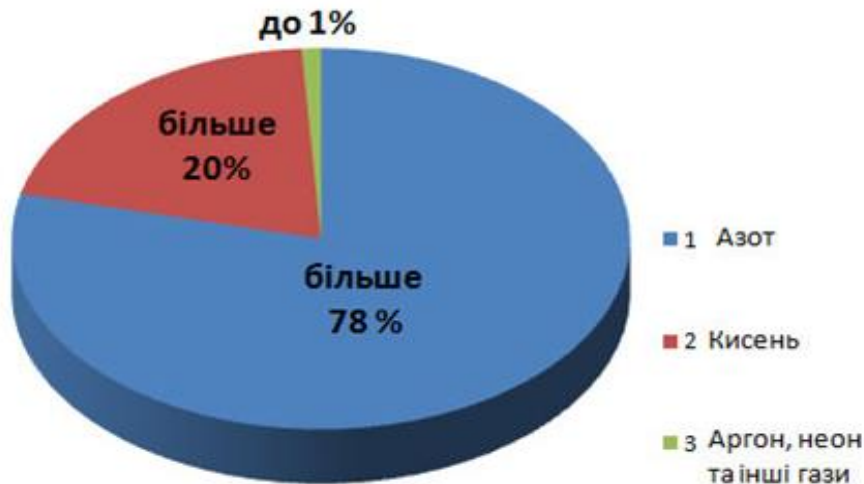


## Тема: Атмосфера та системи Землі

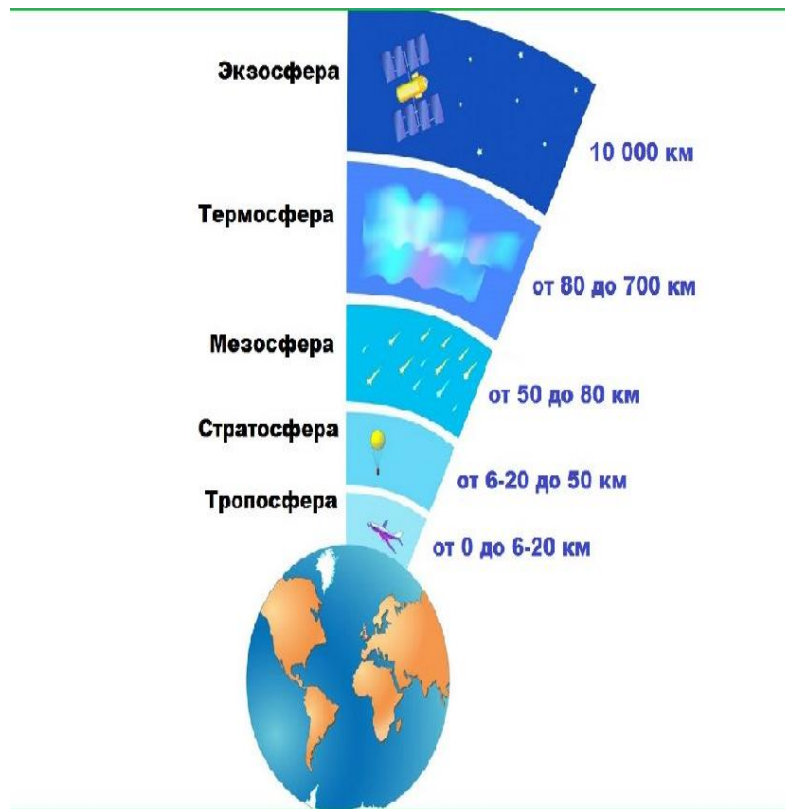
### План:

- 1.Складова і будова атмосфери. Сонячне випромінювання.
- 2.Температурний режим у тропосфері.
- 3.Зміна атмосферного тиску в тропосфері.
- 4.Атмосферна циркуляція. Вітри.
5. Вологість повітря. Закономірності випадання опадів.
- 6.Хмарність. Закономірності розподілу опадів.
7. Погода. Синоптичні карти. Клімат.
- 8.Вплив атмосфери на літосферу: вивітрювання, рельєфоутворення.
- 9.Агрокліматичні ресурси та їх вплив на спеціалізацію сільського господарства.
10. Енергетичні кліматичні ресурси як чинник розвитку відновлюваної енергетики.
11. Кліматичні зміни на планеті.

