

Практична робота №8. Вимірювання характеристик вітру.

Рух повітря щодо земної поверхні, в якому переважає горизонтальна складова називається вітром. Причина виникнення вітру – нерівномірність розподілу атмосферного тиску над поверхнею земної кулі через неоднакове прогрівання різних її районів. Зміна атмосферного тиску в горизонтальному напрямку виражається за допомогою горизонтального баричного градієнта, який є вектором, направленим перпендикулярно до ізобар, у сторону низького тиску, а за величиною рівний зміні тиску на одиницю відстані. За одиницю відстані прийнято вважати довжину одного градуса меридіану (111,1 км). На карті баричної топографії величина баричного градієнта більша там, де ізобари наближаються одна до одної і нижча в місцях їх розходження. Величина горизонтального баричного градієнта визначає швидкість вітру. Встановлено, що швидкість вітру (м/с) рівна, приблизно, потроєній величині градієнта. Для прикладу, якщо величина горизонтального баричного градієнта становить 1,5 гПа, то швидкість, приблизно, буде рівна 4,5 м/с.

Напрямок вітру буде визначатись, в основному, напрямом горизонтального баричного градієнта, який у кожній точці збігається з напрямком перпендикуляра до ізобари, яка проходить через дану точку. Крім цього, на нього впливає відхиляюча сила тертя, вектори сил якої у сумі з вектором баричного градієнта визначають траєкторію напрямку вітра.

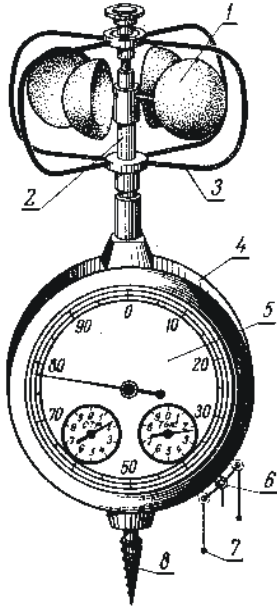
На метеорологічних станціях спостереження за вітром проводять за його напрямком і швидкістю. Напрямок вітру задається стороною горизонту, звідки дме вітер (румбом), або кутом, утвореним напрямом вітру з меридіаном місця. При спостереженнях за вітром у високих широтах атмосфери напрямок визначається в градусах (від півночі за годинниковою стрілкою), а при спостереженнях на наземних метеорологічних станціях – у румбах горизонту.

Назви і позначення румбів.

| Назва | Позначення | | Градуси |
|----------------------------|------------|------------|-----------|
| | Українські | Міжнародні | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Північний | Пн | N | 0 або 360 |
| Північно-північно-східний | Пн-ПнСх | NNE | 22.5 |
| Північно-східний | ПнСх | NE | 45.0 |
| Східно-північно-східний | Сх-ПнСх | ENE | 67.5 |
| Східний | Сх | E | 90.0 |
| Східно-південно-східний | Сх-ПдСх | ESE | 112.5 |
| Південно-східний | ПдСх | SE | 135.0 |
| Південно-південно-східний | Пд-ПдСх | SSE | 157.5 |
| Південний | Пд | S | 180.0 |
| Південно-південно-західний | Пд-ПдЗх | SSW | 202.5 |
| Південно-західний | ПдЗх | SW | 225.0 |
| Західно-південно-західний | Зх-ПдЗх | WSW | 247.5 |
| Західний | Зх | W | 270.0 |
| Західно-північно-західний | Зх-ПнЗх | WNW | 292.5 |
| Північно-західний | Пн-Зх | NW | 315.0 |
| Північно-північно-західний | Пн-ПнЗх | NNW | 337.5 |

Швидкість вітру виражається в метрах за секунду (м/с), кілометрах за годину (км/год) і в вузлах (морських милях за годину). Для візуальної оцінки швидкості вітру використовують бали за шкалою, введеною у 1806 році адміралом Бофортом. Згідно з нею

увесь інтервал можливих швидкостей ділиться на 12 градацій. Швидкість вітру пов'язана з різними ефектами (8, додаток 9).



Мал. 8.4. Ручний анемометр чашковий.

