

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кафедра агрохімії, ґрунтознавства та землеробства

Методичні рекомендації
для практичних робіт та самостійної роботи
з дисципліни
«МЕТЕОРОЛОГІЯ»
зі студентами напряму підготовки 101 Екологія
за освітнім рівнем бакалавр

Харків, 2018

УДК 551.5

Методичні рекомендації для практичних робіт та самостійної роботи з дисципліни «Метеорологія» зі студентами напряму підготовки 101 Екологія за освітнім рівнем бакалавр / укл.: Коляда О. В., Корчашкіна Л. А. – Харків: ЛНАУ, 2018. – 37с.

Мета практичних робіт полягає у закріпленні теоретичних знань, і придбанні навичок самостійної науково-дослідницької роботи. Перед кожним заняттям студенти повинні опрацювати теоретичний матеріал і засвоїти порядок виконання даної роботи. Вивчення навколишнього природного середовища неможливе без знання основних метеорологічних величин та їх характеристик. Саме такі параметри зовнішнього середовища як температурний режим, кількість атмосферних опадів, режим сонячної радіації та інші метеорологічні елементи відграють важливу роль у розвитку екологічних процесів та явищ.

Укладачі:

Коляда Ольга Василівна, к. с.-г. н., старший викладач кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства,

Корчашкіна Любов Анатоліївна, к.б.н., доцент, в.о. завідувача кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства

Рецензент:

Солошенко Василь Іванович, доцент кафедри селекції, рослинництва та захисту рослин, к. с.-г. н.

Розглянуто і затверджено на засіданні кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства, протокол № 3 від 31 жовтня 2018 р.

Розглянуто і затверджено на засіданні Методичної комісії агрономічного факультету, протокол № 3 від 01 листопада 2018 р.

Розглянуто і затверджено на засіданні Вченої ради агрономічного факультету, протокол № 4 від 01 листопада 2018 р.

Призначено для студентів напряму підготовки 101 «Екологія».

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
Практична робота 1. Призначення метеорологічного майданчику: розміщення приладів та обладнання	5
Практична робота № 2. Визначення вологості повітря.....	8
Практична робота № 3. Спостереження за хмарами.....	13
Практична робота № 4. Вимірювання сонячної радіації	18
Практична робота № 5. Вимірювання швидкості та напрямку вітру.....	23
Практична робота № 6. Вимірювання температури повітря. Побудова гістограми річного ходу температури повітря	28
Практична робота № 7. Несприятливі метеорологічні явища... ..	31
Питання для самостійної роботи.....	36
Список використаних джерел	37

ВСТУП

Метою викладання навчальної дисципліни «Метеорологія» є ознайомлення студентів з основними закономірностями формування фізичних процесів в атмосфері, дослідження чинників, що впливають на формування кліматичних умов, погоди та атмосферних явищ, а також вивчення методів та засобів вимірювання основних метеорологічних величин.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Метеорологія» є формування у студентів знань щодо складу та будови атмосфери, закономірностей утворення та характеристик метеорологічних явищ, набуття навиків вимірювання та розрахунку основних метеорологічних величин.

Навчальна дисципліна спрямована на формування програмних компетентностей:

- розуміння основних властивостей атмосфери Землі;
- володіння методикою проведення метеорологічних спостережень;
- володіння теоретичними основами закономірностей формування та розвитку метеорологічних явищ;
- вміння вимірювати основні метеорологічні величини (температура та вологість повітря, швидкість та напрям вітру, атмосферний тиск);
- розуміння основних атмосферних процесів, що зумовлюють зміну погоди;
- знання закономірностей утворення несприятливих метеорологічних явищ та заходів боротьби з ними;
- володіння загальними засадами формування клімату.

Перед кожним заняттям студенти повинні опрацювати теоретичний матеріал і засвоїти порядок виконання даної роботи.

Методичні рекомендації для практичних занять розроблені відповідно до Робочої програми дисципліни.

За кожною з тем, включених до курсу навчальної дисципліни, проводиться практичне заняття з метою закріплення студентом теоретичних знань, одержаних на лекційних заняттях чи в результаті самостійного вивчення необхідного матеріалу, а також в ході виконання науково-дослідної роботи, і одержання практичних навиків.

Оцінювання знань студентів здійснюється відповідно до Положення про оцінювання знань і вмінь студентів Луганського Національного аграрного університету.

Практична робота 1. Призначення метеорологічного майданчику: розміщення приладів та обладнання

Мета: ознайомитись з вимогами до розташування метеорологічного майданчика, його призначенням та обладнанням, а також дослідити щільність мережі метеостанцій по території України.

Завдання: засвоїти основні вимоги до розташування метеорологічного майданчика; познайомитись з роботою метеорологічної станції та написати короткий звіт щодо особливостей її функціонування.

Земельну ділянку для метеорологічної станції зазвичай вибирає її представник. При цьому слід враховувати різні чинники: розмір ділянки, наявність комунікацій, ступінь господарської освоєності, її перспективи та ін.

Розташування метеорологічної площадки має бути типовим для навколишньої місцевості. Це забезпечується її розташуванням на характерних формах рельєфу. Крім того, площадка повинна знаходитись на значній відстані від:

- окремих невисоких будівель і споруд, груп дерев та ін.. (на відстані не менш ніж 10 висот перепоны);
- значних суцільних перепон, наприклад лісів, міських вулиць (на відстані не менш ніж 20 середніх висот перепон);
- балок, улоговин тощо (не менш декількох десятків метрів);
- від берегової лінії при максимальному рівні води в річці, озері, морі (не менше 100 м).

За станцією обов'язково закріплюється земельна ділянка розміром не менше 1 га (зазвичай 100 Ч 100 м), у центрі якої обладнують метеорологічну площадку. Метеорологічна площадка повинна мати форму квадрата розміром 26×26 м, одна із сторін якого орієнтована з півночі на південь. Прилади та устаткування на ній розташовують певним чином, приклад представлено на рис. 1.1.

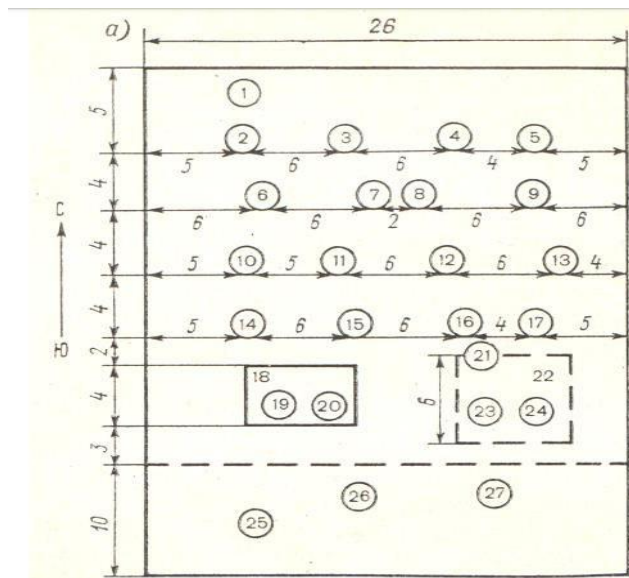


Рис. 1.1. – План–схем метеомайданчика (розміри і відстань у метрах)

1.) геодезичний репер станції;

- 2) флюгер з легкою дошкою;
- 3) датчик анеморумбометра (анеморумбографа);
- 4) флюгер з важкою дошкою;
- 5) будка психрометрична;
- 7) снігомірна рейка;
- 8) будка психрометрична запасна;
- 9) будка для самописців;
- 10) прилад для вимірювання метеорологічної дальності видимості (МДВ, наприклад, установка М-53);
- 11) опадомір;
- 12) плевіограф;
- 13) запасний стовп опадоміра (для встановлення при сніжному покриві);
- 14) снігомірна рейка;
- 15) геліограф;
- 16) лідоскоп;
- 17) росограф;
- 18) ділянка без рослинності для встановлення на поверхні ґрунту
- 19) і в ґрунті (Савіновських колінчастих);
- 20) термометрів;
- 21) снігомірна рейка;
- 22) ділянка з природним рослинним покривом для встановлення ґрунтовоглибинних термометрів (23) і мерзлотоміра (24);
- 25) установка для вимірювання вертикальних градієнтів температури і вологості повітря;
- 25) установка для вимірювання мінливості швидкості вітру з висотою;
- 27) актинометрична установка.

На метеорологічній площадці дозволяється ходити тільки по доріжках для того, щоб не порушувати природного стану поверхні. На тих станціях, де прокладання доріжок може викликати небажаний ефект, можна користуватися стежками. Доріжки повинні бути з утрамбованого ґрунту, щебеню, гравію, цегляної крихти тощо. Слід, щоб у поперечному розрізі вони мали випуклу форму. Асфальтувати чи бетонувати доріжки не рекомендується.

Метеорологічна площадка має бути огороженою. Висота огорожі – 1,2...1,5 м. Метеорологічна площадка повинна бути електрифікованою. При будь-якій напрузі струму, що подається на площадку, безпосередньо до приладів подається струм з напругою не більше 36 В.

Майже всі пристрої на метеорологічній площадці слід пофарбувати в білий колір. Тільки щогли та огорожа можуть бути пофарбовані в будь-який інший колір.

Висота трави на площадці не повинна перевищувати 20 см. Тому її необхідно періодично косити, збирати і просушувати в іншому місці.

На території площадки не можна порушувати природний стан снігового покриву (навіть доріжки розчищати не слід). На станції необхідно систематично контролювати технічний стан діючих метеорологічних приладів і устаткування та правильність їх експлуатації.

Визначення щільності мережі метеостанцій по території України і пояснення закономірностей розміщення.

Таблиця 1.1.

Таблиця щільності мережі метеостанцій по території України

Область	Кількість станцій	Густота (на 1 км²)
Харківська	9	0,29
Луганська	6	0,23
Донецька	6	0,23
Сумська	5	0,21
Полтавська	6	0,21
Дніпропетровська	10	0,31
Запорізька	7	0,26
Херсонська	6	0,22
Чернігівська	8	0,25
Київська	11	0,39
Кіровоградська	8	0,32
Черкаська	7	0,33
Вінницька	5	0,19
Миколаївська	5	0,20
Одеська	10	0,30
Житомирська	6	0,20
Хмельницька	5	0,24
Чернівецька	2	0,25
Рівненська	3	0,15
Тернопільська	5	0,36
Ів.-Франківська	5	0,35
Закарпатська	9	0,70
Львівська	10	0,46
Волинська	6	0,30
АР Крим	21	0,80

Як видно з табл. 1.1. найбільшу кількість метеорологічних станцій на км² площі мають такі області: АР Крим (0,80); Закарпатська (0,70) та Львівська (0,46). Найменшу: Рівненська (0,15); Вінницька (0,19); Житомирська та Миколаївська (0,20).