**Складова і будова атмосфери.** Наша Земля оточена повітряною оболонкою, яку називають атмосферою (від грецьких слів «атмос» — «пара» і «сфера» — «куля»). Атмосфера — повітряна оболонка Землі, пов'язана з нею силою тяжіння і тому бере участь у її добовому і річному русі. Це верхня і найменш щільна і усіх оболонок. Земна атмосфера — це суміш багатьох газів. Основні з них — азот (78%) і кисень (21%), інші становлять лише близько 1% (в тому числі вуглекислий — 0,03%).



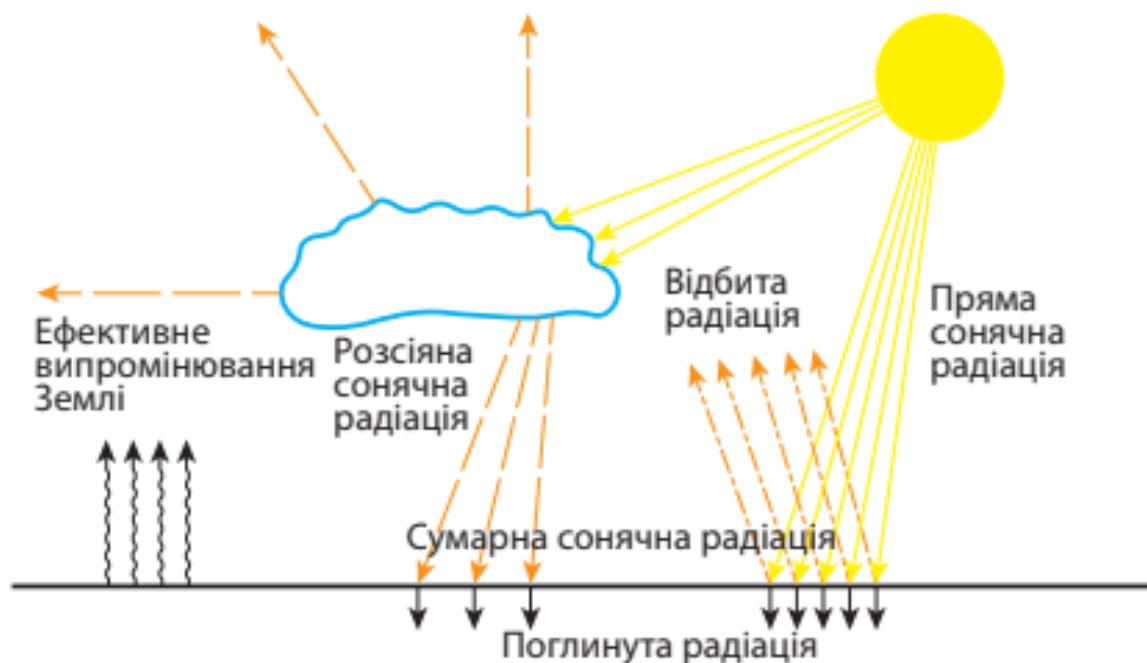
Атмосфера складається з п'яти основних шарів: **тропосфера, стратосфера, мезосфера, термосфера (іоносфера) та екзосфера.**



**Сонячне випромінювання.** Енергія, яку випромінює Сонце, називається **сонячною радіацією**. На Землю сонячна енергія проникає через атмосферу, тому розрізняють:

- **радіацію пряму** — це промені, які проникають безпосередньо на Землю без зміни свого напрямку.
- **розсіяну** - близько 30% сонячних променів розсіюється завдяки заломленню, відбиванню від молекул повітря, крапель води, земної поверхні.