Спостереження показують, що вітер біля поверхні землі рідко є стійким. Внаслідок турбулентності повітряних потоків напрям вітру підлягає значним змінам. Ось чому виділяють постійний і змінний вітер завдяки ступеню його мінливості за напрямом.

Мінливий вітер такий, який змінює напрям протягом 2 хвилин. Поривчастий вітер змінює протягом 2 хвилин швидкість на 4 м/с і більше. При короткочасному посиленні вітру до 20 м/с і більше зі значною зміною напрямку вітер переходить у шквал.

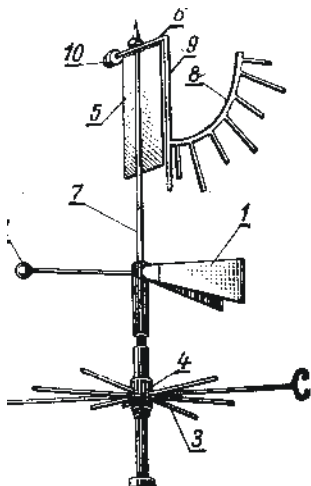
Всі прилади для вимірювання характеристик вітрового режиму можна розділити умовно на три групи:

- до першої належать прилади для вимірювання миттєвої і середньої швидкостей вітру (анемометр індукційний, анемометр чашковий і анемометр крильчастий);

- до другої належать прилади, що визначають швидкість і напрямок вітру, але при обов'язковій участі спостерігача (флюгер Вільда, вітромір Третьякова);

- до третьої відносять прилади для вимірювання напрямку і швидкості вітру в дистанційному режимі (анеморумбометри і анеморумбографи).

Принципова схема вимірювання швидкостей вітру ручним чашковим (від 1 до 20 м/с) і крильчастим (від 0.3 до 5 м/с) анемометрами однакова (Рис.8.4).. Приймальною частиною чашкового анемометра є хрестовина з чотирма порожнистими півкулями (1), оберненими випуклими поверхнями в одну сторону, а в крильчастого – вітрове колесо з вісьмома крильцями. Вони захищені від механічного пошкодження металічними дугами і кільцями (3). Через черв'ячну передачу (2) і систему шестерень їх оберти передаються на три стрілки облікового механізму (5). За малими стрілками зчитуються сотні і тисячі обертів, а за великою – десятки і одиниці. Для увімкнення і вимкнення облікового механізму служить аретир (6). При вимірюванні швидкості вітру анемометр чашковий встановлюють вертикально на дерев'яній жердині висотою два метри (8) або, як і крильчастий, тримають в руці. Необхідно, щоб циферблат був повернутий перпендикулярно до напрямку вітру, а спостерігач при цьому стояв до нього обличчям. Крильчастий анемометр необхідно встановити за потоком вітру і щоб лічильник був позаду крильчастого колеса.



Мал. 8.2. Флюгер Вільде..

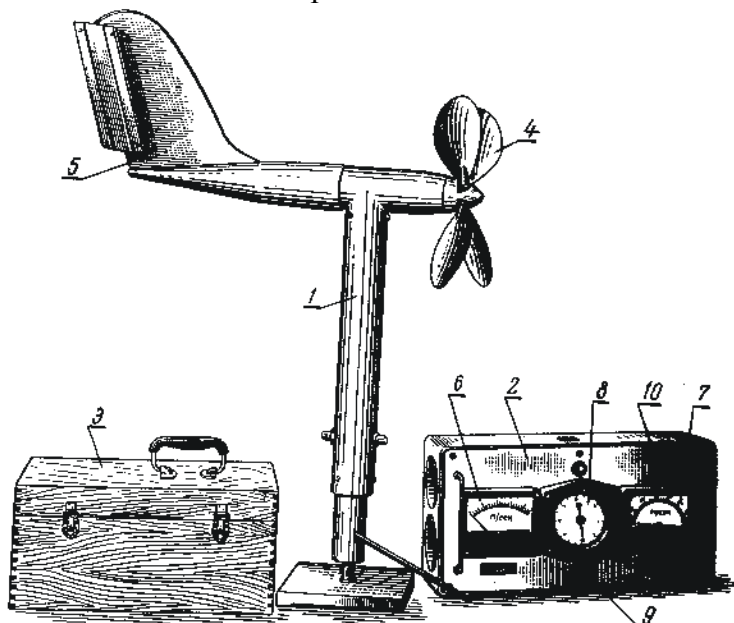
спостережень за напрямком і швидкістю вітру, який застосовується на метеорологічних станціях (Рис. 8.2). Він складається з чотирьох частин: флюгарки (1), рози вітрів (3), вказівника швидкості вітрів (8) і стержня (7).

