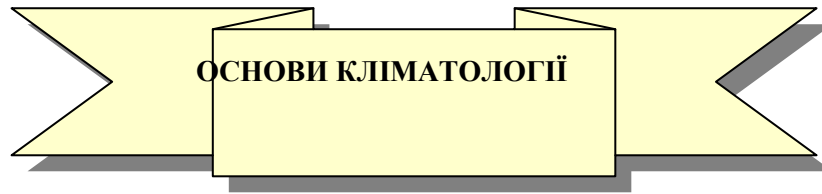


# Модуль 3



## ПРОГРАМІ МАТЕРІАЛИ ДО МОДУЛЯ 3

**Загальні закономірності формування клімату.** Радіацій-ний і тепловий режим кліматичної системи. Радіаційні процеси і їхня роль у формуванні клімату. Тепловий баланс, його екологічна роль. Основні закономірності географічного розподілу складових теплового балансу. Географічні фактори формування клімату, їх екологічна роль. Вітровий режим біля поверхні Землі. Пасати, мусони, їх екологічні наслідки. Кліматичні фронти. Вологообіг як екологічний фактор. Складові вологообігу. Основні закономірності просторового розподілу характеристик вологості, хмарності, випару, опадів, їх екологічна роль.

Екологічна характеристика кліматичних ресурсів: агрокліматичні, геліоенергетичні, вітроенергетичні. Вплив погодно-кліматичних умов на працездатність людини.

**Класифікація кліматів Землі.** Значення і мета класифікації кліматів. Класифікація кліматів В. Кеппена і Б. П. Алісова. Зміни і коливання клімату. Роль антропогенних факторів у зміні клімату.

Оцінка меж кліматичної комфортності. Поняття екстремального середовища. Акліматизація. Біокліматичні індекси: індекси ефективних температур, індекси холодного стресу, індекси суворості і континентальності клімату і їх роль для екологічної оцінки клімату.

Екологічна роль погоди і клімату в індустрії відпочинку, туризму, спорту. Еколого-кліматичні оцінки купального сезону на водоймах. Нормування терморегуляційних навантажень. Кліматотерапія.

**Клімат України.** Особливості формування клімату України. Радіаційний і тепловий баланс. Розподіл по території України їх складових. Екологічні особливості циркуляційних процесів в окремі сезони. Вплив Чорного й Азовського морів, гірських систем Карпат і Кримських гір на характеристики клімату, загальні закономірності просторового розподілу метеорологічних показників. Екологічна оцінка небезпечних стихійних явищ (зливи, ожеледь, хуртовини, суховії і т. д.).

**Динаміка клімату.** Закономірності динаміки клімату. Методи синоптичної метеорології. Екологічна роль прогнозу погоди.

## НАВЧАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ДО МОДУЛЯ 3

### 3.1. ЗАГАЛЬНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ФОРМУВАННЯ КЛІМАТУ

Протягом геологічної історії Землі (4,65 млрд. років) разом із земною природою змінювався склад атмосфери, її маса і клімат. За цей період часу багаторазово змінювалися обриси материків, конфігурація і висота гірських систем, площа суші й океану, відбувалися зміни світності Сонця, коливання ексцентриситету земної орбіти і нахилу осі обертання Землі до площини екліптики, а також уповільнення швидкості обертання Землі. Отже, відбувалися зміни теплообігу, вологообігу й атмосферної циркуляції.

Тимчасові масштаби можливих причин кліматичних змін надзвичайно широкі. Так, зміна світності Сонця за межами 1 % сонячної постійної може відбуватися за 109 років. Варіації орбітальних параметрів, прецесії рівнодення і зміни нахилу осі обертання Землі до площини орбіти складають відповідно 92, 21 і 40 тис. років. Тимчасові масштаби рухів земної кори дорівнюють 105-109 рокам. Утворення стратосферного аерозолу унаслідок вулканічних вивержень може приводити до кліматичних змін у широких межах – від 10 до 108 років. З іншого боку, внутрішня мінливість кліматичної системи визначається різними механізмами прямих і

зворотних зв'язків між складовими системи: атмосферою, океаном, кріосферою, поверхнею суші і біосферою, що можуть діяти в тимчасових масштабах від 10 до 10<sup>2</sup> років.

В теперішній час людство живе в період зміни клімату. Тому важливими є знання основних закономірностей формування клімату з метою подальшого прогнозування його змін.