Уся сонячна радіація (пряма й розсіяна), яка проникає на Землю, складає **сумарну радіацію**. **Ефективне випромінювання** являє собою чисту втрату променистої енергії, а отже, і тепла із земної поверхні. Кількість сумарної радіації залежить від кута падіння сонячних променів, тривалості світлового дня, хмарності, прозорості атмосфери тощо.



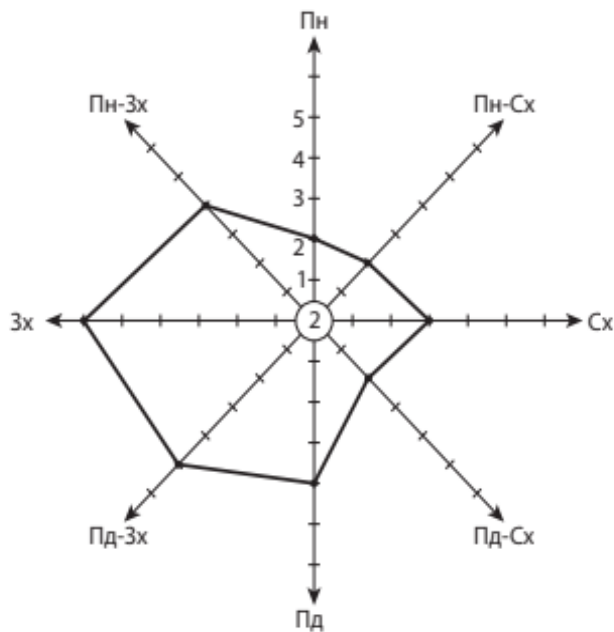
**Температурний режим у тропосфері.** Особливістю вертикального розподілу температури повітря в тропосфері є **зниження її з висотою**. На кожні 100 м висоти температура в середньому знижується на  $0,6^{\circ}\text{C}$ . Однак іноді температура повітря з висотою може зростати. Це явище отримало назву **температурна інверсія**. Інверсії особливо характерні для гірських районів: важке холодне повітря стікає в гірські улоговини, витісняє вгору більш тепле повітря й застоюється там. На метеостанціях стежать за змінами температури повітря, фіксуючи показники термометра кожні три години. На основі зібраних даних обчислюють **середньодобову, середньомісячну та середньорічну температури повітря**. Їх розраховують як середньоарифметичну величину, склавши всі отримані показники й розділивши на кількість значень. Також визначають **амплітуду коливань температур** (від латин. *amplitudo* — величина) — різницю між її найбільшим та найменшим показниками.

**Зміна атмосферного тиску в тропосфері.** Крім температури, важливою характеристикою стану тропосфери є атмосферний тиск. Його вимірюють ртутним або металевим барометром. Металевий барометр має назву анероїд (у перекладі з грецької — безрідинний). Одиницею вимірювання атмосферного тиску є міліметри ртутного стовпчика (мм рт. ст.) або паскалі (Па) ( $1 \text{ мм рт. ст.} = 133 \text{ Па}$ ,  $100 \text{ Па} = 1 \text{ гПа}$ ). Тиск повітря залежить від температури. Як відомо, при нагріванні повітря стає легшим, оскільки збільшується його об'єм, а це, у свою чергу, веде до того, що тиск зменшується. При зниженні температури повітря стискається, тобто стає важчим, тому і тиск зростає.

Атмосферний тиск залежить також від **руху повітря**. Рух повітря, у свою чергу, залежить від температури, тому нерівномірність нагрівання підстилаючої поверхні в різних місцях веде до різного нагрівання повітря. Значення атмосферного тиску на кліматичній карті зображується **ізобарами** — лініями, які на карті з'єднують пункти з однаковим тиском. Зональний розподіл тепла в атмосфері обумовлює й зональний розподіл атмосферного тиску. У районі екватора та в помірних широтах утворюються пояси з переважанням низького тиску; у тропічних та полярних широтах — із переважанням високого тиску. Це приводить до переміщення різних за властивостями повітряних мас від областей високого в області зниженого атмосферного тиску. Таку систему повітряних течій планетарного масштабу називають **загальною циркуляцією атмосфери**.