Перед початком спостережень, вимкнувши лічильник за допомогою аретира (6), записують покази приладу. Потім після 1 – 2 -ох хвилин, коли швидкість обертання хрестовини чи крильчатки врегулюється, вимикають лічильник на 5–10 хвилин. Після вимкнення лічильника відліки записують знову. Різницю у відліках ділять на час спостережень і вираховують оберти за секунду. Потім, за індивідуальним до кожного анемометра заводським свідоцтвом встановлюють за допомогою графіка швидкість у м/с.

Індукційний чашковий анемометр вимірює швидкість вітру аналогічно, лише з тією різницею, що спостерігач слідкує за відхиленням стрілки від нульового положення, і за середнім його відхиленням також може вивести за час спостережень середню або миттєву швидкість.

Напрямок вітру визначається за положенням флюгарки (1). Під впливом вітру флюгарка встановлюється за його напрямком, причому противага буде направлена в ту сторону, звідки дме вітер. Напрямок безпосередньо визначається за розою вітрів, яка складається з муфти (4) з вісьмома штифтами, на одному з яких закріплена металічна буква N (або Пн). Цей штифт повинен бути направлений строго на північ.

Швидкість вітру вимірюють флюгером за допомогою металічної дошки (5), підвішеної на металічній рамі і відраховують за штифтами на металічній дузі (8). При вазі дошки у 200 г за флюгером можна виміряти швидкість вітру від 1 до 20 м/с, а при вазі дошки 800 г діапазон зростає від 1 до 40 м/с. Нульове положення штифта відповідає вертикальному положенню дошки. Флюгер встановлюють строго вертикально на дерев'яному стовпі на висоті 10-12 м від поверхні землі.



Мал. 8.3. Анеморумбометр.

Пластина повернена ввігнутою стороною в сторону вітру, в нижній частині має вказівник у вигляді стержня. Вітромір встановлюють вертикально на спеціальній підставці необхідної висоти. Точність виміру швидкості вітру вітроміром 0,5 м/с в інтервалі від 1 до 6 м/с при швидкості вітру більше 6 м/с. Найбільш сучасними приладами є анеморумбометри (Рис. 8.3) і анеморумбографи, що мають здатність перетворювати вимірювані характеристики вітру (напрямок за допомогою флюгарки-5, швидкість вітру за допомогою млинка (4) в електричні величини, які по кабелю передаються в відповідні вузли вимірювального пульта. Вони входять у комплект дистанційної метеостанції, особливо анеморумбограф, який має здатність фіксувати одержані результати, Точність вимірювань напрямку складає $\pm 10^\circ$, по швидкості приблизно 0,5 м/с.

Контрольні питання.

1. Які основні характеристики вітру?
2. Як розрізняють прилади для вимірювання характеристик вітру?
3. Який порядок спостережень за допомогою анемометра?
4. Яку швидкість вітру визначають за допомогою ручного анемометра чашкового – середню чи миттєву?
5. Яка будова флюгера Вільда?
6. Розкажіть про послідовність спостережень за допомогою флюгера?
7. Який принцип роботи анеморумбометра і анеморумбографа?

Завдання 1. Вимірювання швидкості і напрямку вітру за допомогою флюгера Вільда.

Порядок виконання завдання:

1. Ознайомитися з будовою і призначенням частин приладу.