**Глобальний клімат** – статистична сукупність станів, які проходить кліматична система за періоди часу в кілька десятиліть.

Компоненти кліматичної системи і різні процеси, що впливають на формування і зміни клімату, поділяють на зовнішні і внутрішні.

До *зовнішніх процесів* відносять:

- приплив сонячної радіації;
- зміни складу атмосфери, викликані процесами в літосфері і припливом аерозолів і газів з космосу;
- зміни обрисів океанів, суші, орографії, рослинності.

До *внутрішніх процесів* відносять:

- взаємодії атмосфери з океаном, з поверхнею суші і льодом (теплообмін, випар, опади);
- взаємодія лід-океан;
- зміна газового й аерозольного складу атмосфери;
- хмарність;
- сніжний і рослинний покрив;
- рельєф і обриси материків.

Розподіл метеорологічних величин у просторі і в часі визначає розподіл локальних кліматів на земній кулі.

**Локальний клімат** – сукупність атмосферних умов за багаторічний період, характерних для даної місцевості в залежності від її географічного положення.

### **Теплообмін, вологообмін і атмосферна циркуляція як кліматоутворюючі фактори**

В атмосферних умовах теплообмін характеризує складні процеси одержання, передачі, переносу і втрати тепла в системі Земля-атмосфера. Пряма сонячна радіація, що пройшла через атмосферу, і розсіяна радіація частково відбиваються від земної поверхні, але в більшій частині поглинаються нею і нагрівають верхні шари ґрунту і водойм. Земна поверхня випускає невидиму інфрачервону радіацію, що у більшій частині поглинає атмосфера, і нагрівається. Атмосфера випромінює інфрачервону радіацію, велику частину якої поглинає земна поверхня. Одночасно земна й атмосферна радіації безупинно випромінюються у світовий простір і разом з відбитою сонячною радіацією врівноважують приплив сонячної радіації до Землі. Частина променистої енергії йде на нагрівання земної поверхні й атмосфери.

Крім теплообміну шляхом випромінювання між землею поверхнею й атмосферою відбувається обмін теплом шляхом теплопровідності. У передачі тепла усередині атмосфери важливу роль відіграє перемішування повітря у вертикальному напрямку. Значна частина тепла, що надходить на земну поверхню, затрачується на нагрівання води. При конденсації водяної пари в атмосфері виділяється тепло, що йде на нагрівання повітря. Істотним процесом у теплообміні є горизонтальний перенос тепла повітряними течіями.

Температура повітря має добовий і річний хід у залежності від припливу сонячної радіації по широтах, розподілу суші і моря, що мають різні умови поглинання радіації і відповідно по-різному нагріваються, а також горизонтального переносу повітря з океану на сушу і із суші на океан.

Між атмосферою і землею поверхнею відбувається постійний вологообмін. З водної поверхні, ґрунту, рослинності в атмосферу випаровується вода, на що затрачується велика кількість тепла з ґрунту і верхніх шарів води. У реальних умовах в атмосфері водяна пара конденсується, унаслідок цього виникають хмари і тумани. Опади, що випадають із хмар, врівноважують випар у цілому для всієї земної кулі. Кількість опадів і розподіл їх у просторі і в часі визначають особливості рослинного покриву і землеробства. Від розподілу кількості опадів, їхньої мінливості залежить

гідрологічний режим водойм. Промерзання ґрунту, режим багаторічної мерзлоти обумовлені висотою сніжного покриву.



Сукупність основних повітряних течій, що реалізують горизонтальний і вертикальний обмін мас повітря, – це *загальна циркуляція атмосфери*.

Нерівномірний розподіл тепла в атмосфері приводить до нерівномірного розподілу атмосферного тиску і як наслідок руху повітря. На характер руху повітря щодо земної поверхні великий вплив має добове обертання Землі. У прикордонному шарі атмосфери на рух повітря впливає тертя.

Прояв загальної атмосферної циркуляції у першу чергу залежить від постійно виникаючих в атмосфері хвиль і вихорів, що переміщуються з різною швидкістю. Це утворення атмосферних збурень (циклонів і антициклонів) – характерна риса атмосферної циркуляції. Загальна циркуляція атмосфери є однією з характеристик стану кліматичної системи. З переміщеннями повітря пов'язані основні зміни погоди.