**Атмосферна циркуляція. Вітри.** На загальну циркуляцію атмосфери суттєво впливають **вихрові рухи**. Особливо виділяються своїми величезними розмірами **циклони та антициклони** (замкнуті області відповідно низького й високого тиску). Рух повітря в горизонтальному напрямку називають **вітром**. Основні характеристики вітру: **швидкість** вітру вимірюють у метрах за секунду (м/с) або балах. Вона залежить від різниці тиску повітря між двома місцевостями. Від швидкості залежить **сила** вітру: чим більша швидкість, тим більша сила вітру. **Напрямок** вітру визначається положенням тієї точки горизонту, від якої він дме. Напрямок і швидкість вітру визначають **флюгером та анемометром**. Детальне уявлення про режим вітру за багато років, сезон, місяць нам надають векторні діаграми — **рози вітрів**.

Через неоднакове нагрівання суходолу й води на межі материків і океанів утворюються мусони — **сезонні вітри**, що змінюють свій напрямок залежно від пори року. Мусонні вітри особливо виражені в помірних широтах, де значна різниця між літніми та зимовими температурами. Неоднорідність і різний ступінь нагрівання підстилаючої поверхні спричиняє виникнення місцевих вітрів. Найпоширенішими є : **Бриз** вдень дмуть із водойми (море, озеро, велика річка) на берег, уночі — навпаки, від берега у водойму. **Фен** — теплий, сухий і поривчастий вітер із гір. Він дме, коли з одного боку хребта тиск нижчий, ніж з іншого. **Бора** — сильний холодний поривчастий вітер. Він утворюється, коли холодне повітря прямує через невисокі хребти до моря.



**Роза вітрів.** Від центра діаграми в різні напрямки розходяться промені, які відповідають основним і проміжним сторонам горизонту. На промені відкладають відрізки повторюваності вітрів. Кінці відрізків з'єднують та отримують фігуру, яка відображає повторюваність вітрів певного напрямку за умовний проміжок часу. Кількість штилів позначають у центрі.

**Вологість повітря. Закономірності випадання опадів.** Від температури залежить вміст водяної пари в атмосфері. Вона надходить в атмосферу в результаті випаровування з поверхні Світового океану, морів, озер, боліт, річок тощо. Чим вища температура повітря, тим більше води в ньому утримується. Кількість водяної пари, яка утримується в повітрі, не безмежна. Настає певна межа, коли повітря стає насиченим водяною паром, причому зміна температури приводить до зміни кількості пари, за якої відбувається насичення. Температура, за якої повітря має охолотитися, щоб пара, яка в ньому міститься, досягла стану насичення й почала конденсуватися в росу, є точкою роси. Кількість водяної пари, яка міститься в повітрі за певної температури, називають **абсолютною вологістю**. Вона виражається в кількості грамів водяної пари в  $\text{г}/\text{м}^3$ . Якщо повітря насичене водяною паром до максимально можливого рівня, відносна вологість такого повітря становить 100%. Відносна вологість повітря перебуває в оберненій залежності від температури: чим вища температура, тим нижча відносна вологість повітря.

**Хмарність. Закономірності розподілу опадів.** Завдяки конденсації (перетворення водяної пари на рідину) та сублімації (перехід пари у твердий стан) утворюються хмари та опади. Ступінь покриття неба хмарами — хмарність — вимірюють у балах від 0 до 10. Найбільша хмарність спостерігається там, де повітря піднімається, тобто в областях зниженого тиску. Опади, що випадають із хмар, можуть бути рідкими (дощ) та твердими (сніг, крупи, град). Кількість опадів вимірюють у міліметрах шару води, яку

збирають спеціальним приладом — **опадоміром**. Там, де атмосферний тиск знижений, переважатимуть висхідні рухи повітря — спрацьовує механізм «виробництва» дощу. Низхідні рухи повітря в системі загальної циркуляції атмосфери перешкоджають насиченню повітря вологою та його конденсації.

