

Тема 8. ПОГОДА І КЛІМАТ.

План

1. Погода.
 - 1.1. Елементи погоди
 - 1.2. Синоптичний аналіз і завбачення погоди
 - 1.3. Класифікація погоди
2. Клімат.
 - 2.1. Класифікація кліматів
 - 2.2. Зміни і коливання клімату в геологічній історії Землі

1. Погода.

1.1. Елементи погоди

Погодою називають сукупність атмосферних процесів і метеорологічних величин, які характеризують фізичний стан атмосфери в певний момент або проміжок часу. Закономірні зміни погоди - це режим погоди. Погода характеризується наступними метеорологічними елементами: сонячна радіація, тривалість сонячного сяння в годинах, температура повітря і поверхні ґрунту, вологість повітря, атмосферний тиск, вітер, хмарність, опади /кількість, кількість днів з опадами, види опадів, час випадання/, сніговий покрив, горизонтальна видимість, наземні опади та інші атмосферні явища /іній, паморозь, ожеледиця, гроза, тумани, полярні сніжки, веселка, кола й вінці навколо Сонця і Місяця/.

Спостереження за елементами погоди проводяться синхронно на метеостанціях всього світу через кожних три години за гринвіцьким часом. Результати спостережень передаються телеграфом, телефоном або за допомогою радіозв'язку в організації Служби погоди для складання синоптичних карт. Служба погоди виникла в зв'язку з потребою в своєчасній інформації населення, адміністративних і господарських установ про стан погоди, її зміни і передбачення умов погоди на майбутній час. Служба погоди складається з сітки синоптичних станцій і центрально-республіканських, обласних, портових та інших бюро погоди.

1.2. Синоптичний аналіз і завбачення погоди

Відомості про метеоеlementи передаються в Гідрометеорологічні центри в зашифрованому вигляді. Цифрами та значками ці дані наносять на синоптичні карти погоди, які складають 4 рази на добу або за кожний термін спостережень. Нині карти складають тільки в основних гідрометеоцентрах і передають за допомогою факсимільної передачі або комп'ютерного зв'язку в регіональні гідрометеоцентри. На синоптичних картах показують такі синоптичні об'єкти, як розподіл тиску, повітряні маси і фронти, розташування і властивості атмосферних хвилювань, характер і поширення хмарності та опадів, розподіл температури тощо. Синоптична карта дає інформацію про стан погоди в момент спостережень, а серія таких карт показує зміни стану атмосфери, рух і еволюцію атмосферних процесів, трансформацію і взаємодію повітряних мас. Головною метою синоптичного аналізу є завбачення погоди. Прогноз на 1 - 2 доби називають короткостроковим, а на тиждень, декаду, місяць, сезон - довгостроковим. Для

завбачення погоди на 1 добу потрібні відомості на території всієї країни або материка, на 2 доби - відомості про всю півкулю, а на 3 доби - відомості про стан атмосфери на всій Земній кулі.

При завбаченнях погоди користуються передусім методом екстраполяції в часі й просторі на підставі зіставлення синоптичних карт. Іноді уточнюються результати за картами багатьох попередніх років виходячи із законів динаміки і термодинаміки атмосфери.

Короткострокові завбачення не вільні від помилок, але в цілому вважаються задовільними. Можливості поліпшення точності завбачення шукають у введенні обчислювальних методів прогнозу за допомогою електронно-обчислювальних машин, але в більшості випадків вони стосуються лише баричного поля. Прогноз погоди великої завчасності ґрунтується на доборі синоптичних карт - аналогів за минулі роки виходячи з міркувань, що атмосферним процесам властива ритмічність. Так складають прогнози на місяць. Важче скласти прогноз на сезон, оскільки потрібно аналізувати збурення полів температури і тиску на всій земній кулі.