У розміщенні метеорологічних служб України простежуються певні закономірності – найбільше станцій мають області, які розташовані в гірських районах (Крим та Карпати). Це тому, що Карпати відіграють певну роль для Закарпатської області. Гори затримують з північного сходу холодні повітряні маси. І тому, клімат цієї території порівняно м'якший з кліматом сусідніх територій. Також гірські райони зазвичай мають найбільшу кількість опадів, для цих районів характерні перепади висот.

Найбільша щільність мережі метеорологічних станцій припадає на АР Крим, це пов'язано з приморським розташуванням (взаємодія атмосфери, моря і суші). З найменшими показниками опинились такі області: Рівненська, Вінницька, Житомирська та Миколаївська. Це тому, що ці області залягають на

рівнинній території, мають невелику протяжність із сходу на захід, області не приморські, поблизу немає значних водосховищ, які могли б впливати на клімат ділянки.

Питання для самоконтролю:

1. Назвіть основні вимоги до розташування метеорологічної площадки.
2. Охарактеризуйте загальні особливості облаштування та функціонування метеорологічної площадки.
3. Які прилади повинні бути на метеомайданчику?
4. Охарактеризуйте щільність мережі метеостанцій по території України і поясніть закономірності їх розміщення.

Практична робота № 2. Визначення вологості повітря

Мета: засвоїти теоретичні знання про санітарно-гігієнічне значення вологості.

Завдання: оволодіти навичками визначення вологості повітря.

Вологість повітря – вміст в повітрі водяних парів, пружність яких можна виміряти висотою ртутного стовпчика в мм (мм рт.ст.). Для різних температур повітря існують відповідні рівні насиченості його водяними парами. Коли цей рівень перевищений, волога виділяється у вигляді туману, роси, інею.

Абсолютна вологість – це кількість води (г), що міститься в 1 м³ повітря при даній температурі. Для розрахунків користуються також парціальним тиском – пружністю водяної пари, яку вимірюють у мм рт. ст. Абсолютна вологість повітря корелює з пружністю водяної пари, що в ній міститься, при тій же температурі. Пружність водяної пари не може збільшуватися безмежно за рахунок надходження води ззовні й має визначене максимальне значення.

Максимальна вологість – це необхідна кількість водяних парів для повного насичення 1 м³ повітря. З підвищенням температури зростає і максимальна вологість.

Відносна вологість – відсоткове співвідношення абсолютної та максимальної вологості, або інакше – відсоток насичення водяною паром повітря в момент спостереження.

Найважливіше знати відносну вологість: вона дає уявлення про насичення повітря водяними парами та вказує на його здатність прийняти їх додаткову кількість при випаровуванні з поверхні тіла. Наприклад, чим нижча відносна вологість повітря, тим менше повітря насичене водяними парами.

Вологість впливає на процеси тепловіддачі. Підвищена вологість повітря при високій температурі викликає перегрівання організму, оскільки утруднена тепловіддача (випаровування поту), особливо при м'язовій роботі.

Низька вологість повітря при високій температурі сприяє хорошій тепловіддачі та дозволяє легше переносити жару (сухе повітря забезпечує швидке випаровування поту).

Підвищена вологість при низьких температурах сприяє охолодженню тіла, оскільки посилена тепловіддача. Тривале перебування в умовах високої

вологості повітря при температурі нижче 10-150 °С може викликати переохолодження. Це пов'язано з тим, що підвищується теплопровідність повітря, бо водяні пари мають вищу теплоємність, ніж повітря. Підвищується теплопровідність і тканин одягу, тому тепло швидко покидає простір під одягом.

Норма відносної вологості для приміщень – 30-60%. При температурі 15-200 С – 40-60%, а при м'язовій діяльності – 30-40%.

Вологість повітря характеризується ще такими показниками:

- дефіцит насичення – різниця між максимальною і абсолютною вологістю;

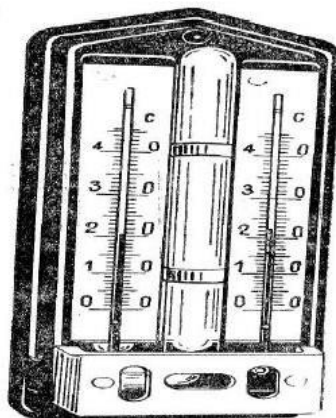
- фізіологічний дефіцит вологості – різниця між максимальною вологістю при 370 С (температура тіла) і абсолютною вологістю в момент спостереження (цей показник вказує, скільки грамів води може витягнути з організму кожен кубічний метр повітря, яке надходить у легені);

- точка роси – температура, при якій водяні пари, що знаходяться в повітрі, насичують простір. При такій температурі вода переходить у краплинорідкий стан, тобто осаджується роса.

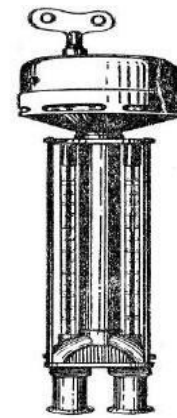
Для житлових приміщень гігієнічною нормою відносної вологості є 30-60%. У спортивних приміщеннях відносна вологість у холодний період року має бути 40-45%, а в теплий – 50-55%.

Вологість повітря визначають **психрометрами і гігрометрами**. За допомогою гігрографів записуються коливання вологості.

Психрометри поділяються на **станційні** (психрометр Августа) та **аспіраційні** (психрометр Ассмана), які зображені на рис. 2.1.



Станційний психрометр



Аспіраційний психрометр

Рис. 2.1. – Загальний вигляд психрометрів

Психрометр Августа складається з двох однакових термометрів, зафіксованих паралельно один до одного на відстані 5 см на спеціальному штативі або у відкритому футлярі. Резервуар одного з термометрів обгорнутий тонкою тканиною (батист, марля), кінець якої опущений у посудину з дистильованою водою. Завдяки випаровуванню з поверхні резервуара вологого термометра спирт у ньому охолоджується і температура знижується. Із зниженням температури виникає різниця між показами сухого і вологого термометрів, що й дає змогу знайти кількість водяної пари у повітрі (абсолютну вологість).

Абсолютну вологість повітря обчислюють за формулою $A = B - a(t - t_1)H$,

де A – абсолютна вологість, мм рт. ст.; B – максимальний тиск (мм рт. ст.) водяної пари у повітрі при температурі вологого термометра (значення беруть із табл. 2.1),

a – психрометричний коефіцієнт, який дорівнює 0,00128 при визначенні вологості в нерухомому кімнатному повітрі і 0,0010 – у приміщенні з невеликим рухом повітря, 0,0009 – у зовнішній атмосфері в безвітряну погоду та 0,00079 – за наявності невеликого вітру;

t – температура сухого термометра, °С;

t_1 – температура вологого термометра, °С;

H – атмосферний тиск, мм рт. ст.

Аспіраційний психрометр Ассмана також складається з сухого й вологого термометрів. Обидва термометри поміщено в металеву оправу, а їх резервуари захищені подвійними металевими гільзами від впливу променистої радіації (відбивають теплові промені). У верхній частині приладу знаходиться аспіраційний вентилятор, що забезпечує постійну швидкість повітря, яке оточує з усіх боків резервуари термометрів. При встановленні вологості повітря після фіксації приладу в місці визначення вологості резервуар вологого термометра змочують дистильованою водою, потім спеціальним ключем заводять аспіраційний вентилятор і відлік температури здійснюють через 5 хв. спостереження влітку і 15 хв. взимку.

Абсолютну вологість повітря знаходять за формулою:

$$A = B - 0,5(t - t_1) \times (H/755);$$

де A – шукана абсолютна вологість, мм рт. ст.; B – максимальна вологість (мм рт. ст.) при температурі вологого термометра (дані табл. 1); t – температура сухого термометра, °С; t_1 – температура вологого термометра, °С; H – атмосферний тиск, мм рт. ст.

Відносну вологість повітря обчислюють за формулою $C = (A/F) \times 100\%$

де C – шукана відносна вологість, %;

A – абсолютна вологість повітря, мм рт. ст.;

F – максимальна вологість (мм рт. ст.) при температурі сухого термометра (дані з табл. 1).

Точку роси для встановленої абсолютної вологості повітря визначаємо за результатами табл. 2, де знаходимо температуру, при якій даний тиск водяної пари відповідає її максимальній пружності. Наприклад, при абсолютній вологості повітря 10,5 мм рт. ст. точка роси становить 12° С.

Допустима мінімальна температура на внутрішній поверхні стіни для запобігання конденсації вологи в приміщенні з вологістю повітря 60% і температурою 18° С не може бути нижчою 12° С, оскільки при цій температурі починається конденсація.

З метою вивчення змін вологості повітря застосовують **гігрографи** (рис. 2.2.). Гігрограф побудований за зразком термографа й відрізняється від нього реєструючою частиною, яка являє собою пучок знежиреного волосся, яке захищене від зовнішніх впливів металевою сіткою. При вологому повітрі волосини здовжуються, при сухому – вкорочуються. Зміна довжини волосин передається за допомогою важелів до самописного пера, яке накреслює криву

ходу відносної вологості на стрічці барабана з годинниковим механізмом, що обертається. Покази гігрографа необхідно звіряти з даними аспіраційного психрометра.

Відносну вологість вимірюють гігрометром (рис. 2.3.). Добре очищена і знежирена світла волосина одним кінцем прикріплена до рамки штатива, а другим – перекинута через блок і трішечки натягується невеликим вантажем. До блока прилаштовано стрілку, яка залежно від зміни довжини волосини переміщується вздовж «шкали», градуйованої у відсотках відносної вологості.