Однак річна кількість опадів ще не свідчить про достатню або недостатню кількість вологи, адже значна її частина випаровується. Причому чим вища температура повітря, тим більше вологи воно може містити, отже, більше води випаровується. Величина, що характеризує максимально можливе випаровування в певній місцевості в певних кліматичних умовах і за необмеженого запасу води, має назву **випаровуваність**. Як і кількість опадів, вона вимірюється в міліметрах шару води.

**Погода.** Погода — це фізичний стан нижнього шару атмосфери в тому або іншому місці в певний момент часу. Характеристику та прогноз погоди складають на основі аналізу метеорологічних елементів і явищ. До найважливіших із них належать **температура повітря, атмосферний тиск, вологість, напрямок і швидкість вітру, хмарність, види та інтенсивність опадів**. Характерними властивостями погоди є її **мінливість і різноманітність**. Періодична зміна погоди обумовлена добовою та річною відмінностями в надходженні сонячного випромінювання. Нерівномірність нагрівання залежить від географічної широти місця, а також різноманітності підстилаючої поверхні. Різкі зміни погоди найчастіше бувають спричинені зміною повітряних мас. Це великі рухомі об'єми повітря із характерними фізичними властивостями: **температурою, густиною, вологістю, прозорістю**. Залежно від місця формування повітряні маси поділяють на **арктичні, помірні, тропічні, екваторіальні**. У свою чергу, кожна з них поділяється на **морську й континентальну**. Панування певних типів повітряних мас визначає й особливості погодних умов. Коли зустрічаються повітряні маси з різними фізичними властивостями, виникають перехідні зони, які називають **атмосферними фронтами**. Якщо тепла маса повітря наступає на холодну, то утворюється **теплий фронт**. А якщо холодне повітря, як більш важке, підтікає під тепле і витісняє його, — це **холодний фронт**. Атмосферні fronti характеризуються хмарною погодою та несприятливими погодними явищами: зливи, грози, град, сильні вітри; можливе виникнення смерчів. Зміни погоди, особливо в помірних широтах, часто обумовлені чергуванням **циклонів та антициклонів**. Із циклонами зазвичай пов'язана хмарна погода, а з антициклонами — безхмарна.

**Синоптичні карти.** У кожній державі існує служба погоди, що веде спостереження за погодними елементами та явищами. В Україні цим займаються **Український гідрометеорологічний центр, обласні центри із**

**гідрометеорології, гідрометобсерваторії та бюро.** Існує Всесвітня служба погоди, яка об'єднує національні служби погоди. Дані про стан атмосфери збирають та передають десятки тисяч метеорологічних станцій, морські судна, метеосупутники, дрейфуючі в океанах буйкові станції тощо. На основі отриманих та опрацьованих даних декілька разів на добу складають синоптичні карти. Ці карти ще називають «**картами погоди**»: вони дозволяють спостерігати за змінами погодних умов та прогнозувати розвиток атмосферних процесів на найближчі дні. Особлива увага при цьому приділяється руху циклонів та антициклонів, розподілу атмосферного тиску, районам проходження атмосферних фронтів.

**Клімат.** Клімат — багаторічний режим погоди, що характерний для певної місцевості. На відміну від погоди, яка може змінюватися кілька разів протягом дня, клімат — більш стійке явище, що формується століттями. Клімат має вирішальний вплив на водний режим, ґрунт, рослинний і тваринний світ, можливість вирощування сільськогосподарських культур. Відповідно, від клімату залежать розселення людей, розвиток сільського господарства, промисловості (зокрема енергетики), транспорту, умови життя й здоров'я населення.

Особливості клімату певної території зумовлені поєднанням багатьох умов, які називають **кліматотвірними чинниками**. До них належать:

- кількість сонячної радіації, яку отримує земна поверхня. Вона визначається за допомогою кута падіння сонячних променів, який в першу чергу залежить від широти місцевості;
- атмосферна циркуляція — закономірне переміщення повітряних мас, у процесі якого відбувається перенесення тепла й вологи як між широтами, так і між материками та океанами;
- характер підстилаючої поверхні (розподіл суходолу та води, рельєф, океанічні течії, ґрунтово-рослинний покрив тощо).