Прогноз складається для великої території. В кожній місцевості його уточнюють за місцевими ознаками або прикметами, які ґрунтуються на зовнішньому вигляді неба, хмар, поведінці тварин, рослин тощо. Наприклад, роса вранці або туман в долинах - на добру погоду.

1.3. Класифікація погоди

Для комплексного і синоптичного методів кліматологічних досліджень на основі взаємозв'язку між метеоелементами виділяють три групи погоди: А - класи безморозних погод; Б - класи перехідних погод; В.- класи морозних погод. Серед безморозних погод розрізняють 8 класів:

1 - засушлива суховійна погода / $t > 22\text{ }^{\circ}\text{C}$, відносна вологість нижче 40%/; 2 - сонячна жарка, помірно-засушлива погода / $t > 22\text{ }^{\circ}\text{C}$, відносна вологість 40 - 60%/; 3 - малохмарна, тепла, помірно - волога, без опадів; 4 - хмарна вдень, тепла волога погода, без опадів або з опадами; 5 - хмарна вночі, сонячна вдень, тепла, волога погода, також без опадів або з опадами; 6 - хмарна вдень і вночі, без істотних опадів, тепла або прохолодна; 7 - похмура вдень і вночі, з опадами - дощова погода; 8 - волога тропічна погода з температурою вище за $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ і відносною вологістю понад 80%. Погоди з переходом протягом доби температури повітря через $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ бувають: хмарна вдень, з вітром або без вітру, з опадами або без опадів, погода 9 класу; ясна вдень, без опадів, погода 10 класу. До групи морозних погод належать класи: 11 - слабо і помірно морозна з температурами від 0 до $-12,4\text{ }^{\circ}\text{C}$; 12 - значно морозна з температурами від $-12,5$ до $-22,4\text{ }^{\circ}\text{C}$; 13 - сильно морозна /від $-22,5$ до $-32,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ /; 14 - жорстоко морозна /від $-32,5$ до $-42,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ /; 15 - крайньо морозна з температурами нижче $-42,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Крім наведеної класифікації погод за елементами, є генетична класифікація. Залежно від циркуляційних процесів виділяють наступні генетичні типи погод: внутрішньомасові - залежать від конвекції, інверсії температури, підстеляючої поверхні; фронтальні - пов'язані з підняттям повітря на атмосферних фронтах, утворенням хмар, опадів, вітрів; циклонічні

й антициклонічні погоди. Наприклад, 1 – 3 . а також 13 - 15 класи погоди пов'язані з стійкими антициклонами, 6 і 7 класи-це фронтальні погоди, 8 клас - внутрішньомасова. Оскільки циклони залежать від атмосферних фронтів, то фронтальна погода, як правило, буває циклонічною, а антициклоніальна здебільшого внутрішньомасовою.

2. Клімат

Слово "клімат" походить від грецького "кліма", що означає "нахил" сонячних променів до площини горизонту. Давньогрецькі вчені першими відмітили кліматичні пояси за кутом падіння сонячних променів в полудень і тривалістю дня /від 12 годин на екваторі до 24 годин під час літнього сонцестояння на полярному колі/. На початку ХХ ст. кліматологи визначили клімат як багаторічний режим погоди, притаманний даній місцевості залежно від її географічних умов. У підручнику С.П.Хромова "Метеорологія і кліматологія для географічних факультетів" наведене географічне визначення: "Клімат - це сукупність атмосферних умов, характерних для даної місцевості залежно від її географічної обстановки". Клімат - це один з головних компонентів географічного ландшафту, він характеризується коливаннями, циклічними і ритмічними змінами. Основні кліматичні процеси: теплообіг, вологообіг, атмосферна циркуляція. Під географічною обстановкою розуміють фактори кліматоутворення: географічну широту, розподіл суші і моря, характер підстеляючої поверхні й ґрунту, рослинний, .сніговий і льодовий покрив, океанічні течії, орографію, та ін. У фізиці атмосфери клімат визначається як середньостатистичний ансамбль станів, які проходить система "океан - суша - атмосфера" за кілька десятиліть.