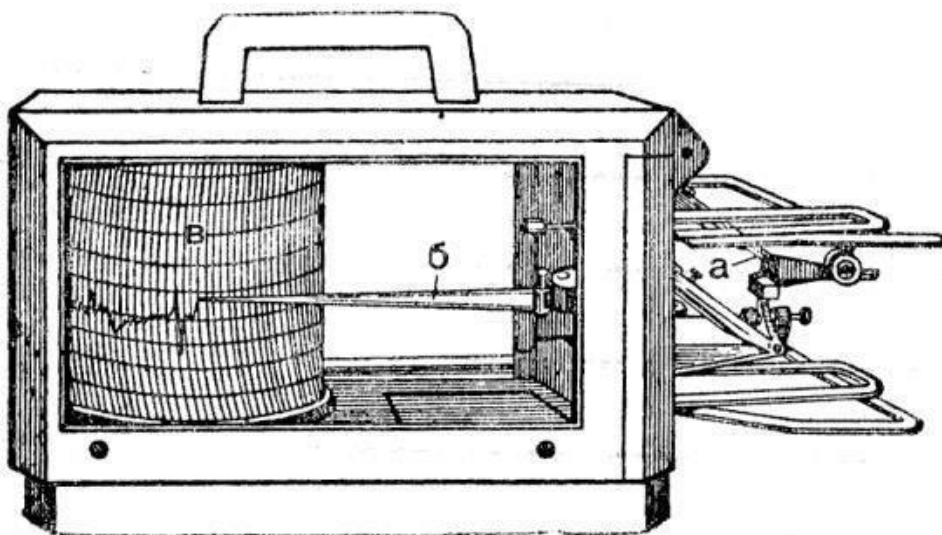


Рис. 2.2. – Гігрограф

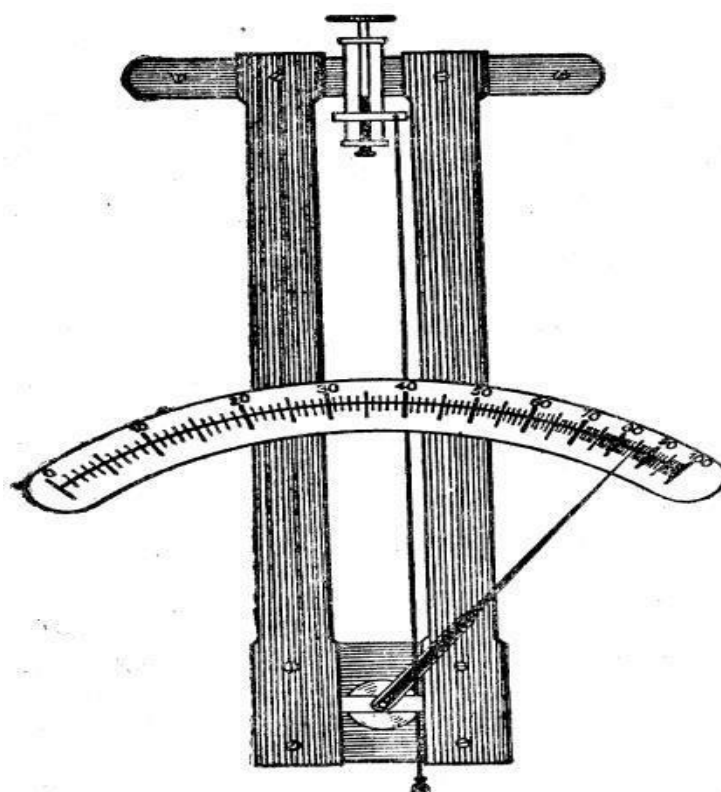


Рис. 2.3. – Гігрометр

Плівковий гігрометр являє собою металевий каркас зі шкалою і стрілкою. Стрілка з'єднана з натягнутою на металеве кільце біологічною плівкою, розширення або скорочення якої передається стрілці, що пересувається вздовж шкали.

У житлових, побутових, лікарняних та інших приміщеннях нормальна відносна вологість повинна становити 30...60%. При фізичній роботі й температурі повітря вище 20° С або нижче 15° С відносна вологість повітря не повинна перевищувати 30...40%. При температурі понад 25° С відносну вологість бажано знижувати до 20...25%.

Таблиця 2.1.

Максимальна пружність водяної пари (мм рт. ст.) при різних температурах (°С)

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

31	33,70	33,89	34,08	34,28	34,47	34,67	34,86	35,06	35,26	35,46
32	35,66	35,86	36,07	36,27	36,48	36,68	36,89	37,10	37,31	37,52
33	37,73	37,94	38,16	38,37	38,58	38,80	39,02	39,24	39,46	39,68
34	39,90	40,12	40,34	40,57	40,80	41,02	41,25	41,48	41,71	41,9

Питання для самоконтролю:

1. Дайте визначення абсолютній та відносній вологості.
2. Охарактеризуйте прилади для визначення вологості повітря.
3. Що таке точка роси?
4. Опишіть принцип роботи гігрографа та гігрометра.

Практична робота № 3. Спостереження за хмарами

Мета роботи: засвоїти основні теоретичні положення про процеси хмароутворення, їх форми, види та різновиди.

Завдання: вивчити основні форми хмар за допомогою Атласу хмар, а також визначити особливості зовнішнього вигляду хмар, їх розташування.

Хмари є результатом процесів конденсації та сублімації водяної пари в атмосфері. Хмари класифікують за формою та висотою утворення (морфологічна класифікація), агрегатним станом, причинами утворення.

За агрегатним станом хмари поділяються на водні (крапельнорідкі), кристалічні та змішані; за процесами утворення – на купчасті, шаруваті та хвилеподібні. Зовнішній вигляд хмар визначається характером та інтенсивністю процесів хмароутворення, а також залежить від інтенсивності освітленості хмар.

Форми хмар визначають за зовнішнім виглядом відповідно до прийнятої Міжнародної морфології класифікації хмар. Типові форми та види хмар, їх назви та цифри коду для їх кодування наведені в Атласі хмар.

При визначенні форми хмар користуються морфологічною класифікацією, відповідно до якої залежно від зовнішнього вигляду та їх структури виділено 10 основних форм хмар. У кожній з основних форм виділяють два – три види. Основні різновиди хмар відбивають специфічні особливості їх 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 вигляді окремих ізольованих мас або суцільного покриву, їх будова може бути різною, а нижня поверхня рівною, розчленованою або розірваною. Порівняння цих особливостей допомагає впевнено визначити форму, вид і різновид хмар, що спостерігаються.

Залежно від висоти хмари поділяють на три яруси:

- хмари верхнього ярусу – нижня межа вище 6000 м;
- хмари середнього ярусу, їх нижня межа знаходиться між 2000–6000 м;
- хмари нижнього ярусу, що розташовані нижче 2000 м.

До хмар нижнього ярусу відносять хмари вертикального розвитку, основа яких знаходиться у нижньому ярусі (С_ц, С_б). Зазначені межі висот за ярусами 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 залежно від характеру процесу утворення і місцевих умов. Під час визначення форм хмар, їх видів і різновидів необхідно керуватися «Атласом хмар», ураховуючи не тільки зовнішній вигляд хмари і додаткові ознаки, що характеризують її форму, висоту і будову.

Важливими ознаками, що допомагають визначити відповідність хмари до будь-якої форми, виду, різновиду, є:

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

Використовуючи матеріал Атласу хмар, студенти повинні з'ясувати основні форми, види, різновиди, висоту утворення, мікроструктуру хмар, особливості зовнішнього вигляду та розташування на небосхилі.

Результати оформити в таблицю 3.2, для цього використовуючи таблицю 3.3.

Таблиця 3.1

Морфологічна класифікація хмар

Основні форми хмар	Види та різновиди	Висота нижньої межі	Мікро-структура	Особливості розташування, відмінні ознаки
<i>Хмари верхнього ярусу</i>				
Перисті (Ci)	Перисті волокнисті (Ci fib) а) Кігтеподібні (Ci unc) б) Хребтоподібні (Ci vert) в) Переплутані (Ci int)	7-10 км	Кристалічна	Окремі білі волокнисті хмари, дуже тонкі і прозорі, але іноді з більш щільними або пластівчастими утвореннями. Легко відрізняються від хмар середнього ярусу своєю тонкістю прозорістю і чіткою волокнистою будовою
.....				

Таблиця 3.2

Класифікація хмар

Форма	Вид	Різнovid
<i>Хмари верхнього ярусу (вище 6 000 м)</i>		
1. Перисті <i>Cirrus (C)</i>	1.1 перисті волокнисті <i>Cirrus fibratus (Ci fib)</i>	1.1.1 перисті кігтеподібні <i>Cirrus uncinus (Ci unc)</i> 1.1.2 перисті хребтоподібні <i>Cirrus vertebratus (Ci vert)</i> 1.1.3 перисті переплутані <i>Cirrus intortus (Ci int)</i>

	1.2 перисті щільні <i>Cirrus spissatus (Cisp)</i>	1.2.1 перисті грозові <i>Cirrus incus-genitus, (Ci ing)</i> 1.2.2 перисті пластівчасті <i>Cirrus floccus (Ci floc)</i>
2. Перисто-купчасті <i>Cirrocumulus (Cc)</i>	2.1 перисто-купчасті хвилясті <i>Cirrocumulus undulates (Cc und)</i>	2.1.1 перисто-купчасті сочевицеподібні <i>Cirrocumulus lenticularis, (Cc lent)</i>
	2.2 перисто-купчасті, купчасто-подібні <i>Cirrocumulus cumuliformis (Cc cuf)</i>	2.2.1 перисто-купчасті пластівчасті <i>Cirrocumulus floccus, (Cc floc)</i>
3. Перисто-шаруваті <i>Cirrostratus (Cs)</i>	3.1 перисто-шаруваті волокнисті <i>Cirrostratus fibratus (Cs fib)</i>	—
	3.2 перисто-шаруваті туманоподібні <i>Cirrostratus nebulosus (Cs neb)</i>	—
4. Висококупчасті <i>Alto cumulus (Ac)</i>	Хмари середнього ярусу 4.1 висококупчасті хвилясті <i>Alto cumulus undulates (Ac und)</i>	4.1.1 висококупчасті просвічувані <i>Alto cumulus translucidus (Ac trans)</i> 4.1.2 висококупчасті непросвічувані <i>Alto cumulus opacus (Ac op)</i> 4.1.3 висококупчасті сочевицеподібні <i>Alto cumulus lenticularis (Ac len.)</i> 4.1.4 висококупчасті неоднорідні <i>Alto cumulus inhomogenus (Ac inh)</i>
	4.2 висококупчасті купчасто-подібні <i>Alto cumulus cumuliformis (Ac cuf)</i>	4.2.1 висококупчасті пластівчасті <i>Alto cumulus floccus, (Ac floc)</i> 4.2.2 висококупчасті баштоподібні <i>Alto cumulus castellanus, (Ac cast)</i> 4.2.3 висококупчасті, утворені з купчастих

