

## ТЕМА 9: ВЕЛИКОМАШТАБНІ ЗМІНИ КЛІМАТУ.

План:

- 9.1. Зміни і коливання клімату в геологічній історії Землі.
- 9.2. Наукові дослідження кліматичних процесів.
- 9.3. Особливості клімату України.

### 9.1. Зміни і коливання клімату в геологічній історії Землі

Вся природа Землі перебуває в процесі безперервних змін і розвитку. Зміни клімату відбуваються в тісному взаємозв'язку і взаємодії з іншими компонентами географічної оболонки. Показниками змін клімату в геологічному минулому є викопні флора і фауна, пилок доісторичних рослин, ознаки процесів вивітрювання і нагромадження осадових відкладів, розподіл суші й моря в різні геологічні епохи, рельєф тощо.

Існують спроби реконструкції кліматів геологічного минулого. Найбільш розроблені уявлення про зміну кліматів четвертинного періоду плейстоцену, а про більш давні геологічні епохи наявні відомості більш загального характеру. Протягом останнього мільярда років клімат Землі в помірних і високих широтах був в основному теплішим, льоди протягом переважаючої частини даного періоду були відсутні, кліматична зональність не була виражена так чітко, як нині, тропічна флора була поширена до високих широт. На фоні цього теплого клімату неодноразово відбувалися порівняно короткочасні похолодання протягом кількох сот тисяч або мільйонів років. В ці періоди кліматична зональність ускладнювалась, посилювалися контрасти між високими полярними і тропічними широтами. Останнім таким холодним періодом був четвертинний, під час якого льодовикові епохи змінювалися міжльодовиковими. Від початку першого четвертинного зледеніння минуло 600 - 700 тисяч років, а останнє закінчилось 10 - 12 тисяч років тому. Ми живемо у міжльодовиковий період, хоча великі площі Землі в полярних широтах перебувають під льодовиковим покривом.

Зміни клімату проходять не **відокремлено**, а в **тісному зв'язку** й **взаємодії** з елементами географічного **середовища**. З них найбільш важливими, як ми вже відзначали раніше, є **розподіл** суходолу й моря, рельєф, ґрунтовий і рослинний покрив, тваринний **світ** і ін. Особливо сильні коливання клімату проходили в попередні географічні епохи. Наприклад, у четвертинний період кількаразові вторгнення льодовиків **викликали** сильні зміни кліматичних умов на великих площах земної **кулі**. Як **вважають** учені, у четвертинний період, який почався 800 тис. років тому, були кількаразові заледеніння. При цьому число їх на різних **ділянках** Землі було **різним**. Наприклад, відомі Дніпровське заледеніння, Московське, Омське, Валдайське заледеніння **відбувалося** головним чином за рахунок зниження температури повітря **влітку**, що сприяло **нагромадженню** твердих опадів у

вигляді льоду. Льодовикові періоди чергуються з теплими міжльодовиковими епохами.

Існує ряд гіпотез, які пояснюють настання час від часу заледеніння на Землі: космічна, астрономічна й геологічна.

Космічна гіпотеза пояснює настання заледеніння в результаті коливань постійної Сонця - зміни інтенсивності сонячного випромінювання в результаті протікання на Сонце різних фізико-хімічних процесів. Зміна інтенсивності випромінювання Сонця зв'язане також з рухом Сонця в космосі. Дійсно, Сонце проходить через різні ділянки космосу, що мають різну концентрацію міжзоряної речовини - космічний пил, частки матерії, які можуть затримувати або поглинати частина сонячного випромінювання, у результаті чого на Землю попадає менше тепла.

Астрономічна гіпотеза пояснює зміну клімату результатом зміни нахилу площини еклектики (екліптики) і зміни ексцентриситету (ексцентриситет) земної орбіти. Нахил екліптики, тобто нахил площини земної орбіти до площини земного екватора, не залишається постійним, а змінюється від 22,0 до 24,50 протягом приблизно 40 тисяч років. У цей час цей нахил становить 23,50, збільшення нахилу викликає підвищення температури у високих широтах і зниження її в тропічних, зменшення нахилу діє навпаки.