Стан глобальної кліматичної системи визначає характер кліматоутворюючих процесів – атмосферної циркуляції, теплообміну і вологообміну, що виявляються в різних географічних регіонах. У зв'язку з цим типи локальних кліматів залежать від широти, розподілу суші і моря, орографії, ґрунту, рослинного і сніжного покриву, океанічних течій.

### Вплив географічної широти на клімат



Географічна широта визначає зональність у розподілі елементів клімату. Сонячна радіація надходить на верхню границю атмосфери в залежності від географічної широти, що визначає полуденну висоту Сонця і тривалість опромінення. Радіація, що поглинається земною поверхнею, розподіляється складніше, тому що залежить від хмарності, альбедо поверхні, ступеня прозорості повітря.

Зональність лежить і в основі розподілу температури повітря, що залежить не тільки від поглиненої радіації, але і від циркуляційних умов. Зональність у розподілі температури приводить до зональності інших метеорологічних величин клімату.

Вплив географічної широти на розподіл метеорологічних величин стає помітніше з висотою, коли слабшає вплив інших факторів клімату, пов'язаних із земною поверхнею.

### Зміна клімату з висотою



Атмосферний тиск із висотою падає, сонячна радіація й ефективне випромінювання зростають, температура, питома вологість зменшуються. Вітер досить складно змінюється за швидкістю і напрямком.

Такі зміни відбуваються у вільній атмосфері над рівнинною місцевістю, з великими чи меншими збуреннями (пов'язаними з близькістю земної поверхні) вони відбуваються й у горах. У горах намічаються і характерні зміни з висотою хмарності й опадів. Опади, як правило, спочатку зростають з висотою місцевості, але, починаючи з деякого рівня, їх кількість зменшується. У результаті в горах створюється висотна кліматична зональність.

Кліматичні умови можуть значно розрізнятися в залежності від висоти місцевості. При цьому зміни з висотою набагато більші, ніж зміни із широтою – у горизонтальному напрямку.

Висотна кліматична зональність визначається тим, що в горах зміна метеорологічних величин з висотою створює швидко зміну всього комплексу кліматичних умов. Утворюються лежачі одна над іншою кліматичні зони (чи пояси) з відповідною зміною рослинності. Зміна висотних кліматичних поясів нагадує зміну кліматичних зон у широтному напрямку. Різниця полягає в тому, що зміни у горизонтальному напрямку відбуваються протягом тисяч кілометрів, а в горах для зміни кліматичного поясу потрібне збільшення або зменшення висоти на кілька кілометрів. Типи рослинності в горах змінюються в наступному порядку. Спочатку йдуть листяні ліси. У сухих кліматах вони починаються не від підніжжя гір, а з деякої висоти, де температура падає, а опади зростають настільки, що стає можливим виростання деревної рослинності. Потім йдуть хвойні ліси, чагарники, альпійська рослинність із трав і сланких чагарників. За сніговою лінією починається зона постійного снігу і льоду.

Верхня межа лісу в районах із сухим континентальним кліматом піднімається вище, ніж у районах з вологим океанічним кліматом. На екваторі вона досягає 3800 м, а в сухих районах субтропіків – вище 4500 м. Від помірних широт до полярних межа лісу швидко знижується в

зв'язку з тим, що виростання лісу обмежене середньою липневою температурою. Зміна висотних кліматичних зон у горах за полярним колом зводиться до зміни зони тундри на зону постійного морозу.

Межа землеробства в горах близька до межі лісу; у сухому континентальному кліматі вона проходить значно вище, ніж у морському. У помірних широтах ця межа порядку 1500 м. У тропіках і субтропіках польові культури вирощують до висот близько 4000 м, а на Тибетському нагір'ї – вище 4600 м.

### Вплив розподілу моря і суші на клімат

Розподіл суші і моря визначає розподіл типів клімату на морський і континентальний.

Зональність кліматичних характеристик виявляється порушеною чи перекритою впливом нерівномірного розподілу суші і моря. У південній півкулі, де океанічна поверхня переважає, а розподіл суші більш симетричний щодо полюса, ніж у північній, зональність у розподілі температури, тиску, вітру виражена краще.

За допомогою багаторічних карт середнього тиску була встановлена залежність зміни атмосферної циркуляції від розподілу суші і моря: у субтропіках зона високого тиску розвивається над материками влітку; у помірних широтах над материками відбувається переважання високого тиску узимку і низького тиску влітку. Це ускладнює систему атмосферної циркуляції і, як наслідок, розподіл кліматичних умов на Землі.