		<i>Altocumulus cumulogenitus</i> , (<i>Ac cig</i>) 4.2.4 висококупчасті зі смугами падіння <i>Altocumulus virga</i> , (<i>Ac vir</i>)
5.Високошаруваті <i>Altostratus</i> (<i>As</i>)	5.1 високошаруваті туманоподібні <i>Altostratus nebulosus</i> (<i>As neb</i>)	5.1.1 високошаруваті просвічувані <i>Altostratus translucidus</i> , (<i>As trans</i>) 5.1.2 високошаруваті непросвічувані <i>Altostratus opacus</i> (<i>As op</i>) 5.1.3 високошаруваті, що дають опади <i>Altostratus praecipitans</i> (<i>As pr</i>)
	5.2 високошаруваті хвилясті <i>Altostratus undulatus</i> (<i>As und</i>)	ті самі різновиди, що й у 5.1
Хмари нижнього ярусу (до 2 000 м)		
6. Шарувато-купчасті <i>Stratocumulus</i> (<i>Sc</i>)	6.1 шарувато-купчасті хвилясті <i>Stratocumulus undulatus</i> (<i>Sc und</i>)	6.1.1 шарувато-купчасті просвічувані <i>Stratocumulus translucidus</i> (<i>Sc trans</i>) 6.1.2 шарувато-купчасті непросвічувані <i>Stratocumulus opacus</i> (<i>Sc op</i>) 6.1.3 шарувато-купчасті сочевицеподібні <i>Stratocumulus lenticularis</i> (<i>Sc lent</i>)
	6.2 шарувато-купчасті, купчастоподібні <i>Stratocumulus cumuliformis</i> (<i>Sc cul</i>)	6.2.1 шарувато-купчасті баштоподібні <i>Stratocumulus castellanus</i> (<i>Sc cast</i>) 6.2.1 шарувато-купчасті розпливчасті денні <i>Stratocumulus diurnalis</i> (<i>Sc diurn</i>) 6.2.1 шарувато-купчасті розпливчасті вечірні <i>Stratocumulus vespertalis</i> (<i>Sc vesp</i>)

		6.2.1 шарувато-купчасті вим'яподібні <i>Stratocumulus mammatus (Sc mam)</i>
7. Шаруваті <i>Stratus (St)</i>	7.1 шаруваті туманоподібні <i>Stratus nebulosus (St neb)</i>	–
	7.2 шаруваті хвилясті <i>Stratus undulatus (St und)</i>	–
	7.3 розірвано-шаруваті <i>Stratus fractus (St fr)</i>	7.3.1 розірвано-дощові <i>Fractonimbus (Frnb)</i>
8. Шарувато-дощові <i>Nimbostratus (Ns)</i>	–	–
Хмари вертикального розвитку		
9. Купчасті <i>Cumulus (Cu)</i>	9.1 купчасті пласкі <i>Cumulus humilis (Cu hum)</i>	9.1.1 розірвано-купчасті <i>Cumulus fractus, (Cu fr)</i>
	9.2 купчасті середні <i>Cumulus mediocris (Cu med)</i>	–
	9.3 купчасті потужні <i>Cumulus congestus (Cu cong)</i>	9.3.1 купчасті з покривалом <i>Cu pileus (Cu pil)</i>
10. Купчасто-дощові <i>Cumulonimbus (Cb)</i>	10.1 купчасто-дощові лисі <i>Cumulonimbus calvus (Cb calv)</i>	10.1.1 купчасто-дощові лисі з грозовим валом <i>Cumulonimbus calvus arcus (Cb calv arc)</i>
	10.2 купчасто-дощові волосаті <i>Cumulonimbus capillatus, (Cb cap)</i>	10.2.1 купчасто-дощові волосаті з грозовим валом <i>Cumulonimbus capillatus, arcus (Cb cap arc)</i> 10.2.2 купчасто-дощові з Ковадлом <i>Cumulonimbus incus (Cb inc)</i> 10.2.3 купчасто-дощові пласкі! <i>Cumulonimbus humilis (Cb hum)</i> 10.2.4 купчасто-дощові вим'яподібні <i>Cumulonimbus mammatus (Cb mam)</i>

Контрольні запитання

1. Як називаються основні форми та види хмар верхнього ярусу?
2. Як називаються основні форми та види хмар середнього ярусу?
3. Як називаються форми та види хмар нижнього ярусу?
4. Як називаються основні форми та види хмар вертикального розвитку?

Практична робота № 4. Вимірювання сонячної радіації

Мета: Ознайомитись з основними характеристиками сонячної радіації та приладами для її вимірювання.

Завдання: Засвоїти методику розрахунку основних характеристик сонячної радіації та вивчити будову приладів для її вимірювання.

Світлові ресурси вегетаційного періоду завжди оцінюються за сумами сонячної радіації – прямої та розсіяної. Оцінка дії променистої енергії на рослини виконується за сумами ФАР, тривалістю освітлення та спектральним складом сонячного сйва.

Сонячна радіація – це промениста енергія Сонця, що досягає земної поверхні у вигляді невидимої (ультрафіолетової та інфрачервоної) і видимої радіації.

Частина променистої енергії Сонця, що надходить до земної поверхні від видимого диска Сонця у вигляді паралельних променів, називається прямою сонячною радіацією. Розділяють дві характеристики прямої сонячної радіації:

1) інтенсивність **S** – це пряма сонячна радіація, яка надходить на перпендикулярну, абсолютно чорну поверхню і вимірюється актинометром Янишевського;

2) інсоляція **S'** – величина припливу прямої сонячної радіації на горизонтальну поверхню, яку можна обчислити за такою формулою:

$$S' = S \cdot \sin h_0$$

Для визначення величини інсоляції прямої сонячної радіації на південний або північний схили користуються такими формулами:

$$S'_{\text{пд схилу}} = S \cdot \sin (h_0 + a);$$

$$S'_{\text{пн схилу}} = S \cdot \sin (h_0 - a);$$

де **h₀** – висота Сонця над горизонтом, **a** – крутизна схилу в градусах.

Значення **Sin** визначають за допомогою додатка 1. Частина сонячної радіації, яка після розсіювання в атмосфері надходить на горизонтальну поверхню, називається розсіяною радіацією **D**.

Сумарна радіація Q – це сума прямої **S** і розсіяної **D** радіації, виражена формулою:

$$Q = S + D.$$

Відбита радіація R_k – частина сонячного випромінювання, що відбивається земною поверхнею. Відбиту радіацію **R_k** найчастіше

характеризують безрозмірною величиною – відбивною здатністю або альбедо тієї чи іншої поверхні, на яку падає сонячна радіація.

Альbedo Ak – відношення відбитої радіації до сумарної, яке найчастіше виражається у відсотках (табл.3), а розраховується за формулою:

$$Ak, \% = (Rk : Q) 100.$$

На альbedo впливають колір, вологість ґрунту, наявність рослинного покриву, крутизна та експозиція схилів. З усіх відомих поверхонь максимальне альbedo у свіжого снігу. Альbedo різних природних поверхонь наведено в табл. 3.

Частина сумарної радіації, що поглинається земною поверхнею, називається поглинутою радіацією **Rn**, яка розраховується за формулою:

$$Rn = Q - Rk.$$

Витрати променистої енергії (крім відбитої радіації) відбуваються також за рахунок ефективного випромінювання **Eef**, що є різницею між власним випромінюванням земної поверхні **Eз** і зустрічним випромінюванням атмосфери **Eа** і розраховується за формулою:

$$Eef = Eз - Eа.$$

Таблиця 4.1

Альbedo різних природних поверхонь, % (за М. І. Буденко і В. Л. Гаєвським)

Поверхня	Альbedo	Поверхня	Альbedo
Сніг свіжий сухий	80-95	Посіви жита і пшениці	10-25
Сніг забруднений	40-50	Насадження картоплі	15-25
Лід морський	30-40	Луки	15-25
Ґрунти темні	5-15	Степ сухий	20-30
Ґрунти сухі глинисті	20-35	Ліси хвойні	10-15
Ґрунти сухі піщані	25-45	Ліси листяні	15-20

Різницею між надходженням і витратами радіації називають радіаційним балансом або залишковою радіацією **B**. Рівняння радіаційного балансу має такий вигляд:

$$B = S + D - Rk - Eз + Eа.$$

У процесі фотосинтезу рослини використовують частину сонячної радіації в інтервалі довжин хвиль 0,38–0,71 мкм (мікрометри), яка називається фотосинтетично активною радіацією (ФАР). Для визначення сум ФАР за відповідними сумами прямої і розсіяної радіації використовують формулу Росса і Тоомінга:

$$\Sigma Q_{\text{ФАР}} = 0,43 \Sigma S' + 0,57 \Sigma D$$

$$\Sigma Q_{\text{ФАР}} = 0,52 Q$$

Найінтенсивніше листя рослин поглинають синьо-фіолетові (0,40–0,48 мкм) і оранжево-червоні (0,65–0,69 мкм) промені. У міжнародній системі одиниць СІ енергетична освітленість радіації вимірюється у Вт/м², а для сум радіації використовують Дж/м²с.

Прилади для вимірювання сонячної радіації.

Актинометр Янишевського (рис. 4.1.) призначений для вимірювання інтенсивності прямої сонячної радіації (S). Має провідник (поєднано спаяні стрічки манганіну і константану), складений у вигляді зірочки. Непарні спаї розміщені навколо центру, парні – на периферії. Перші підключені до нижнього боку тонкого зачорненого срібного диска. Кінці провідника виведені і підключаються до гальванометра. Спай установлений у трубку. В широкій частині трубки знаходиться мідне кільце. Якщо трубку спрямувати на сонце, то сріблястий диск освітлюється прямими сонячними променями, а мідне кільце залишається в тіні.

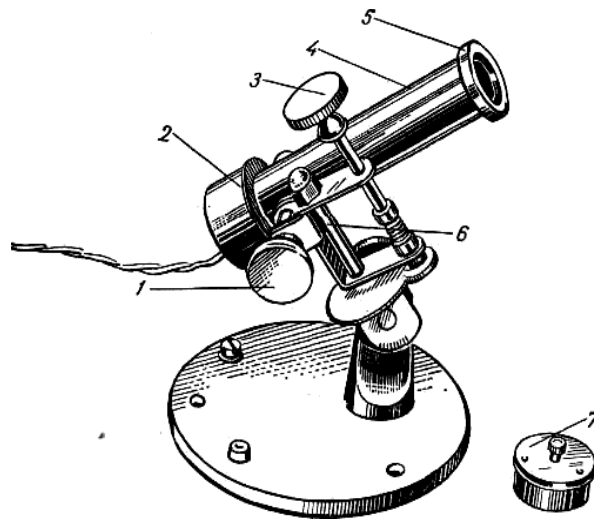


Рис. 4.1. – Будова Актинометра Янишевського

1 – диск із срібної фольги діаметром 11 мм; 2 – внутрішні непарні спаї; 3 – зовнішні парні спаї; 4 – мідне кільце; 5 – срібний диск; 6 – вісь; 7 – кришка.

Альбедометр – піранометр, конструктивно пристосований для вимірювання падаючої і відбитої радіації. Падаючу (сумарну) радіацію вимірюють при спрямуванні приймача вгору, а відбиту – при спрямуванні вниз. За формулою обчислюють альbedo підстилаючої поверхні (рис. 4.2).