Дослідження клімату ґрунтується на багаторічних спостереженнях за зміною кліматичних показників: температури повітря (середньої річної, січня та липня), переважаючих вітрів, річної кількості та режиму опадів тощо. Територіальний розподіл кліматичних показників відображають на кліматичних картах. За допомогою *ізотерм* позначають середні річні температури або середні температури найхолоднішого та найтеплішого місяців — відповідно січня й липня. Опади зображують за допомогою *ізогіет і фонового зафарбовування за шкалою кольорів*; вітри — стрілками переважаючих напрямків або розами вітрів.

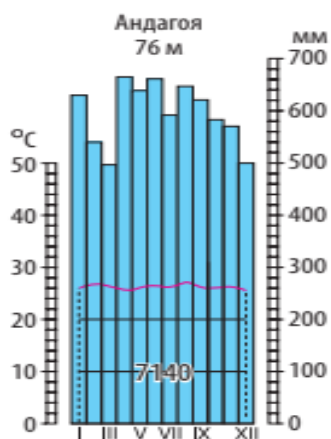
Узагальнення близьких значень кліматичних показників дозволяє виділити *кліматичні пояси* — широтні смуги земної поверхні, що мають

відносно однорідні кліматичні умови. Пояси відрізняються один від одного температурою повітря та переважаючими повітряними масами, які, відповідно до своїх властивостей, визначають основні риси клімату поясу.

Закономірності розподілу кліматичних поясів та типів клімату відображає *карта кліматичних поясів*. Розрізняють сім основних кліматичних поясів: екваторіальний, два тропічні, два помірні та два полярні (арктичний та антарктичний) — по одному в кожній півкулі.

*Кліматичні пояси* охоплюють величезні території, і навіть у межах одного кліматичного поясу кліматичні показники можуть помітно відрізнятися. Тому всередині кліматичних поясів виділяють кліматичні області з різними типами клімату.

**Тип клімату** — сукупність кліматичних показників, характерних для певної території. Для графічного відображення змін кліматичних показників протягом року на певній території використовують кліматичні діаграми — графічне подання інформації про клімат. Для її аналізу потрібно знати умовні позначення та характеристики типів клімату. Складовими елементами кліматичних діаграм є шкала температур (ліворуч), шкала опадів (праворуч), горизонтальна шкала — номери (або перші літери назв) місяців, вертикальні стовпчики синього кольору — режим випадання опадів за місяцями, число посередині — сумарна річна кількість опадів; червона (синя) лінія відображає річний хід температури повітря.



### **Вплив атмосфери на літосферу: вивітрювання, рельєфоутворення.**

Вивітрювання — сукупність фізичних, хімічних і біологічних процесів, які ведуть до перетворення та руйнування гірських порід і мінералів у приповерхневій частині земної кори. Клімат є однією із головних причин та рушійною силою вивітрювання. **Фізичне вивітрювання** найінтенсивніше протікає в областях, які характеризуються різкими контрастними змінами температур та сухим повітрям, на вершинах та гірських схилах, не вкритих снігом і льодом. **Інтенсивність хімічного вивітрювання** наростає з підвищенням вологості та температури. Тому найбільшої інтенсивності воно



набуває в екваторіальних широтах. Інтенсивність впливу органічного світу на гірські породи (біологічне вивітрювання) залежить від рослинних угруповань, притаманних територіям із різними кліматичними умовами. Від клімату залежить й інтенсивність еолових процесів, обумовлених діяльністю вітру. Найбільш інтенсивно еолові процеси виражені в пустелях та напівпустелях, де незначна кількість опадів, підвищена сухість повітря, часті сильні вітри. При чергуванні шарів різних порід вітер і вивітрювання руйнують насамперед більш піддатливі, виточуючи зі скель найхімерніші форми рельєфу: стовпи, колони, кулі, ворота.