Від клімату відрізняється мікроклімат, тобто місцеві особливості клімату, які істотно змінюються вже на невеликій відстані, наприклад, над лісом, ріллею, болотом, озером, балкою, населеним пунктом. Спостереження за мікрокліматом проводять за допомогою спеціальних приладів, які можна легко переносити.

2.2. Класифікація кліматів

Класифікація кліматів - це виділення їх типів за певними ознаками або за умовами формування. Найбільше наукове і практичне значення мають класифікації кліматів за В.П. Кеппеном /1933/ і Б.П. Алісовим /1936. 1974/.

В.П. Кеппен виділяє наступні кліматичні пояси й типи клімату:

1/ пояс вологого тропічного клімату з кліматом вологих екваторіальних лісів і кліматом саван; 2/ пояс сухих кліматів з кліматом пустель і кліматом степів; 3/ пояс помірно-теплого і вологого клімату з типами клімату теплого з сухим літом /середземноморського/, теплого клімату з сухою зимою /китайський/, теплого клімату з рівномірним розподілом опадів протягом року /західноєвропейський/; 4/ пояс помірно холодного клімату з типами східносибірського клімату з сухою зимою і достатньо вологого у всі місяці клімату Східної Європи і Канади, 5/ пояс снігового клімату з кліматом тундр, де температура найтеплішого місяця від 0 до 10 °С. і кліматом вічного морозу з температурою найтеплішого місяця нижче 0 °С.

Генетична класифікація кліматів Б.П. Алісова ґрунтується на географічних типах повітряних мас та їх циркуляції. В кожній півкулі Б.П.Алісов виділив по чотири основних кліматичних пояси: I/ екваторіального повітря; 2/ тропічного повітря; 3/ помірного повітря; 4/ арктичного /антарктичного/ повітря. В кожному поясі формуються континентальні й морські типи повітряних мас і відповідно кліматів. Крім того, виділено по три перехідних пояси в кожній півкулі: субекваторіальний, субтропічний і субарктичний/субантарктичний/, де по півроку панують повітряні маси сусідніх поясів/рис. 29/.

Уся система Б.П.Алісова включає наступні кліматичні пояси й типи кліматів: I/ екваторіальний пояс; I - континентальний вологих екваторіальних лісів; 2 - високогірний /в Андах/: 3 - океанічний /над океанами і островами, в Індонезії/;

II/ - субекваторіальний пояс, 4 - континентальний; 5 - високогірний; 6 - океанічний; III/ - тропічний пояс; 7 - континентальний; 8 - високогірний; 9 - західних узбереж; 10 - східних навітряних берегів; 11 - океанічний; IV/ - субтропічний пояс; 12 - континентальний; I3 - високогірний /мусонний/; 14 - середземноморський; 15 - мусонний східних берегів; 16 -океанічний;

Найпростішою і зручною є класифікація кліматів, запропонована Л..С. Бергом. Вона побудована на географічних принципах; кліматичні зони Берга відповідають ландшафтним зонам. Класифікація Берга показує, що між кліматом, рельєфом, ґрунтовим покривом і рослинністю спостерігається тісна взаємодія і зв'язки. За Л.С.Бергом, на рівнинах розрізняють наступні клімати: 1/ вічного морозу, 2/ тундри, 3/ тайги, 4/ листяних лісів помірної зони, 5/ мусонний клімат помірних широт, 6/ степів; 7/ середземноморський, 8/ субтропічних лісів, 9/ зовні тропічних пустель, 10/ субтропічних пустель, 11/ саван; 12/ вологих тропічних лісів.

Далі наведена коротка характеристика кліматичних зон земної кулі за класифікацією Л.С.Берга.