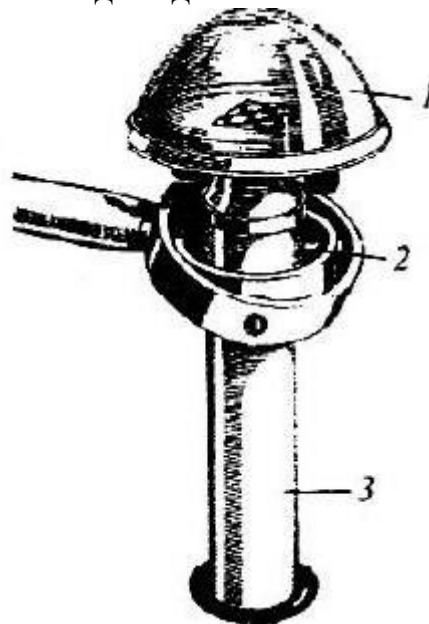


Рис. 4.2. – Альбедометр

1 – термобатарея; 2 – металева опора; 3 – стояк

Балансомір вимірює радіаційний баланс земної поверхні (рис. 4.3). Його приймач складається з двох тонких мідних пластинок, зовні пофарбованих у чорний колір. До внутрішніх сторін пластинок приклеєні спаї термобатарей: парні – до верхньої пластини, непарні – до нижньої. Якщо поверхня однієї пластини спрямована в бік Сонця, інша – до земної поверхні. Різницю між потоками покаже балансомір

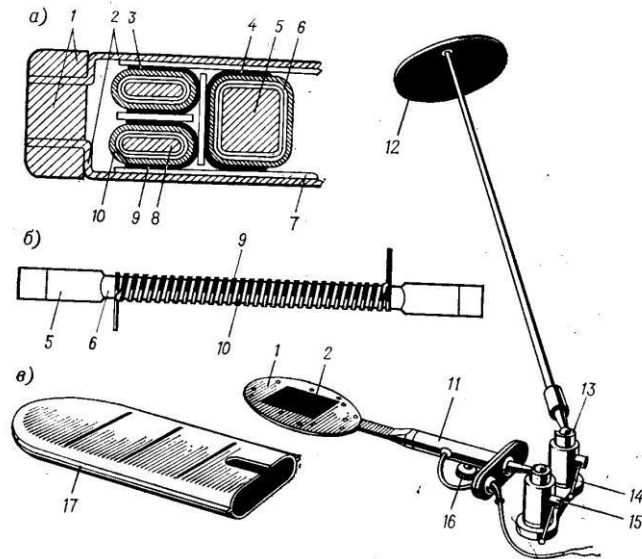


Рис. 4.3. – Балансомір

а) схематичне поперечне січення; б) окрема термобатарея; в) зовнішній вигляд;

1 – корпус; 2 – приймальна пластина; 3,4 – спаї; 5 – мідний брусок; 6,7 – ізоляція, 8 – термобатарея; 9 – срібний шар; 10 – константанова стрічка; 11 – рукоятка; 12 – тінювий екран; 13,15 – кулькові шарніри; 14 – планка; 16 – гвинт; 17 – чохол

Геліограф універсальний ГУ-1 (рис. 4.4) складається з плоскої металевої основи 1 з двома стояками 17, між якими на горизонтальній осі 5 розташована рухома частина геліографа зіскляною кулею 12, що закріплена упорами 9, 13. Скляна куля фокусує зображення Сонця на синю картонну стрічку 11, вставлену в паз сферичної чашки 8 і зафіксовану голкою 10. Верхня частина приладу може обертатися навколо осі колонки 6 і фіксуватися у чотирьох положеннях за допомогою штифта 14, який вставляють через отвір лімба 15 у відповідний отвір диска 16. Суміщення отвору лімба 15 з отвором диска 16 визначається збігом позначок *А, Б, В, Г* на лімбі з індексом на диску.

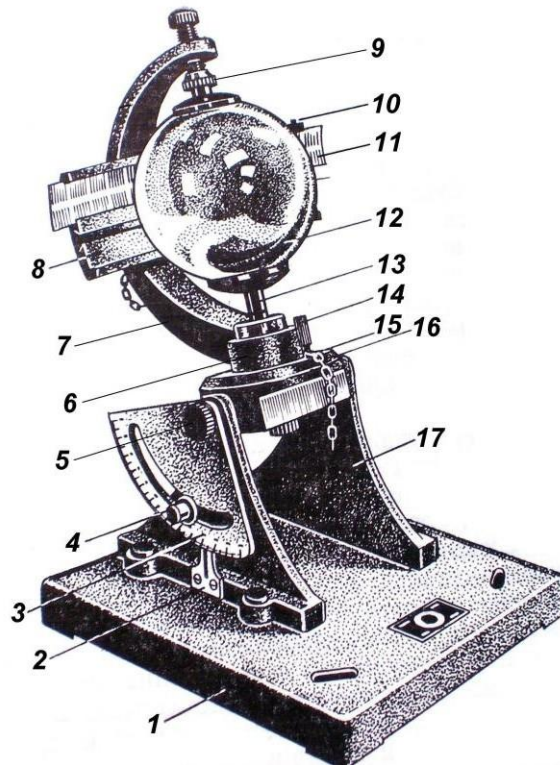


Рис. 4.4. – Геліограф універсальний ГУ–1

1 – основа; 2 – показчик широти; 3 – сектор широт; 4 – стопорний гвинт; 5 – горизонтальна вісь; 6 – колонка; 7 – дугоподібний держак; 8 – чашка з пазами для стрічок; 9 – верхній упор; 10 – голка для фіксування стрічки; 11 – стрічка; 12 – скляна куля; 13 – нижній упор; 14 – фіксувальний штифт; 15 – лімб; 16 – диск; 17 – стояк

На одному з кінців горизонтальної осі 5 закріплений сектор широт 3. Переміщенням горизонтальної осі із заходу на схід і повертанням навколо неї верхньої частини приладу вісь колонки 6 устанавлюють паралельно осі обертання Землі (осі світу). Кут нахилу осі колонки 6 закріплюють гвинтом 4.

Контрольні запитання

1. Які види потоків сонячної радіації спостерігаються в атмосфері, одиниці вимірювання?
2. Які види існують види радіації залежно від довжини хвилі?
3. Що таке ФАР, як її визначають?
4. Назвіть основні прилади для вимірювання сонячної радіації.

Практична робота № 5. Вимірювання швидкості та напрямку вітру

Мета: ознайомитись з основними приладами вимірювання швидкості та напрямку вітру, а також розглянути шкалу Бофорта.

Завдання: Вивчити будову та принципи роботи основних приладів вимірювання швидкості та напрямку вітру, побудувати графік рози вітрів.

Вітер – це рух повітря відносно земної поверхні. Це тривимірна векторна величина з дрібномасштабними коливаннями в просторі й часі, що накладаються на організований великомасштабний потік повітря.

На метеостанціях вимірюють тільки характеристики горизонтальної складової вітру – напрям і швидкість.

Вітровий режим - це горизонтальне переміщення повітряних мас щодо земної поверхні. Швидкість вітру вимірюють у м/с, іноді в км / год або в умовних одиницях – балах. Напрямок вітру визначають тією частиною горизонту, звідки дує вітер і висловлюють в румбах горизонту або кутових градусах.

Для вимірювання швидкості і напрямку вітру застосовують такі прилади.

– анеморумбометр М–63М–1 – для вимірювання швидкості вітру в діапазоні від 1 до 40 м/с ;

– флюгер Вільда з легкою дошкою (ФВЛ) – для вимірювання швидкості вітру в діапазоні від 1 до 10 м/с і напрямку вітру за 16 румбами;

– флюгер Вільда з важкою дошкою (ФВВ) – для вимірювання швидкості вітру від 10 до 40 м/с і напрямку вітру за 16 румбами.

Флюгер станційний (флюгер Вільда) (рис. 5.1) складається з двох частин: 1) нерухомого вертикального стрижня 12 із закріпленою на ньому муфтою 4, від якої відходять покажчики сторін світу 5, які служать для визначання напрямку вітру за положенням противаги-покажчика 3 відносно цих покажчиків ; 2) рухомої металеві труби 6 із закріпленою на ній флюгаркою 1, яка складається з лопатей 2 і противаг-покажчика 3. Результати вимірювання заносять до табл. 5.1.

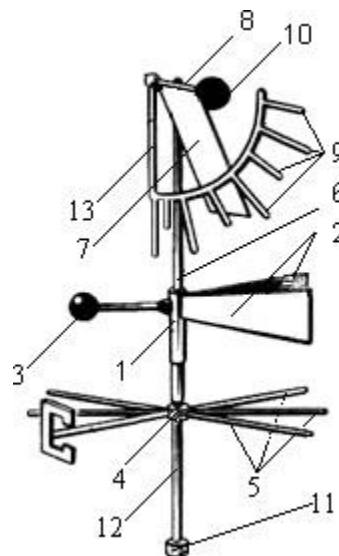


Рис. 5.1. – Флюгер станційний (флюгер Вільда)

1 – флюгарка; 2 – лопаті флюгарки; 3 – противага-покажчик флюгарки; 4 – муфта; 5 – покажчики сторін світу; 6 – рухома металева труба; 7 – дошка; 8 – горизонтальна вісь кріплення дошки; 9 – штифти, що вказують на швидкість вітру; 10 – противага, що врівноважує сектор зі штифтами; 11 – фланець; 12 – нерухомий стрижень; 13 – рамка

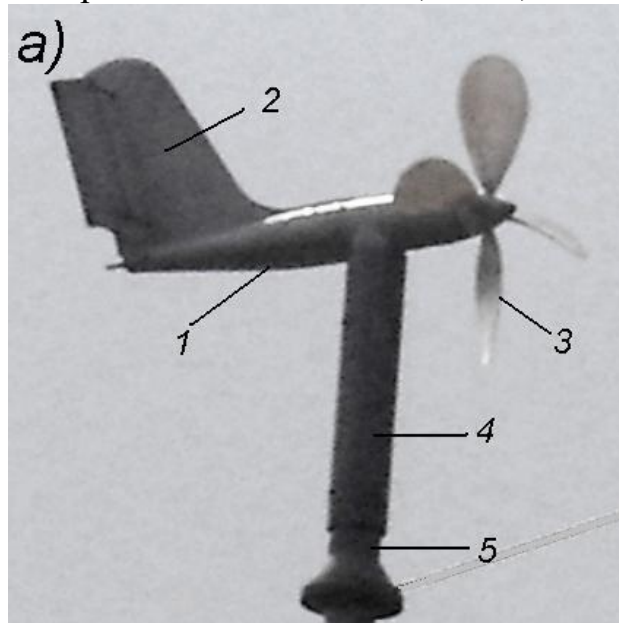
Таблиця 5.1.