2. Накреслити схему флюгера.
3. Виконати серію спостережень за флюгером (з легкою і важкою дошкою), використовуючи таку методику спостережень:

а) підійти до основи стовпа, на якому встановлений прилад, стати під флюгаркою і протягом 2^х хвилин, спостерігаючи за коливаннями флюгарки, визначити її середнє положення по відношенню до вказівника сторін горизонту (напрямок);

б) стати перпендикулярно до напрямку вітру (так, щоб лінія зору збігалася з площиною відхилення дошки вказівника швидкості) і, спостерігаючи за покачуванням дошки протягом 3^х хвилин, визначити її середнє положення по відношенню до штифта.

Результати спостережень записати в таблицю 20.

Таблиця 1.

| Дата | | Час спостережень | |
|-----------------|-------------------------------|------------------|-----------------|
| Вид флюгера | Напрямок вітру (по 16 румбах) | Номер штифта | Швидкість в м/с |
| З легкою дошкою | | | |
| З важкою дошкою | | | |

Завдання 2. Вимірювання швидкості вітру анемометром.

Порядок виконання завдання:

1. Ознайомитись з будовою і роботою чашкового і крильчастого анемометрів.
2. Накреслити схему анемометрів.
3. Виконати 2-3 спостереження за анемометром на різних висотах:
 - а) встановити анемометр на жердині (хрестовина з півкулями повинна знаходитись на висоті 1,5 м);
 - б) знати початковий відлік (на трьох циферблатах);
 - в) увімкнути прилад, обліковий механізм і секундомір на 5 хв.;
 - г) вимкнути прилад і секундомір і відрахувати кінцевий відлік;
 - д) аналогічно виконати другу і третю серію спостережень.
4. Результати вимірювань записати в таблицю 2.

Таблиця 2

| Дата | | Місце спостережень. | | | | |
|--------------------|---------------------|---------------------|----------|------------------|---------------------------|-----------------------|
| Номер спостережень | Висота спостережень | Відлік | | Різниця відліків | Кількість поділок за 1 с. | Швидкість вітру, м/с. |
| | | початковий | кінцевий | | | |
| | | | | | | |

Завдання 3. Вимірювання характеристик вітру у м. Львові (анемометричне знімання).

Порядок виконання завдання:

На конкретних ділянках міста (план міста) вибрати пункти і маршрути знімання.

1. Вибрати контрольну точку на відкритому рівному місці.
2. Увімкнення і вимкнення приладів на всіх пунктах повинні бути синхронними.
3. У кожній точці спостереження виконувати 2-3 рази (кожний раз на 10 хвилин) на висоті 1 і 2 м.
4. Під час роботи лічильника визначити напрям вітру за допомогою вітроміра Третьякова або за вимпелом (вузька смужка з білої тканини, довжина якої 70 см, закріплена на 2-метровій жердині).
5. Результати знімання записати в таблицю 3.

Таблиця 3

| Дата | | Час спостережень. | |
|------------------|-----------------|-------------------|----------------|
| Форма рельєфу | Швидкість вітру | | |
| | | до 2 м/с | від 2 до 5 м/с |
| Вершина горба | | | |
| Навітрений схил: | | | |
| верхня частина | | | |
| середня частина | | | |

| | | |
|-------------------|--|--|
| нижня частина | | |
| Підвітряний схил: | | |
| верхня частина | | |
| середина частина | | |
| нижня частина | | |

Цифри в таблиці показують відношення швидкості вітру в різних пунктах відносно контрольної точки.

Завдання 5. За даними опрацювання метеорологічних щомісячників побудувати розу вітрів для вказаного пункту.