КЛІМАТ ВОЛОГИХ ТРОПІЧНИХ ЛІСІВ. Цей клімат охоплює Амазонію, південно-східне узбережжя Бразилії, екваторіальну Африку, п—в Малакку, Великі Зондські й Філіпінські острови, Нову Гвінею, місцями Великі Антильські острови і східне узбережжя Мадагаскару. Території з вологими тропічними лісами не мають чітких широтних меж, інколи вони розміщені біля екватора, а інколи тягнуться на узбережжя до тропіків. Клімат характеризується постійно високою температурою і рясними опадами протягом всього року. Середня температура найхолоднішого місяця +20 °С, а найтеплішого 26...32 °С. Середньорічна температура - від 24 до 28 °С. Річна амплітуда температури незначна, від 1 до 6 °С. Середня кількість опадів за рік становить 2500 - 4000 мм, а в окремих місцях і більше. Спостерігається два максимуми опадів, коли Сонце в полудень досягає зеніту, тобто в дні рівнодень, а в проміжні періоди опадів дещо менше. Опади мають зливовий характер і випадають завжди в другій половині дня. Велика кількість сонячної радіації, високі температури протягом усього року, велика вологість

і рясні опади створюють дуже сприятливі кліматичні умови для рослинності, яка представлена вічнозеленими лісами з численними ліанами.

КЛІМАТ САВАН. Савани /тропічні лісостепи з листопадними і вічнозеленими деревними породами і потужним трав'янистим покривом/ займають великі площі в Африці та південній Америці, зустрічаються в Центральній Америці, на Мадагаскарі, в Індостані, на півострові Індокитай, в Північній Австралії, на Гавайських островах. Клімат залежить від сезонної зміни повітряних мас. Влітку в саванах панує вологе екваторіальне повітря, а взимку - суха континентальне тропічне повітря і пасати. В зв'язку з цим влітку спостерігається волога тропічна погода зі зливами і грозами, а взимку - засушлива погода. Добова амплітуда температури влітку незначна, а взимку збільшується. Середня температура найтеплішого місяця 25...30 °С. а найхолоднішого 15...20 °С, річна амплітуда температури до 10...12 °С. Річна сума опадів - до 1000 мм, а на навітрених схилах гір збільшується до 2000 мм, а інколи до 10000 мм і більше /на Гавайських островах, біля підніжжя Гімалаїв у м. Черапунджи в Індії/.

КЛІМАТ СУБТРОПІЧНИХ І ТРОПІЧНИХ ПУСТЕЛЬ. Зона включає до себе пустелі Сахару і Наміб в Африці, пустелі Аравії, Атакаму в Південній Америці, пустелі в нижній течії р. Колорадо і в Каліфорнії /Північна Америка/, пустелі Австралії. Тут панує тропічне континентальне повітря і дмуть пасати. Середньорічна температура повітря в пустелях становить 18 - 26 °С, середня температура найтеплішого місяця - 32...38 °С, а буває і 39 °С, найхолоднішого місяця - близько 10 °С. У північній Африці на південь від м. Тріполі спостерігався абсолютний максимум температури для Земної кулі, а саме +58 °С.

Опадів у пустелях дуже мало, менше 250 мм на рік, а місцями до 100 мм і нижче. В деяких місцевостях на сході пустелі Сахари, в пустелі Атакама та інших за кілька років не буває жодного дощу. Опади випадають у вигляді злив. іноді сильних, але вони випадкові. Часто бувають пилові бурі з дуже високими температурами і високою сухістю повітря. Крайня нестача опадів разом з високими температурами дуже несприятливі для рослин. Рослинність з'являється тільки після злив, які зволожують ґрунт на короткий час. Там, де близько до поверхні є ґрунтова вода, утворюються оазиси, наприклад, у Сахарі, з фініковими пальмами.

