	0,1	0,9	0,4	0,1	0,5	1,8	0,1	1,9	2,0	0,1	2,1			
	Відлік барометра	050,2	<sup>1,0</sup> <sub>3,3</sub>	047,9	050,6	<sup>1,0</sup> <sub>3,6</sub>	048,0	050,1	<sup>1,0</sup> <sub>3,5</sub>	047,6	049,7	<sup>1,0</sup> <sub>3,6</sub>	047,1	050,3	<sup>1,0</sup> <sub>3,6</sub>	047,7	050,6	<sup>1,0</sup> <sub>3,5</sub>	048,1	049,8	<sup>1,0</sup> <sub>3,8</sub>	047,0	049,5	<sup>1,0</sup> <sub>3,8</sub>	046,7			
	Віртуальна температура	4,0	,4	3,6	4,0	,4	3,6	3,8	,4	3,4	3,6	,5	3,1	2,6	,5	2,1	2,2	,5	1,7	2,5	,5	2,0	2,6	,5	2,1			
	Тиск на рівні моря	48,7			48,8			48,4			47,9			48,5			48,8			47,8			47,5					
	Барометрична тенденція	/ 2 0,8			/ 1 0,1			\ 8 0,4			\ 8 0,5			/ 0 0,6			/ 1 0,3			\ 7 1,0			\ 7 0,3					
Кількість опадів	/			/			-			-			/			/			/ 0,1			/ 0,1 0,2			/			Опадів не знайдено
Підпис																												

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до навчальної практики з дисципліни «Методи та засоби  
гідрометеорологічних вимірювань»  
розділ «Фізика атмосфери»

для здобувачів вищої освіти рівня магістр  
спеціальності «103 - Науки про Землю»  
освітньо-професійна програма “Метеорологія і кліматологія”

Укладач: канд.геогр.н., доц. Волошина О.В.

Електронна версія © Волошина О. В.