Положення місця щодо берегової лінії істотно впливає на режим температури, вологості, хмарності, опадів, визначаючи ступінь континентальності клімату.

### Континентальність клімату, індекси континентальності

**Континентальність клімату** – сукупність характерних рис клімату, обумовлених впливами материка на процеси кліматоутворення.

У кліматі над морем (морський клімат) спостерігаються малі річні амплітуди температури повітря в порівнянні з континентальним кліматом над сушею з великими річними амплітудами температури.

Річний хід температури повітря на широті 62° пн. ш. у Торсхавне і Якутську відображає географічне положення цих пунктів: у першому випадку – у західних берегів Європи, у другому – у східній частині Азії. Середня річна амплітуда в Торсхавне 8°, у Якутську 62 °С. На континенті Євразія спостерігається зростання річної амплітуди в напрямку з заходу на схід.

Величина річної амплітуди температури повітря залежить від географічної широти. У низьких широтах річні амплітуди температури менше в порівнянні з високими широтами.

### Орографія і клімат



На кліматичні умови в горах впливає: висота місцевості над рівнем моря, висота і напрямок гірських хребтів, експозиція схилів, напрямок переважних вітрів, ширина долин, крутість схилів.

Повітряні течії можуть затримуватися і відхилятися хребтами. У вузьких проходах між хребтами швидкість повітряних течій змінюється. У горах виникають місцеві системи циркуляції – **гірничо-долинні і льодовикові вітри.**

Над схилами, по-різному експонованими, створюється різний режим температури. Форми рельєфу впливають на добовий хід температури. Затримуючи перенос мас холодного чи теплого повітря, гори створюють різкі розділи в розподілі температури на великих географічних просторах.

У зв'язку з перетіканням повітряних течій через хребти на навітряних схилах гір збільшуються хмарність і опади. На підвітряних схилах виникають фени з підвищенням температури і зменшенням вологості. Над горами виникають хвильові збурювання повітряних течій і особливі форми хмар. Над нагрітими схилами гір також збільшується конвекція, а отже, і хмароутворення. Усе це відбивається в багаторічному режимі клімату гірських районів.

## Океанічні течії і клімат



Океанічні течії створюють особливо різкі розходження в температурному режимі поверхні моря і тим самим впливають на розподіл температури повітря і на атмосферну циркуляцію. Стійкість океанічних течій приводить до того, що їхній вплив на атмосферу має кліматичне значення. Гребінь ізотерм на картах середньої температури наочно показує теплий вплив Гольфстріму на клімат східної частини Північної Атлантики і Західної Європи.

Холодні океанічні течії також виявляються на середніх картах температури повітря відповідними збуреннями в конфігурації ізотерм – язиками холоду, спрямованими до низьких широт.

Над районами холодних течій збільшується повторюваність туманів, зокрема в Ньюфаундленді, де повітря може переходити з теплих вод Гольфстріму на холодні води Лабрадорської течії. Над холодними водами в пасатній зоні ліквідується конвекція і різко зменшується хмарність. Це, у свою чергу, є чинником, що підтримує існування так званих прибережних пустель.

## Вплив снігового і рослинного покриву на клімат



Сніговий (крижаний) покрив зменшує втрату тепла ґрунтом і коливання її температури. Поверхня покриву відбиває сонячну радіацію вдень і охолоджується випромінюванням уночі, тому вона знижує температуру приземного шару повітря. Навесні на танення снігового покриву витрачається велика кількість тепла, що береться з атмосфери. Таким чином, температура повітря над сніговим покривом, що тане, залишається близькою до нуля. Над сніговим покривом спостерігаються інверсії температури: узимку – пов'язані з радіаційним вихолоджуванням, навесні – з таненням снігу. Над постійним сніговим покривом полярних областей навіть улітку відзначаються інверсії або ізотермії. Танення снігу збагачує ґрунт вологою і має велике значення для кліматичного режиму теплого часу року. Велике альбедо снігового покриву приводить до посилення розсіяної радіації і збільшення сумарної радіації й освітленості.



Густий трав'яний покрив зменшує добову амплітуду температури ґрунту і знижує її середню температуру. Отже, він зменшує добову амплітуду температури повітря. Більш складний вплив на клімат має ліс, що може збільшувати над собою кількість опадів, унаслідок шорсткості підстилаючої поверхні.

Однак вплив рослинного покриву має в основному мікрокліматичне значення, поширюючись переважно на приземний шар повітря і на невеликі площі.