Вплив ексцентриситету земної орбіти на клімат полягає в наступному: відомо, що Земля рухається навколо Сонця не по круглій, а по еліптичній орбіті. Ексцентриситет - ступінь витянутості еліптичної орбіти, від чого й залежить зміна клімату на Землі. Чим більше ексцентриситет, тим еліпс значніше відрізняється від кола. У цей час він становить 0,17, але може мінятися до нуля. Період коливання ексцентриситету 92 тис. років. Чим він більше, тим Земля ближче до Сонця, що впливають із цього наслідками для клімату Землі, тобто взимку Сонце буде ближче до північної півкулі, а влітку - далі. Отже, зима буде теплої, літо - прохолодним. Астрономічні фактори, розглянуті нами, діють на клімат Землі одночасно. Деякі вчені, не заперечуючи впливу на клімат Землі космічних і астрономічних факторів, вважають, що основним фактором, що впливають на зміну клімату в різні геологічні епохи й періоди, є зміни поверхні, що підстилає, - зміни в розподілі суходолу й моря, висоти над рівнем моря, берегової лінії, рельєфу й рослинного покриву. Геологічна гіпотеза вважає, що клімат Землі міняється в результаті зміни положення полюсів земної осі й руху континентів. Дійсно, історична геологія свідчить про те, що місце розташування полюсів в історії існування Землі мінялося неодноразово: у цей час відоме, що в Антарктиді виростала субтропічна рослинність, на острові Шпіцберген поклади високоякісного кам'яного вугілля свідчать про буйну рослинність у минулі геологічні епохи. Відомо також, що суша багато мільйонів років тому являла собою єдине ціле, у цей час ми спостерігаємо знову зближення материків зі швидкістю 1 мм у рік.

Таким чином, кількарразове переміщення північного й південного полюсів земної кулі, а також рух материків у північному, південному,

західному й східному напрямках викликали зміна клімату на різних ділянках земної кулі.

Існує також гіпотеза, що пояснює зміну клімату на Землі, пов'язана з виверженням вулканів, що викликають запилення атмосфери й зменшення потоку тепла від Сонця, і падінням великих космічних тіл на поверхню Землі - астероїдів. Ці падіння супроводжуються викидом в атмосферу величезної кількості пили, який екранує поверхня Землі від сонячного випромінювання й тим самим знижує температуру атмосфери й поверхні Землі.

Причини названих коливань клімату криються в змінах системи загальної циркуляції атмосфери. Виявлено тісні зв'язки між коливаннями загальної циркуляції й клімату протягом кількох десятків років, яка ж причина коливань загальної циркуляції? Причину шукають переважно в змінах сонячної активності. В змінах клімату чітко проявляються 11- і 80-річні цикли, які відповідають основним ритмам коливань сонячної активності. Можливо, до тих циклів приєднуються й періодичні зміни швидкості обертання Землі, які впливають на силу Каріоліса. Зв'язки клімату та загальної циркуляції з сонячною активністю встановлені тільки статистично, а механізм впливу ще не вивчений, хоча відомо, що сонячна активність безпосередньо впливає на фізичний стан іоносфери.

Великий вплив на місцевий клімат і мікроклімат чинить господарська діяльність людини, яка розглядається зараз як антропогенний фактор клімату. Дія цього фактора відбивається в додатковому надходженні теплоти в атмосферу, вуглекислого газу та аерозолів при спалюванні великої кількості палива, а також у змінах характеру земної поверхні та її відбиваючої і поглинаючої властивості. Продукти викиду літаків впливають на озоновий шар підсилюючи тим самим ультрафіолетову радіацію. Випробування ядерної зброї також негативно впливає на погоду і клімат. Всі антропогенні причини спричинюють територіально обмежені, але помітні зміни місцевого клімату. Наприклад, клімат міст, особливо великих, значно відрізняється від клімату навколишніх районів.

## **9.2.Наукові дослідження кліматичних процесів.**

Для розширення границь метеорологічної науки істотно важливим є міжнародне співробітництво в наукових дослідженнях. Програма ВМО по атмосферних дослідженнях і навколишнім середовищі (ПАДНС) — це всеосяжна програма з двома пріоритетними компонентами:

- Всесвітня програма метеорологічних досліджень (ВПМД), націлена на поліпшення якості прогнозування погоди;
- Програма по наукових дослідженнях в області тропічної метеорології (ПДТМ), призначена для дослідження тропічних погодних систем, особливо циклонів.