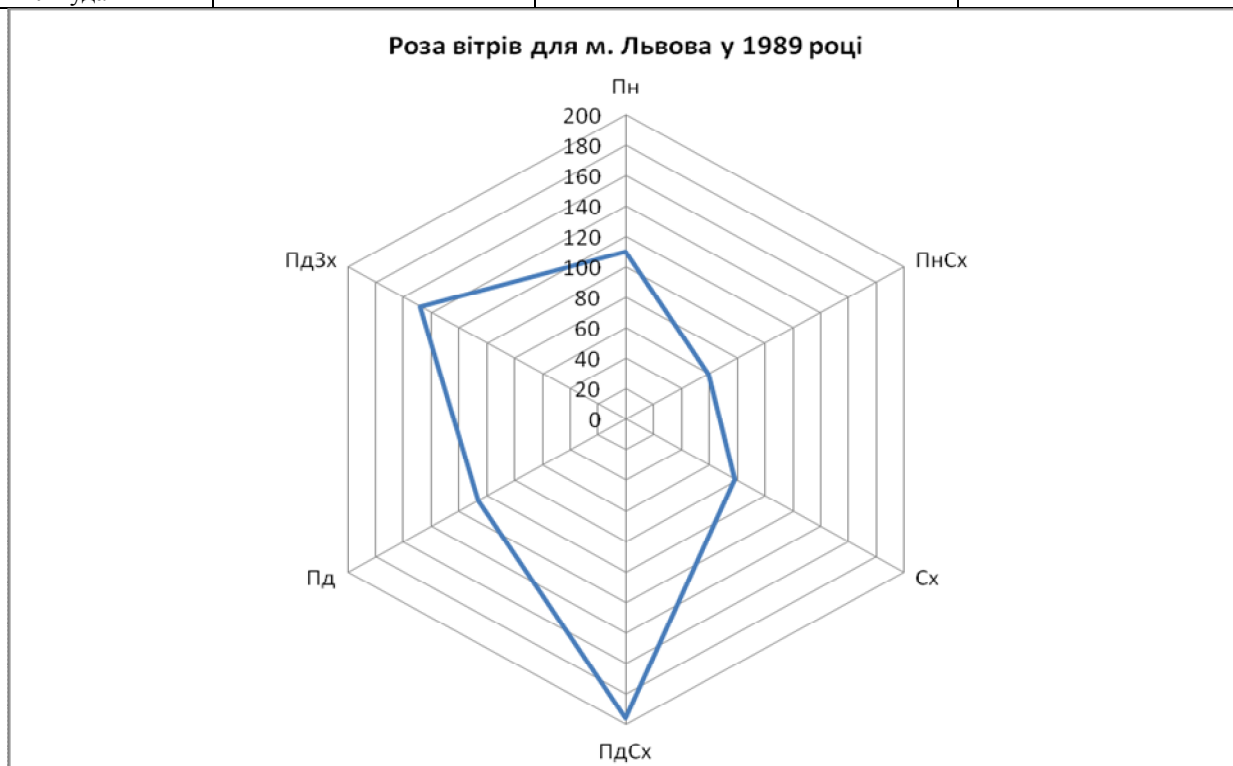
| Місяць | Пн | | ПнСх | | Сх | | ПдСх | | Пд | | ПдЗх | | Зх | | ПнЗх | |
|-------------|----|---|------|---|----|---|------|---|----|---|------|---|----|---|------|---|
| | п* | ш | п* | ш | п* | ш | п* | ш | п* | ш | п* | ш | п* | ш | п* | ш |
| Січень | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Грудень | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Середні | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Максимальні | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Мінімальні | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Амплітуда | | | | | | | | | | | | | | | | |