**Агрокліматичні ресурси та їх вплив на спеціалізацію сільського господарства.** Елементи клімату, які використовують у господарській діяльності людей, називають **кліматичними ресурсами**. До них у першу чергу відносять **сонячну енергію, вологу та енергію вітру**. Перевага кліматичних ресурсів полягає в їх практичній невичерпності. Для сільськогосподарського виробництва основне значення мають агрокліматичні ресурси — придатність кліматичних умов для розвитку сільського господарства. Найважливіші показники, що характеризують агрокліматичні ресурси:

- 1) тривалість періоду із середньодобовою температурою понад  $+10^{\circ}\text{C}$ , коли вегетація рослин відбувається найбільш активно;
- 2) середня сума температур повітря за цей період;
- 3) коефіцієнт зволоження.

Відмінності цих показників визначають спеціалізацію та географію сільського господарства. Для кожної сільськогосподарської культури або породи свійських тварин існують території з оптимально сприятливими агрокліматичними умовами. Зіставлення агрокліматичних ресурсів різних територій за ступенем їх сприятливості для сільськогосподарського виробництва лежить в основі агрокліматичного районування. Це дає наукове обґрунтування розміщенню різних сортів сільськогосподарських культур і порід сільськогосподарських тварин у різних кліматичних зонах. Так, в Україні за відмінностями агрокліматичних умов та спеціалізації рослинництва й тваринництва виділяють сільськогосподарські зони (поліську, лісостепову, степову) та райони (гірських територій, приміські).

**Енергетичні кліматичні ресурси як чинник розвитку відновлюваної енергетики.** Енергетичні кліматичні ресурси (сонячна та вітрова енергія) — екологічно чисті невичерпні джерела енергії. Темпи введення потужностей вітрової та сонячної енергетики в останнє десятиліття набагато перевищують зростання традиційної паливної енергетики. Це обумовлене як скороченням світових запасів викопних видів палива, так і необхідністю знизити

забруднення навколишнього середовища й концентрацію вуглекислого газу в атмосфері. Найбільша частка (понад 3%) від загального обсягу виробництва електроенергії у світі припадає на вітроенергетику, сонячні електростанції забезпечують близько 1%. Світовими лідерами з використання енергії вітру та Сонця є **Китай, США, Бразилія, Індія, країни ЄС, Японія**. Більшість країн світу на державному рівні підтримують розвиток сонячної та вітрової енергетики, стимулюють набуття нею широкого застосування, підвищення результативності та економічної вигідності. Згідно зі світовими тенденціями, у нашій країні частка сонячної та вітрової енергії у споживанні також поступово зростає. Станом на 2017 р. в Україні працюють 144 сонячні електростанції, 21 промисловий об'єкт, де використовують енергію вітру для генерації електроенергії. Збільшується кількість приватних господарств, які встановлюють «домашні» сонячні електростанції. Стихійні атмосферні явища, їх прогнозування та засоби протидії. Процеси, що відбуваються в атмосфері, можуть бути чинниками небезпечних атмосферних явищ, які негативно позначаються на житті та господарській діяльності людей. Вітри катастрофічної сили (понад 20 м/с) — найбільш загрозливе атмосферне явище. Залежно від швидкості переміщення повітряних мас вітри поділяються на шторми, урагани, тропічні циклони, тайфуни, торнадо (смерчі). Вони руйнують будівлі, знищують сільськогосподарські угіддя, пошкоджують комунікації, спричиняють травми та загибель людей. Безліч лих приносять тропічні циклони (швидкість вітру до 90—100 м/с), які супроводжуються зливовими дощами, повенями, штормами. Вкрай небезпечними є атмосферні вихори, що виникають у грозових хмарах, а потім поширюються у вигляді чорного рукава до землі. Їх називають смерчі, у Північній Америці — торнадо.