Всесвітня програма досліджень клімату (ВПДК) націлена на розвиток фундаментального наукового розуміння фізичної кліматичної системи і кліматичних процесів, необхідного як для визначення меж передбачуваності

клімату, так і меж впливу людини на нього. ВПДК охоплює дослідження глобальної атмосфери, океанів, морського льоду і льоду на поверхні суші, а також поверхні суші, що усі разом складають фізичну кліматичну систему Землі. На широкій основі сформульована міждисциплінарна наукова стратегія, у рамках якої пропонується широке коло з можливих видів діяльності по дослідженню усіх фізичних аспектів клімату і його зміни.

Мережа Глобальної служби атмосфери складає 22 наземні обсерваторії. Дані зі станцій моніторингу критично важливі для розуміння взаємозв'язку між складом атмосфери і змінами в глобальному і регіональному кліматі. Ці дані також вносять свій внесок у розуміння процесів переносу потенціально небезпечних речовин на великі відстані і їхні випадання над екосистемами на суші, над прісноводними і морськими екосистемами, а також у розуміння природного циклу хімічних складових глобальної системи атмосфера, океан, біосфера.

### **9.3. Особливості клімату України.**

#### **9.3.1. Чинники формування клімату України.**

Клімат України змінюється як з півночі на південь, відповідно до географічної широти, так і з північного заходу, де теплі повітряні маси мають найбільший вплив, на південний схід, де вони поступово ослаблюються і стають сухими. У цьому ж напрямі зростає і континентальність клімату.

Літо на Україні скрізь довге і тепле, лише в Карпатах та Кримських горах воно помітно холодніше і коротше. Зима на всій території відносно холодна, сніжна, крім Південного берега Криму. Середньорічна температура повітря на території України коливається від +5,5 до  $T$  у північних, до +11 - +13°C у південних районах. Всюди найнижча температура припадає на січень, найвища - на липень. Максимальні температури, відмічені на Україні, становлять у Криму на березі моря близько 37°C, у степовій частині півострова 38°C, на півдні степової зони 39-40°C, у центральній частині України 38°C, а на півночі близько 37°C. Абсолютні мінімуми температури зареєстровано такі; Південний берег Криму.-16, -18°C, у північно-східних районах республіки -41°C і в північних -35, -36°C. На Закарпатті температура не була нижчою -34°C.

Для клімату України характерні часті і різкі зміни температури, особливо взимку і в перехідні пори року. Восени часто буває тимчасове потепління, яке супроводжується сухою, малохмарною погодою. Взимку температура також може підніматися вище 0°C, досягаючи іноді 12°C тепла. Особливо часті і тривалі відлиги бувають у Криму у степовій зоні, у Закарпатті і в західних областях. Через відлиги у цих районах не буває сталого снігового покриву і часто спостерігаються ожеледі.

Зокрема, на території України автори виділяють такі ефекти:

1. Ефект вирівнювання кліматичного поля середньомісячних приземних температур. В тих регіонах і для тих місяців, де порівняно холодно –

приземна температура підвищилась, а там де вона порівняно висока – практично не змінилась.

2. Ефект деконтиненталізації клімату. Амплітуда сезонного ходу (річної гармоніки) температури приземного повітря знизилась приблизно на 0,4К при середній місячній метеорологічній нормі амплітуди 12,6К.

3. Ефект вирівнювання кліматичного поля річних сум опадів. У північно-західних регіонах України річна сума опадів знизилась приблизно на 5 %, а в південно-східних вона підвищилась приблизно на 15 %.

4. Ефект немонотонної трансформації кліматичного поля середньомісячних інтенсивностей атмосферних опадів. Інтенсивність опадів стала збільшуватись для тих регіонів і місяців, для яких норма або мала, або висока; там де норма середня інтенсивність навпаки знизилась.