КЛІМАТ ПУСТЕЛЬ ПОМІРНОГО ПОЯСУ /ЗОВНІ ТРОПІЧНИХ/ Ця зона охоплює пустелі та напівпустелі Прикаспійської низовини і Середньої Азії, пустелю Гобі, пустелі Великого Басейну і середньої течії р. Колорадо. напівпустелі Східної Патагонії. Характерна велика сухість повітря і значна випаровуваність. Опадів випадає мало, 300...250 мм і менше. Влітку жарка, суха, малохмарна погода, а взимку прохолодна, холодна і морозна. В пустелях Середньої Азії середні температури січня збільшуються від -12 °С на півночі до +2 °С на півдні, а середні температури липня - від 35 до 30 °С. Максимальні температури влітку досягають 45...46 °С. Відповідно до кліматичних умов рослинність представлена полином, солянками, саксаулом, а культурні рослини вирощують при

штучному зрошенні.

КЛІМАТ СУБТРОПІЧНИХ ЛІСІВ. Кліматична зона охоплює Південний Схід США, узбережжя Мексиканської затоки, в Південній Америці Парагвай. Південно-східну частину Бразилії та Болівію, деякі плоскогір'я Африки, південно-східне узбережжя Чорного моря, південний берег Каспійського моря, північ Індії, південь Японії, Кореї і Китаю, північно-східний берег Австралії. Характерна тепла зима з середніми температурами найхолоднішого місяця вище 2 °С. Максимум опадів випадає влітку. Літо жарке, сире. Річна сума опадів перевищує 1000 мм. У рослинному покриві переважають широколистяні ліси з домішками вічнозелених рослин і ліан.

МУСОННИЙ КЛІМАТ ПОМІРНИХ широт. До даної кліматичної зони належать Середнє та Нижнє Приамур'я, Приморський край, Сахалін, північ Японії, Кореї і Китаю. В теплу пору року тут випадає велика кількість опадів, через те що влітку панує літній південний і південно-східний мусон, який несе вологе повітря з океану. Взимку мусон несе континентальне повітря з півночі та північного заходу. Це повітря дуже холодне, воно надходить із Сибіру, з великої області Азіатського максимуму. З цим континентальним повітрям пов'язане панування ясної сухої антициклональної погоди. Середня температура січня знижується до -20 °С, сніговий покрив незначний. Літо тепле і вологе, з середніми температурами найтеплішого місяця 20...25 °С. Сума опадів досягає 600 - 1000 мм за рік і більше. На півдні цієї зони клімат тепліший, наприклад, у Пекіні середня температура січня досягає -4,5 °С, а липня 26,5 °С.

СЕРЕДЗЕМНОМОРСЬКИЙ клімат характерний для Середземного моря та його узбережжя, для західних узбереж материків північної та південної півкулі в субтропічному поясі /Тихоокеанські узбережжя Чилі й Каліфорнії, південно-західні береги Африки і Австралії, південний берег Криму і Чорноморське узбережжя від Новоросійська до Туапсе/. Типова риса даного клімату - особливості розподілу опадів протягом року. Вони випадають головним чином узимку, а літо сухе. В цілому клімат теплий з достатньою кількістю опадів, річна кількість яких залежно від рельєфу і орографії коливається від 300 до 1000 мм і більше. Зима м'яка, стійкий сніговий покрив не утворюється. Середні температури найхолоднішого місяця вищі за 0 °С, а самого теплого 22...28 °С.

КЛІМАТ СТЕПІВ. Степи помірного поясу характеризуються прохолодними зимами, а степи субтропічних і тропічних широт - теплими зимами. До перших належать Азово - Чорноморські степи, степи Середнього Поволжя, Передкавказзя, Північного Казахстану, Забайкалля, Монголії, степи Північної Америки, які простягаються зі сходу вздовж Скелястих Гір. Степи з теплою зимою прилягають до периферії субтропічних і тропічних пустель.

У степовій зоні панує континентальне повітря помірних широт, яке влітку трансформується в тропічне повітря. В субтропічних і тропічних степах переважає тропічне повітря, з яким пов'язані високі температури.