Вимірювання напрямку і швидкості вітру флюгером Вільда

Прилад	Напрямок вітру, румби	Положення дошки	Швидкість вітру, м/с
Флюгер Вільда			

Анеморумбометр М-63М-1М (рис. 5.2) складається з таких частин: датчика швидкості і напрямку вітру, вимірювального пульта, блока живлення. Датчик швидкості й напрямку вітру складається з горизонтального корпусу 1, на якому закріплене хвостове оперення 2. Корпус разом із зовнішньою трубкою 4 вільно обертається навколо вертикального стояка 5. У передній частині корпусу є повітряний гвинт 3, який за допомогою хвостового оперення встановлюється за напрямком повітряного потоку так, щоб площа обертання гвинта завжди була перпендикулярна напрямку потоку.

Швидкість переміщення повітряних потоків можна виміряти за допомогою анемометра. Широке розповсюдження отримав *чашковий анемометр* (рис. 5.3) – вимірювальний прилад, на вертикальній осі якого хрестоподібно закріплені металеві півкулі (1) – півкулі, що обертаються навколо осі, від будь-якого руху повітря. Обертання чашок передається на лічильник обертів (2, 4, 5). Лічильник включається аретиром (3), який розміщений збоку на корпусі, шкала анемометра поділена на тисячі, сотні, десятки та одиниці.



a – датчик швидкості й напрямку вітру:

1 – горизонтальний корпус; 2 – хвостове оперення; 3 – повітряний гвинт; 4 – зовнішня трубка; 5 – вертикальний стояк



б – вимірювальний пульт;

Рис. 5.2. – Анеморумбометр М – 63М-1М



Рис. 5.3. – Анемометр ручний чашковий:

1 – чашка; 2,4, 5 – лічильники обертів; 3 – аретир

Різницю між кінцевим та початковим відліками ділять на кількість секунд. За кількістю обертів за секунду знаходять на графіку (перевірочне свідоцтво) швидкість вітру.

За результатами спостережень за напрямком вітрів будують розу вітрів. *Розою вітрів* називають графічне зображення повторюваності вітру. Для її побудови проводять з однієї точки вісім румбів: чотири основних – Пн, Пд, З, С, під кутом 45°, до них ще чотири проміжні ПнС, ПнЗ, ПдС, ПдЗ (рис. 5.4).

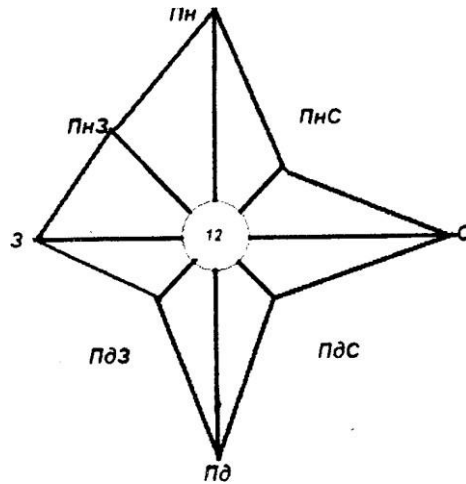


Рис. 5.4. – Роза вітрів

У вибраному масштабі, наприклад, в 1см – 3%, відкладають на кожному румбі від точки перетину повторюваність вітру (табл. 5.2). Отримані таким чином точки з'єднують послідовно плавними лініями.

Таблиця 5.2

Повторюваність напрямків вітру (%)

Варіанти	Місяць	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗх	Штиль
1	Січень	4	6	30	9	5	11	22	6	7
	Липень	10	7	11	7	6	8	26	16	9
2	Січень	2	4	26	7	7	13	24	8	9
	Липень	13	10	14	10	3	5	21	13	11
3	Січень	7	9	30	12	2	8	19	3	10
	Липень	17	14	15	14	1	1	26	9	3
4	Січень	19	16	20	8	3	2	19	9	4
	Липень	10	7	11	7	8	8	30	16	5
5	Січень	1	3	34	6	8	14	25	9	2
	Липень	3	3	10	12	30	22	5	8	7
6	Січень	7	9	38	14	1	9	8	4	10
	Липень	16	15	17	15	1	1	20	12	3
7	Січень	1	3	32	8	10	12	21	11	2
	Липень	2	3	9	13	21	24	5	15	7
8	Січень	3	7	23	16	5	11	20	8	7
	Липень	10	7	9	9	6	8	21	21	9
9	Січень	3	3	30	12	7	4	22	10	9
	Липень	2	2	10	12	28	24	5	8	7
10	Січень	2	4	26	7	5	15	22	10	9
	Липень	10	13	14	10	4	4	20	13	11
11	Січень	8	28	14	2	8	16	6	8	10
	Липень	16	15	15	14	1	1	24	11	3
12	Січень	17	18	20	8	3	2	19	9	4
	Липень	8	9	10	8	8	8	28	18	5

Від домінуючих вітрів залежить проведення агротехнічних і протиерозійних заходів. Установлення снігозатримуючих щитів, висівання куліс, нагортання валів при снігозатриманні, насадження полезахисних лісових смуг проводять перпендикулярно напрямку вітру.

Шкала Бофорта служить для вираження швидкостей вітру в балах по різному дії вітру на наземні предмети (наприклад диму, гойдання гілок і стовбурів дерев і т. д. і по хвилювання на морі (табл. 5.3). На море і на суші одним і тим же балам відповідає кілька розрізняються швидкості вітру в м/с або у вузлах.

Таблиця 5.3.

Шкала Бофорта

Бали	Швидкість, м/с	Характеристика	Візуальна оцінка
0	0-0,5	Штиль	Дим піднімається вертикально, листя нерухомі
1	0,6-1,7	Тихий	Вітер відчувається як легке подув, дим злегка в бік
2	1,8-3,3	Легкий	Подув вітру відчувається особою, листя шелестить
3	3,4-5,2	Слабкий	Листя, тонкі гілки колишуються
4	5,3-7,4	Помірний	Тонкі гілки починають рухатися
5	7,5-9,8	Свіжий	Коливаються великі гілки
6	9,9-12,8	Міцний	Гойдаються товсті гілки
7	12,9-15,2	Сильний	Гойдаються стовбури дерев
8	15,3-18,2	Дуже міцний	Гойдаються великі дерева, ламаються гілки
9	18,3-21,5	Шторм	Ламаються гілки, зсуваються з

Контрольні запитання

1. Що називається вітром?
2. Які прилади вимірювання швидкості та напрямку вітру Ви знаєте?
3. В чому полягають особливості роботи анеморумбометра?
4. Що таке роза вітрів?
5. Охарактеризуйте шкалу Бофорта.

Практична робота № 6. Вимірювання температури повітря. Побудова гістограми річного ходу температури повітря

Мета: ознайомитись з основними видами термометрів для вимірювання температури повітря.

Завдання: *вивчити будову та принцип роботи* основних видів термометрів для вимірювання температури повітря; побудувати гістограму річного ходу температури повітря.

На метеорологічних станціях вимірюють температуру повітря, на поверхні ґрунту та на глибині. Для цього застосовують засоби вимірювальної техніки. Методи вимірювання термометрами діляться на декілька груп:

- *рідинні* термометри, дія яких базується на зміні об'єму рідини у разі зміни значень температури;
- *деформаційні* термометри, дія яких базується на зміні лінійних розмірів твердих тіл у разі зміни значень температури;
- *термоелектричні* термометри, що діють за рахунок зміни електрорушійної сили термоелементів у разі зміни різниці значень температури спаїв;
- *електротермометри опору*, дія яких залежить від зміни електропровідності тіл у разі зміни температури.

Крім вимірювання температури, визначають також стан підстильної

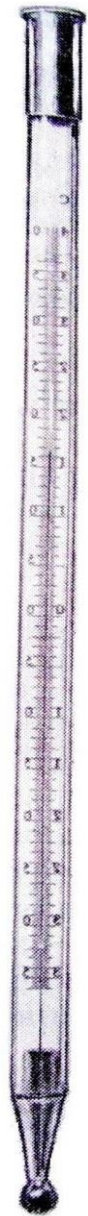
поверхні візуально раз на добу в строк 06 год за МСЧ

Для вимірювання температури повітря застосовують такі засоби вимірювальної техніки:

- *метеорологічний психрометричний* термометр ТМ-4 з діапазоном вимірювання від -35°C до $+40^{\circ}\text{C}$ (ТМ-4-1); від -20°C до $+50^{\circ}\text{C}$ (ТМ-4-2);
- *метеорологічний низькоградусний* термометр ТМ-9 з діапазоном вимірювання від -60°C до $+20^{\circ}\text{C}$ (ТМ-9-1); від -70°C до $+20^{\circ}\text{C}$ (ТМ-9-2);
- *метеорологічний мінімальний* термометр ТМ-2 з діапазоном вимірювання від -70°C до $+20^{\circ}\text{C}$ (ТМ-2-1); від -60°C до $+30^{\circ}\text{C}$ (ТМ-2-2); від мінус 50°C до $+40^{\circ}\text{C}$ (ТМ-2-3);
- *метеорологічний максимальний* термометр ТМ-1 з діапазоном вимірювання від -35°C до $+50^{\circ}\text{C}$ (ТМ-1-1); від -20°C до $+70^{\circ}\text{C}$ (ТМ-1-2).

Метеорологічний психрометричний термометр ТМ-4, (далі – психрометричний термометр – рис. 6.1) являє собою заповнений ртуттю скляний резервуар, з'єднаний з капілярною трубкою, вільний кінець якої запаяний.

Капілярна трубка і температурна шкала розміщені в скляній оболонці, що нижнім кінцем упаяна в скляний резервуар. Простір над ртуттю в капілярі заповнений азотом. Довжина скляної оболонки становить приблизно 400 мм, діаметр 15 мм; зовнішній діаметр капіляра становить 2,5 мм, а ціна поділки шкали $0,2^{\circ}\text{C}$. Резервуар термометра ТМ-4 повинен бути круглий, діаметром 10,5 мм.



Психрометричні термометри розміщують у захисній жалюзійній будці (БП), вертикально на металевому штативі в кільцях, закріплених на кінцях поперечин штатива.

Верхню поперечину штатива закріплюють так, щоб резервуари вставлених термометрів були на висоті 2 м від поверхні землі. Обидва термометри повинні мати однакові розміри резервуарів, однакові межі шкал і бути близькими за висотою положення відповідних поділок таких шкал: 0 °С, –10 °С і + 30 °С. Під правий термометр, резервуар якого обгорнутий батистом, установлюють (на 2 см нижче від резервуара) стаканчик з водою для змочування батисту.

Стаканчик ставлять у кільцевий утримувач, закріплений гвинтом на нижній поперечині штатива, і закривають кришкою з прорізом для пропускання батисту, кінець якого має бути занурений у воду.