### **9.3.2. Причини змін клімату.**

На сьогодні не існує єдиної точки зору на причини глобального потепління. Більшість фахівців-кліматологів та наукових установ; у тому числі і такі поважні організації, як Всесвітня метеорологічна організація (ВМО), Департамент енергетики США, Королівська метеорологічна спілка Великобританії, Департамент фізіології вивчення навколишнього середовища (Великобританія) та інші вважають, що основною причиною глобального потепління стали значні викиди в атмосферу промислових і природних газів, зокрема вуглекислого газу ( $\text{CO}_2$ ), метану ( $\text{CH}_4$ ), оксиду азоту ( $\text{N}_2\text{O}$ ), тропосферного озону ( $\text{O}_3$ ), хлорфторвуглеводів, що майже прозорі для короткохвильової сонячної радіації, але здатні затримувати частку теплового випромінювання планети, що і спричинило формування парникового ефекту.

Міжнародна група експертів зі змін клімату також вважає безспірним висновок щодо панівної ролі антропогенного фактору у розвитку процесу глобального потепління. Але останнім часом позиція вчених відносно причин глобального потепління почала зазнавати серйозних змін, особливо після детальних досліджень керну із глибоких свердловин льодового покриву Антарктиди і Гренландії. Виявилось, що концентрат парникових газів і глобальна температура в минулому змінювались паралельно, а на сучасному відрізку часу вміст газів за останні 100 років різко збільшився, тоді як зміни температури не виходять за рамки її природних флуктуацій. Аналізуючи результати дослідження керну, відомий російський вчений, заступник академіка-секретаря відділення океанології, фізики атмосфери і географії РАН В.М.Котляков, звернув увагу на те, що в оцінці глобальних змін циркуляції і їх зв'язку з кліматом акценти сьогодні в значній мірі зміщуються від циркуляції в атмосфері до циркуляції в океані. При цьому вважається, що океан відіграє вирішальну роль в меридіональному переносі тепла до полюсів, змінюючи глобальний клімат.

Підсумовуючи, необхідно констатувати, що погоду і клімат Землі в значній мірі визначають надзвичайно складні процеси взаємодії океану, атмосфери, ґрунтів, лісів і інших природно-технічних систем, які ще не

достатньо вивчені. При цьому загалом можна погодитись, що зміни клімату зумовлені з ними земними і неземними явищами, зокрема станом атмосфери і океану, випромінюванням сонця, дрейфом континентів тощо, а регулярне повторення переходів від льодовикових періодів до більш теплих епох зумовлене космічними факторами, зокрема ледь помітними змінами геометрії земної орбіти, відстані планети від Сонця, нахилу земної осі, форми орбіти.

Виходячи з наведеного щодо причин глобальних змін клімату, необхідно підкреслити, що, на наш погляд, ці зміни є результатом взаємодії факторів і техногенного і природного походження. Але вплинути ми можемо лише на антропогенні чинники, тому і заходи, які вже здійснюються і ті, що будуть здійснюватись в майбутньому необхідно спрямовувати перш за все на мінімізацію впливу саме антропогенних чинників.

### **9.3.3.Небезпечні погодні явища в Україні.**

**Посуха** – це такий стан погоди, який призводить до тривалої і значної нестачі опадів порівняно з нормою при підвищених температурах повітря та випаровуванні. Під час посухи порушується водний баланс рослини. Вона не може повністю забезпечити себе водою через високу температуру і значну сухість повітря та зв'язане з ними надмірне випаровування, відсутність достатньої кількості вологи в ґрунті та порушення фізіологічних процесів у рослині.

**Суховій** – це сухий і пекучий вітер із швидкістю 5 м/с і більше, коли вологість повітря низька, а температура висока. Він порушає водний баланс рослин. Сама назва «суховій» свідчить про те, що головна особливість його сушити ґрунь і рослини. Тому й осінні сухі вітри, які значно холодніші, ніж літні й весняні, також називають суховіями. Так, у південних районах України у жовтні бувають суховії при температурі +8-10°C.

Всюди, де бувають посухи, бувають і суховії. Але суховії спостерігаються і там, де посух не буває, наприклад у наших вологих субтропіках на чорноморському узбережжі. Тут суховії пов'язані з фенами (сухими гірськими вітрами). На території України є два райони, де найчастіше бувають суховії. Перший з них включає Миколаївську, Дніпропетровську, Запорізьку, Херсонську і центральні степові райони Кримської області; другий – східні райони Луганської області та південно - східні райони Донецької області.