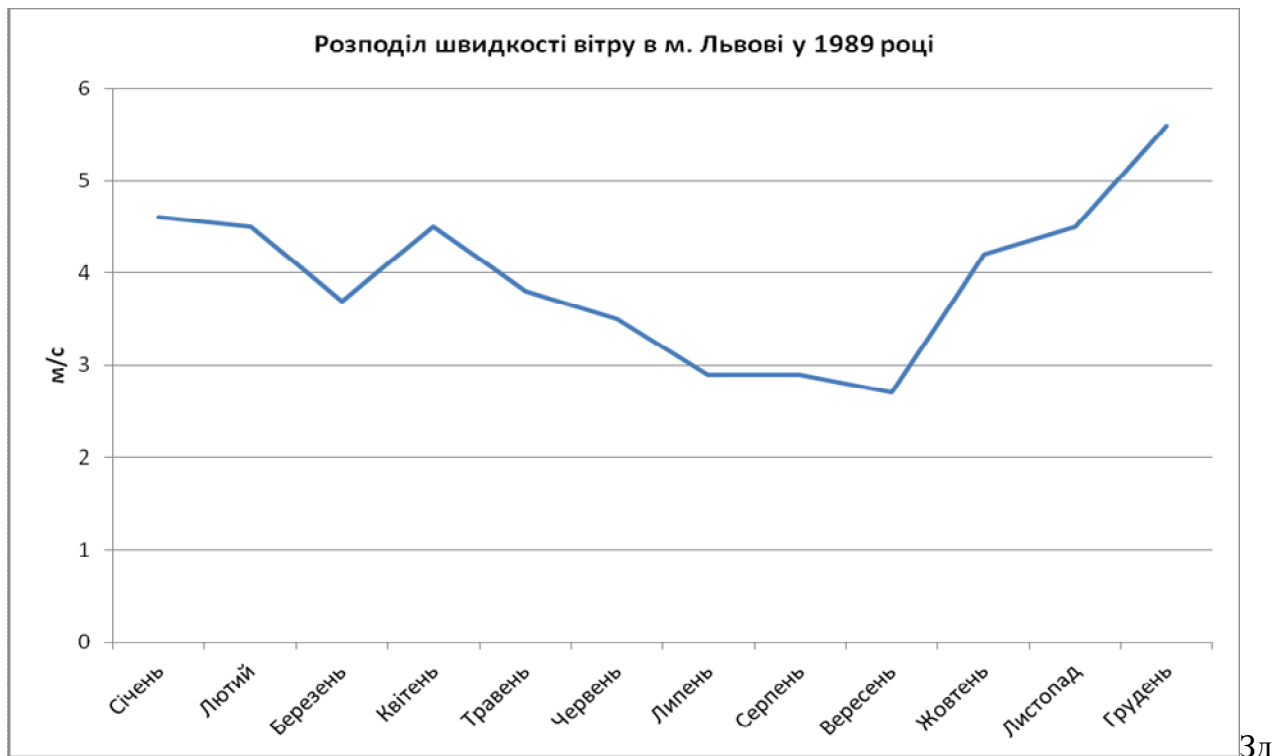
* - для повторностей визначається сума випадків за рік

Для цього необхідно по всіх румбів відкласти суми повторюваностей вітрів відповідно вибравши масштаб (в 1 см-10 випадків). Зробити аналіз розподілу вітрів за порами року на основі графіків “роз вітрів” за порами року.

Завдання 6. Побудувати графік розподілу середніх швидкостей вітру протягом року відклавши по вісі абсцис місяці, а вісі ординат швидкості вітру.

| Місяць | Середня швидкість | Максимальна швидкість | Дата |
|-------------|-------------------|-----------------------|------|
| | в м/с | | |
| Січень | | | |
| Грудень | | | |
| Середня | | | |
| Максимальна | | | |
| Мінімальна | | | |
| Амплітуда | | | |





Зд
 ійснити аналіз за таким планом:

- 6.1. Визначити середньорічну швидкість вітру;
- 6.2. Визначити амплітуду змін швидкості вітру протягом року;
- 6.3. Здійснити аналіз розподілу максимальних швидкостей вітру для пункту протягом року;
- 6.4. Пояснити, причини присутності в регіоні вітрів відповідних напрямів згідно графіку.
- 6.5. Здійснити оцінку вітрового режиму пункту для формування погоди і напрямків господарської діяльності.

Список літератури.

1. Алисов Б.П., Полтараус Б.В. Климатология. – М. 1974.
2. Афиногенов Л.П., Грумин С.И., Романов Е.В. Аппаратура для исследования приземного слоя атмосферы. –Л., 1977.
3. Аверкиев М.С. и др. Метеорологический практикум.– М., 1970.
4. Волошина А.П. и др. Руководство к лабораторным занятиям по метеорологии и климатологии. //Под.ред. С.П. Хромова. – М., 1974.
5. Городецкий О.А. и др. Метеорологические приборы и технические средства наблюдений. – Л., 1991.
6. Евневич Т.В. и др. Метеорологический практикум. – М., 1981.
7. Колесник П.И. Метеорология: Практикум. – Киев, 1986.
8. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. ч. 1, 11, 111. – Л. 1965.
9. Стернзат М.С. Метеорологические приборы и измерения. Л., 1978.
- 10.Хромов С.П. Метеорология и климатология. Л., 1983.