Обгорнутий батистом термометр називають *змоченим*, на відміну від термометра без батисту, який називають *сухим*. Щоб отримати правильні значення вологості, батист треба завжди тримати чистим, м'яким і вологим. Якщо батист забруднюється або стає жорстким чи недостатньо змочується, його замінюють. Це роблять так: змочений термометр виймають з будки, знімають батист і обмивають резервуар дистильованою водою. Чисто вимитими руками беруть новий шматок батисту, змочують його у дистильованій воді.

Щільно, уникаючи зморщок, обгортають резервуар термометра так, щоб над резервуаром залишилось 3 мм – 4 мм батисту (один край батисту накладають на інший на 1/4 кола резервуара) і ниткою туго прив'язують батист вище резервуара. Потім на середину резервуара накидають нитяну петлю, розгладжують батист так, щоб він щільно прилягав до резервуара, змочують батист ще раз, обережно опускають петлю вздовж резервуара та затягують її під резервуаром.

Рис. 6.1. – Метеорологічний психрометричний термометр ТМ–4

Метеорологічний мінімальний термометр ТМ–2 (далі – мінімальний термометр) – це спиртовий термометр, у капілярі якого в стовпчику спирту знаходиться скляний штифт з головками на кінцях (рис. 6.2). Ціна поділки шкал метеорологічного мінімального термометра становить 0,5 °С. За положенням штифта 2 у стовпчику спирту визначають мінімальну температуру повітря між строками спостережень. Розмір головки штифта менший за діаметр капіляра 1, тому під час підвищення температури спирт вільно обтікає штифт, не змінюючи його положення. Під час зниження температури штифт разом з меніском стовпчика спирту 3 переміщується до нижчих температур (у бік резервуара) і залишається там у випадку підвищення температури. Мінімальну температуру визначають за положенням головки штифта, що перебуває ближче до меніска стовпчика спирту

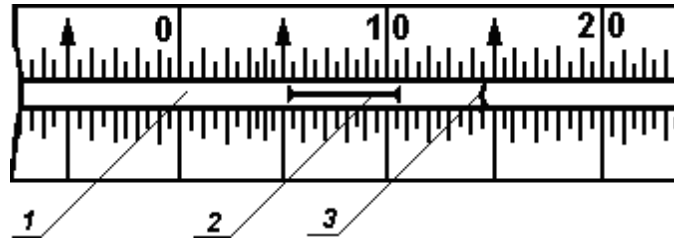


Рис. 6.2. – Фрагмент термометра ТМ–2, що забезпечує збереження мінімальних показів: 1 – капіляр; 2 – штифт; 3 – меніск стовпчика спирту

Кінець штифта 2 входить у початок капіляра 3, звужуючи його поперечний переріз, що утруднює в цьому місці перетікання ртуті у випадку зниження температури. Під час підвищення температури у резервуарі 1 створюється підвищений тиск, який витісняє ртуть у капіляр. Зниження температури призводить до розривання стовпчика ртуті на дві частини: ртуть, витіснена в капіляр, залишається там і заповнює його від поділки, з якої почалося зниження температури, до місця розриву ртуті, інша частина ртуті швидко перетікає в резервуар.

Таким чином термометр фіксує максимальне значення температури між строками спостережень. Ціна поділки термометра $0,5^{\circ}\text{C}$. Максимальний термометр розміщують у психрометричній будці БП на верхній парі дугоподібних лапок горизонтально, резервуаром на схід, з невеликим нахилом у бік резервуара. Щоб з'єднати стовпчик ртуті, що відірвався, із ртуттю, яка стекла у резервуар, термометр енергійно струшують, тримаючи його в руці резервуаром униз. Якщо термометр, незалежно від струшування, продовжує показувати температуру вищу ніж температура за сухим термометром (більше ніж на $0,5^{\circ}\text{C}$), його замінюють.

Побудова графіку річного ходу температури повітря.

Кліматичні показники термічних ресурсів території розраховують за допомогою гістограми річного ходу температури повітря (метод гістограм). Для побудови гістограми річного ходу температури повітря на горизонтальній осі відкладаються місяці (дні року), на вертикальній – багаторічні середньомісячні температури повітря. Приймається масштаб побудови: по осі ординат в 1 см – 20°C , по осі абсцис в 1 см – 1 місяць (30 днів). Середньомісячну температуру необхідно наносити на 15-те число кожного місяця. Для кожного місяця будується прямокутник. Через одержані прямокутники проводиться плавна лінія так, щоб площа, яку вона відсікає від кожного прямокутника дорівнювала площі, яку вона прирізає до нього.

Вихідні дані для побудови графіку річного ходу температури наведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1

Вихідні дані для побудови гістограми річного ходу температури повітря

Метео-станція	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Чернігів	-6,9	-6,2	-2,0	6,8	14,4	17,8	19,7	18,4	13,5	7,1	1,1	-3,7
Суми	-7,5	-6,7	-2,3	6,7	14,0	18,1	19,6	18,4	13,3	6,4	0,2	-5,0
Київ	-6,0	-5,0	-0,4	6,7	14,7	17,9	19,6	18,7	14,0	7,6	1,4	-3,3
Львів	-4,1	-3,3	1,1	7,9	14,8	16,7	18,5	17,3	13,6	8,1	7,4	-1,9
Тернопіль	-5,9	-4,4	-0,2	7,1	13,5	16,7	18,2	17,5	13,1	7,6	1,9	-2,8
Вінниця	-5,8	-4,8	-0,6	7,2	13,6	17,1	18,7	17,8	13,5	7,3	1,8	-2,8
Умань	-5,9	-4,8	-0,3	7,5	14,4	17,6	19,5	18,7	13,9	7,7	1,5	-3,1
Полтава	-6,3	-6,2	-0,3	7,6	15,0	18,4	20,6	19,6	14,3	7,5	0,9	-4,3
Харків	-7,1	-6,5	-1,2	7,7	15,0	18,6	20,6	19,6	14,3	7,5	0,9	-4,6
Ужгород	-3,1	-1,0	-3,9	10,8	15,5	18,8	20,4	19,7	15,9	9,8	5,5	0,1
Кропивницький	-5,5	-4,6	0,3	8,3	15,2	18,7	20,8	19,9	14,7	8,4	2,1	-2,8

Контрольні запитання

1. За допомогою яких інструментів вимірюють температуру повітря?
2. Які види термометрів Ви знаєте?
3. В чому полягають особливості побудови графіку річного ходу температури повітря?

Практична робота № 7. Несприятливі метеорологічні явища

Мета: ознайомитись з небезпечними метеорологічними явищами, що характерні для України.

Завдання: дослідити особливості небезпечних метеорологічних явищ, характерних для України.

В Україні щорічно спостерігається до 150 випадків стихійних метеорологічних явищ. Найчастіше повторюються сильні дощі, снігопади, ожеледі, тумани. Рідше бувають пилові бурі, крижані обмерзання.

Небезпечні метеорологічні явища, що мають місце в Україні: сильні зливи (Карпатські та Кримські гори); град (на всій території України); сильна спека (степова зона); суховії, посухи (степова та східна лісостепова зони); урагани, шквали, смерчі (більша частина території); пилові бурі (південний схід степової зони); сильні тумани (південний схід степової зони); сильні заметілі (південний схід степової зони); снігові заноси (Карпати); значні ожеледі (степова зона); сильний мороз (північ Полісся та схід лісостепової зони); крім того, вздовж узбережжя та в акваторії Чорного і Азовського морів мають місце шторми, ураганні вітри, смерчі, зливи, обмерзання споруд та суден, сильні

тумани, заметілі, ожеледі. Для Українських Карпат найбільш характерні сильні зливи, що викликають селеві та зливові потоки, град, сильні вітри, тумани, заметілі, сильні снігопади.

Сильні дощі. В Україні серед стихійних явищ найпоширенішими є сильні дощі (зливи). Вони спостерігаються щорічно і поширюються на значні території. Найчастіше вони трапляються у Карпатах та горах Криму.

Град. В теплий період року сильні дощі супроводжуються градом, що завдає відчутних збитків сільськогосподарським культурам. Град – це атмосферні опади у вигляді частинок льоду неправильної форми. Найчастіше град випадає у гірських районах Криму та Карпат. На рівнинній території України число днів з градом не перевищує двох.

У 40% випадків випадіння граду спостерігається дрібний інтенсивний град. Великий град помічається в період з кінця серпня до середини вересня в Автономній Республіці Крим.

Сильна спека. У степовій зоні щорічно буває сильна спека з температурою вище 30°C, причому в деякі роки вона перевищує 40°C. Меншою вона буває в зонах Полісся та лісостепу.

Суховії. В Україні інтенсивні суховії спостерігаються майже щорічно. Суховії – це вітри з високою температурою і низькою відносною вологістю повітря. Під час суховіїв посилюється випаровування, що при нестачі вологи у ґрунті часто призводить до в'янення та загибелі рослин. Найбільш зазнає дії суховіїв степова зона, а також частково зона лісостепу.

Посухи. Тривала та значна нестача опадів, частіше при підвищеній температурі та низькій вологості повітря, що викликає зниження запасів вологи у ґрунті і, як наслідок, погіршення росту, а іноді і загибель рослин. Найчастіше вони зустрічаються на півдні степової зони. У більшості випадків мають локальний характер і дуже рідко займають площі до 30-50% території України.

Ураганні вітри. Найважливішими характеристиками урагану є швидкість вітру, шлях його руху, розміри та будова ураганів, середня тривалість дії урагану. Вітер, швидкість якого більше 29 м/с (12 балів за шкалою Бофорта), є ураганним вітром. Ураган – це вітер силою 12 балів за шкалою Бофорта. На більшій частині території України вітри зі швидкістю більше 25 м/с бувають майже щорічно. Найчастіше – в Карпатах, горах Криму та на Донбасі. Ураганні і штормові вітри взимку часто призводять до виникнення снігової бурі, яка призводить до значно менших руйнівних наслідків.

Шквальні бурі характеризуються раптовістю і нерідко великою руйнівною силою, іноді супроводжуються сильними опадами. Вихрові бурі – це складні вихрові утворення, що зумовлені циклонічною діяльністю і розповсюдженням на великій площі. Вони поділяються на пильні, без пилу, сніжні і шквальні бурі.