Дослідження циркуляції повітряних мас під час посух і суховіїв показали, що причиною посух і суховіїв на Україні є вторгнення відносно холодних і сухих мас повітря з півночі й північного заходу в системах малорухливих областей високого тиску (антициклонів).

Холодне повітря, пересуваючись над континентом з арктичних районів на південь, весь час прогрівається і в міру підвищення його температури стає сухішим, унаслідок чого посилюється висихання ґрунту. У південні райони

повітря приходить відносно теплим і сухим. Тут воно ще більше прогрівається і висушується.

Тривалі посухи зв'язані з антициклональним режимом погоди. Ясне небо, відсутність дощу, висока температура й сухість повітря – властиві антициклону.

При надходженні холодних повітряних мас з півночі під час посух і суховіїв свідчить про те, що в травні перед настанням посушливої погоди часто бувають похолодання, які супроводжуються заморозками.

**Пилові бурі** – це перенесення сильним вітром великої кількості пилу (або піску) внаслідок видування й розвіювання повітряними течіями поверхневих шарів ґрунту.

Виникнення пилових бур зумовлює комплекс факторів, до яких належить сильний вітер (понад 10-14 м/с), висушеність і розпилення верхнього шару ґрунту. Відсутність, або слабкий розвиток рослинного покриву, наявність великих відкритих ділянок. Взимку цьому сприяють ще й відсутність снігового покриву, слабка цементация ґрунту і його неглибоке промерзання. У нашій країні пилові бурі називають чорними бурями. Це пов'язано з тим, що вони найчастіше утворюються в областях, де поширені чорноземи та темно-каштанові ґрунти.

Сильні пилові бурі, які охоплюють усі степові області України, бувають в основному один раз на десять років, а бурі середньої сили – один раз на три роки. Бурі місцевого характеру, що виникають в окремих районах нижньодніпровських пісків, спостерігаються щорічно рано навесні або взимку.

Найбільшу кількість чорних бур зареєстровано в Херсонській, Дніпропетровській, Запорізькій і Кіровоградській областях. Тут у середньому буває за рік 6-14 днів з чорними бурями, а в деякі роки – 27-28.

Пилові бурі на Україні бувають в усі пори року, навіть узимку. Причому в Степовій зоні вони спостерігаються найчастіше, а в Лісостеповій і на Поліссі – влітку.

**Заморозками** називають короткочасні зниження температури приземного шару повітря і поверхні ґрунту до 0<sup>0</sup>С нижче в теплу пору року. Вони бувають у ночі або вранці (перед сходом сонця) при ясній погоді. Пониження температури можливе і в інші часи доби якщо відбувається загальне похолодання.

#### **9.3.4. Кліматичне районування України. Загальне і спеціальне районування.**

*Агрокліматичне районування* – це поділ території на окремі райони з більш-менш подібними кліматичними умовами (близькими за агрокліматичними показниками), які мають важливе значення для

сілськогосподарського виробництва. Розрізняють два вида агрокліматичного районування: загальне і спеціальне. Перше з них дає змогу оцінити в цілому кліматичні ресурси окремих районів для потреб сілського господарства. Спеціальне районування стосується невеликих територій, окремих культур і їх сортів, прийомів агротехніки тощо.

Агрокліматичне районування проводиться за окремими агрокліматичними показниками: середніми багаторічними сумами добових температур вище  $+10^{\circ}\text{C}$ , величинами гідротермічних коефіцієнтів та іншими показниками зволоження в теплий період, критичними температурами в холодний (для умов перезимівлі), повторюваністю й інтенсивністю різних несприятливих для сілського господарства метеорологічних явищ тощо. Зазначені агрокліматичні показники наносять на географічні карти (по одному, кілька або всі разом), на яких проводять відповідні ізолінії, або карти замальовують різними фарбами. Такі карти називають картами агрокліматичного районування (певної території). Їх передають відповідним органам сілського господарства для практичного використання.

*Агрокліматичні аналоги* – це найголовніші агрокліматичні показники, які визначають можливість вирощування в тому чи іншому районі земної кулі окремих сілськогосподарських культур або їх сортів і спеціалізації сілськогосподарського виробництва.