Повітря в стовпі торнадо рухається по спіралі з величезною швидкістю — до 300 м/с (понад 1000 км/год!). Тому торнадо здатні підняти над землею будинки й залізничні вагони. Сучасні методи прогнозування катастрофічних вітрів базуються на даних космічних метеорологічних супутників погоди, які простежують розвиток та встановлюють напрямок руху повітряних мас, щоб заздалегідь сповістити населення про небезпеку. Усе частіше на території нашої країни в результаті кліматичних змін виникають вітри руйнівної сили. Тому, отримавши повідомлення про штормове попередження або ураган, необхідно:

- щільно зачинити двері й вікна;
- із дахів та балконів забрати предмети, які в разі падіння можуть травмувати людину;

- переміститися до стійких капітальних будівель: підвалів, сховищ, метро або внутрішніх приміщень перших поверхів цегляних будинків;
- у будівлях стояти подалі від вікон, щоб не отримати травми від уламків розбитого скла;
- на відкритій місцевості знайти укриття в западині (ямі, яру, канаві);
- уникати ситуацій, за яких зростає ймовірність ураження блискавкою (ураган може супроводжуватися грозою): не стояти під поодинокими деревами, не підходити до ліній електропередач тощо.

Узимку сильні вітри зумовлюють виникнення завірюх (хуртовин), які часто супроводжуються снігопадами. У завірюху припиняється авіаційне сполучення. Снігові замети здатні паралізувати автомобільний і навіть залізничний рух. У горах снігопади можуть стати причиною виникнення снігових лавин, що мають велику руйнівну силу. До небезпечних атмосферних явищ відносять екстремально низькі або високі температури повітря. Сильні морози й спека негативно впливають на здоров'я людей, їх працездатність, завдають шкоди сільському господарству й промисловості. Особливу небезпеку тривалі екстремально низькі температури становлять для комунального господарства через промерзання труб водопостачання на вулицях і в приміщеннях, що призводить до відсутності водопостачання та водяного опалення в оселях людей.

**Кліматичні зміни на планеті.** Клімат не залишається незмінним. Про це свідчать дані систематичних спостережень за складом атмосфери за 200 років, а також дослідження складу гірських порід і органічних залишків, що утворилися в минулі геологічні епохи. Причин, що зумовлюють кліматичні коливання, багато. Однак якщо в минулому зміна клімату була природною за своєю суттю, то зараз вплив на клімат посилюється антропогенними чинниками. Протягом останніх 100 років люди залежали від викопних видів палива, таких як нафта, вугілля, природний газ, і використовували їх для своїх потреб. Спалення нафти, вугілля та природного газу, створення сміттєзвалищ, розвиток автомобільного транспорту, нераціональне ведення сільського господарства призводять до викидів парникових газів (вуглекислий газ, метан, закис азоту), які, потрапляючи до атмосфери Землі, посилюють «парниковий ефект», викликають підвищення температури повітря, зміну кількості опадів та інших фізичних параметрів навколишнього середовища, зумовлюють екстремальні погодні умови. Глобальне потепління є надзвичайно небезпечним процесом. Якщо не буде вжито заходів щодо вирішення цієї проблеми, людство опиниться на межі катастрофи. Зараз клімат змінюється такими темпами, що люди мусять реагувати на зміну

клімату шляхом упровадження відповідних стратегій розвитку в усіх сферах господарської діяльності. Результатом усвідомлення цієї проблеми стало підписання країнами світу міжнародної угоди — Кіотського протоколу, що набув чинності у 2005 р. Згідно з його положеннями, кожна країна мала дозвіл на певну кількість шкідливих викидів; якщо їй вдавалося перевиконати план, тобто, скоротивши викиди, отримати «невикористані відсотки» — можна було продати цю різницю іншій країні, яка з різних причин свої кліматичні зобов'язання не виконала. 2 грудня 2015 р. було прийнято нову міжнародну кліматичну угоду — Паризький договір. 22 квітня 2016 р. його підписали 175 країн, у тому числі й Україна (14 липня 2016 р. Верховна Рада України ратифікувала договір). Країни-учасники зобов'язалися скоротити викиди, щоб спільно не допустити потепління клімату більш ніж на два градуси за Цельсієм до кінця століття порівняно з рівнем доіндустріальної доби. Очевидно, у цій стратегії ключову роль відіграватиме енергетика, яка має перейти від використання традиційних енергоресурсів до «чистих» та безпечних: енергія вітру, Сонця, Землі, біомаса тощо.