Смерчі. Найменш досліджене, але найбільш руйнівне явище. Це атмосферний вихор, що виникає у грозовій хмарі та розповсюджується у вигляді темного рукава або хоботу (частіше декількох) за напрямком до поверхні суші або моря. Він супроводжується грозою, дощем, градом і, якщо досягає поверхні землі, майже завжди завдає значних руйнувань, вбираючи у себе воду та предмети, що зустрічаються на його шляху, піднімаючи їх високо над землею і переносячи на значні відстані. Руйнівну дію цієї стихії можна порівняти з дією ударної хвилі ядерної зброї. У стародавніх літописах відмічається, що в ті часи

смерчі відбувалися 2-3 рази на століття. Як правило, смерчі супроводжуються сильними зливами і градом, що посилює їх небезпечність. Це найменша за розмірами та найбільша за швидкістю обертання форма вихрового руху повітря. За співвідношенням довжини та ширини виділяють дві групи смерчів: змієподібні (чи лійкоподібні) та хоботоподібні (чи колоноподібні). За місцем виникнення вони поділяються на такі, що сформувалися над сушею, і такі, що сформувалися над водою. За швидкістю руйнувань є швидкі (секунди), середні (хвилини) та повільні (десятки хвилин).

В Україні рідко складаються умови для формування смерчів, в основному це явище спостерігається влітку. Найбільш характерні вони для степової зони та центрального Полісся. Найчастіше це – територія Запорізької і Херсонської областей та Криму. Смерч вважається стихійним явищем, якщо максимальна швидкість вітру в ньому складає 25 м/с і більше; а для акваторій 30 м/с. Розміри смерчу складають: в попереку 5-10 км, рідше до 15 км; у висоту 4-5 км, іноді до 15 км.

Воронка – основна складова смерчу. Становить спіральний вихор, який складається з надзвичайно швидкого обертання повітря з домішками води, пилу і т. д. Швидкість обертання повітря у воронці досягає 600-1000 км/г, а інколи і 1300 км/г. Час виникнення смерчу складає від декількох хвилин до декількох десятків хвилин, а час дії – від декількох хвилин до декількох годин. Загальна довжина смерчу визначається від декількох сотень метрів до декількох десятків кілометрів. Середня швидкість переміщення смерчу складає 50-60 км/г, іноді може досягати до 240 км/г. Смерч, при зіткненні з землею, викликає великі руйнування, особливо в сільському і лісовому господарстві та соціально-побутовій сфері. Смерчі, як правило, діляться на 4 групи: пильні вихри; малі смерчі короткої дії; малі смерчі тривалої дії; смерчі – ураганні вихри. Іноді виділяють водяні смерчі, що розвиваються над водною поверхнею.

Шквали. Можуть виникати в будь-яких місцях України, але найчастіше шквали бувають у степовій, лісостеповій зоні та Поліссі. Це різке короткочасне (хвилини і десятки хвилин) посилення вітру, іноді до 30 – 40 м/с з зміною його напрямку, найчастіше це явище спостерігається під час грози. Штормовий (шквальний) вітер на території України спостерігається дуже часто, а його швидкість буває в основному від 20 до 29 м/с, а іноді і більше 30 м/с. У гірських масивах Криму і Карпат, західних і північно-західних областях країни швидкість вітру досягає 40 м/с. Шквали мають яскраво виявлений добовий рух.

Циклони – ділянка низького тиску в атмосфері з мінімумом у центрі. Погода при циклонах переважно похмура з сильними вітрами. В Азово-Чорноморському басейні виділяються своїми руйнівними наслідками осінні циклони. За своїми властивостями, походженням та наслідками вони схожі на тропічні урагани

Пиллові бурі. Виникають в Україні щорічно в різних районах, найчастіше в степовій зоні. Це складні атмосферні явища, що характеризуються переносом пилу та піску з сильними та тривалими вітрами, що знищують поверхню ґрунту. Пиллові бурі за кольором та складом пилу, який переноситься, бувають: чорні (чорноземи); бурі та жовті (суглинок, супісок); червоні (суглинки з домішками окислів заліза) та білі (солончаки). Дуже часто бувають короткочасні чорні бурі тривалістю до однієї години, велика кількість їх також може тривати від 10 до

12 годин і порівняно рідко такі бурі тривають понад добу. Червоні бурі тривають довше – протягом декількох днів. Висота підйому пилу може досягати 2 – 3 км , але найчастіше це – 1-1,5 км. У зимово-весняний період у центральних та південних областях України спостерігаються сніжно-пилові бурі.

Сильні снігопади і заметілі. Сильні снігопади найчастіше спостерігаються в Карпатах, а також у лісостеповій та степовій зонах. На території Закарпатської, Івано-Франківської та Львівської областей снігопади бувають щорічно протягом січня-лютого, а в прилеглих районах до Карпат – іноді і в травні. В Карпатах в окремих випадках випадає більше 100 мм.

Сильні морози. В Україні в зимовий період спостерігаються сильні морози, що сягають -30°C та нижче. Найхолодніша частина країни – східні і північно-східні області (Луганська, Сумська, Харківська, Чернігівська) та гірські райони Карпат. В цих місцевостях температура буває нижчою від -35°C

Сильні ожеледі. Небезпечна ситуація на території країни в зв'язку з ожеледями в основному пов'язана з виходом південних циклонів. Ожеледь виникає на земній поверхні та на предметах при намерзанні переохолоджених крапель дощу або туману частіше при температурі повітря трохи нижче 0°C . Сильна ожеледь може виникати з листопада до березня місяця, а найбільша її вірогідність припадає на грудень — січень. Товщина обмерзань сягає 35 мм та більше. Визначальним фактором небезпечності ожеледі є не стільки інтенсивність, скільки тривалість цього явища. Сильна ожеледь продовжується близько 12 годин, іноді до 2 діб.

Тумани. Явища, що погіршують видимість на шляхах, створюють завади для роботи різних видів транспорту, сприяють забрудненню повітря. Сильні тумани спостерігаються в основному в холодну половину року. Найчастіше вони виникають у гірських районах Криму і Карпат, іноді на південному березі Криму. Сезон туманів починається у жовтні, закінчується у квітні. Кількість днів з туманами тут становить близько 100, а з сильними туманами до 80. На рівнинній території південної частини Степової зони тумани бувають близько 30 днів на рік, а сильні – 10-20 днів протягом року.

Лавини – це снігова маса, що спадає зі схилів гір під дією сили ваги (перевантаження схилів снігом, послаблення структурних зв'язків усередині снігової товщі або їх спільної дії). Формування лавин проходить у межах лавинного осередку, який складається із зон зародження, транзиту і зупинки лавини. Лавини виникають на схилах з крутизною від 15 до 50° . Розміри лавин характеризуються масою (в т) або об'ємом (в м³), який може змінюватися від декількох десятків кубометрів (т) до декількох мільйонів кубометрів (т) снігу. Швидкість є однією з основних характеристик лавини, що рухається, величина якої може складати до 100 м/с. Сила удару, що досягає 40 т/м², а при наявності в лавині чужорідних включень і більших значень (до 200 т/м²), визначає разом з дальністю викиду і щільністю лавинного снігу величину дії лавини на об'єкти, що знаходяться в її зоні. За характером руху лавини діляться на лоткові, зсувні і стрибачі, залежно від особливостей утворюючого їх снігу – на сухі, вологі або мокрі, а за характером поверхні сковзання – на пластові і ґрунтові. Незалежно від факторів лавиноутворення, лавини діляться на чотири класи:

1-й клас – лавини, безпосередньою причиною виникнення яких є метеорологічні фактори;

2-й клас – лавини, безпосередньою причиною виникнення яких є єдність метеорологічних факторів і процесів, що проходять усередині снігової товщі при таненні снігу;

3-й клас – лавини, безпосередньою причиною виникнення яких є процеси, що проходять усередині снігової товщі;

4-й клас – лавини, безпосередньою причиною виникнення яких є різні випадкові явища (землетруси, діяльність людини і т. д.).

За ступенем дії на господарську діяльність і навколишнє природне середовище лавини діляться на:

- стихійні особливо небезпечні явища – коли схід лавин завдає значної шкоди населеним пунктам, об'єктам економіки і довкіллю;

- небезпечні явища – коли схід лавин стає на перешкоді в господарській діяльності окремих об'єктів економіки, рекреаційних і спортивних комплексів, а також загрожує населенню і туристичним групам.

За ступенем повтору лавини поділяються на два класи – систематичні і спорадичні. Систематичні лавини сходять кожен рік або один раз у 2-3 роки. Спорадичні лавини сходять один-два рази на 100 років, інколи навіть рідше.

Контрольні запитання

1. Які небезпечні метеорологічні явища характерні для України?
2. Охарактеризуйте особливості туманів.
3. Наведіть класифікацію лавин.

1. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

1. Циклони та антициклони.
2. Несприятливі метеорологічні явища.
3. Загальні аспекти утворення хмар і туманів.
4. Класифікація хмар.
5. Прилади для вимірювання метеорологічних величин.
6. Будова та склад атмосфери.
7. Світлові та електричні явища у хмарах.
8. Атмосферний тиск і засоби його вимірювання.
9. Сонячна радіація в атмосфері.
10. Вода в атмосфері.
11. Характеристика атмосферних фронтів.
12. Значення метеорології для народного господарства.
13. Предмет та методи метеорології.
14. Організація метеорологічних спостережень.
15. Фактори формування клімату.
16. Природа кристалізації хмар і туманів
17. Класифікація опадів та їх коротка характеристика
18. Прилади для вимірювання атмосферних опадів
19. Загальні аспекти утворення хмар і туманів
20. Мікрофізичні характеристики хмар і туманів
21. Швидкість падіння крапель в атмосферному повітрі
22. Випаровування, швидкість випаровування та вологість повітря
23. Основні процеси зниження температури повітря

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Антонов В.С. Короткий курс загальної метеорології: навчальний посібник. Чернівці: Рута, 2004. 336 с.
2. Біловол О.В. Метеорологія і кліматологія: навчальний посібник. Харків: ХНАДУ, 2006. 312 с.
3. Гончарова Л. Д., Серга Е. М., Школьний Є.П. Клімат і загальна циркуляція атмосфери : Навч. посібник. Київ.: КНТ, 2005. 251 с.
4. Кобрін В. М., Вамболь В. В., Клеєвська В. Л., Яковлев Л. Б. Метеорологія і кліматологія: навч. посібник. Харків, 2006. 82 с.
5. Метеорологія та кліматологія: текст лекцій / Укладач: М. В. Сарапіна. Харків: НУЦЗУ, 2016. 207 с.
6. Образцова З.Г. Метеорологія і кліматологія: навч. посіб. Харків, 2012. 177 с.
7. Проценко Г.Д. Метеорологія та кліматологія: навчальний посібник. Київ, 2007. 265 с.
8. Решетченко С. І. Метеорологія та кліматологія : навчальний посібник. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2015. 220 с.
9. Ткаченко Т.Г. Практикум з метеорології і кліматології. Харків: ХНАУ, 2018. 122 с.
10. Чернюк Г.В., Лихолат В. Н. Метеорологія і кліматологія. Тернопіль: «Підручники і посібники», 2005. 112 с.