низька відносна вологість повітря, значна повторюваність засух і суховіїв. У степах помірних широт середні температури найтеплішого місяця досягають 22...24 °С, а річна сума опадів 200 - 450 мм, взимку утворюється сніговий покрив висотою в середньому 20 - 30 см. У цілому зона степів відрізняється засушливим кліматом, кількість опадів не перевищує 450 мм, хоча місцями сягає 500 - 550 мм. Максимальна кількість опадів випадає влітку, переважно у вигляді злив, але літо сухе і жарке, випаровуваність приблизно вдвічі перевищує опади.

КЛІМАТ ЗОНИ МІШАНИХ І ЛИСТЯНИХ ЛІСІВ Цей клімат спостерігається в Північній Америці на південь від 50° пн.ш. і на схід від 100° зх.д. /за винятком південно-східної частини/, у Великобританії, в Ірландії. на півдні Скандинавського півострова, в Західній Європі /за винятком Середземномор'я/, в Прибалтиці, Білорусії та центральній смузі Європейської території Росії, на півдні Західного Сибіру. В південній півкулі клімат листяних лісів трапляється в нижній течії р. Парани і в басейні р. Уругвай, на південно-східному березі Австралії, у Новій Зеландії. До цієї зони Л.С.Берг включає також природну зону лісостепів, перехідну між лісами і степами.

Клімат дуже сприятливий для широколистяних порід, у Західній Європі переважають букові ліси. а в Східній - дубові. Літо тепле, температура найтеплішого місяця 18...20 °С. а зима не дуже холодна, середні температури найхолоднішого місяця від -4 до -10 °С. У середньому за рік випадає 500 - 600 мм опадів, але місцями до 1000 мм.

КЛІМАТ ТАЙГИ. Зона тайги в північній півкулі займає велику площу. Вона охоплює значні території на Алясці, в Канаді й на півострові Лабрадор на північ від 50° пн.ш. В Євразії зона тайги займає Скандинавський півострів, Фінляндію, Східно-Європейську рівнину /північніше лінії Санки-Петербург - Нижній Новгород - Свердловськ/, Західний Сибір, Східний Сибір, Камчатку, північ і центр Сахаліну. В південній півкулі на рівнинах такий клімат не зустрічається.

Континентальність клімату в Євразії зростає з заходу на схід від помірної до різкої. В цілому для зони характерний континентальний клімат, зима холодна і сувора. Середні температури січня в Північній Америці опускаються до -28...-30 °С, а абсолютний мінімум до -50 °С. У тайзі Східного і Північно-Східного Сибіру в долинах річок, оточених горами, взимку в антициклональних умовах холодне повітря застоюється і охолоджується, внаслідок чого середні температури січня в районі Якутська нижче -40 °С, а Верхоянська - нижче -50 °С. а абсолютний мінімум сягає -71 °С у Оймяконі. Літо порівняно тепле, середні температури липня зростають від 12 °С на півночі до 18... 20 °С на півдні зони. В тайзі випадає від 300 до 600 мм опадів за рік, залежно від кількості опадів висота снігового покриву коливається від 30 - 40 до 80 - 90 см.

У цілому для зони тайги характерні помірні температури, значна вологість повітря, достатня кількість опадів, більш тривалий вегетаційний період, ніж у тундрі. Все це сприяє поширенню хвойних лісів з ялини, ялиці.

модрини, сосни, з домішками дрібнолистяних порід /берези, осики, тополі, вільхи/.

КЛІМАТ ТУНДРИ. Зона тундри займає крайні північні частини материків Євразії та Північної Америки, а також прилеглі до Арктичного басейну острови і острови Субантарктики. Південною межею зони тундри є ізотерми найтеплішого місяця 10...12 °С, які обмежують поширення лісів, тому деревні породи тут відсутні. На межі тундри і тайги для лісотундри характерні розріджені лісонасадження та рідколісся. Всюди спостерігається багаторічна мерзлота різної потужності, існування якої обумовлено від'ємними середньорічними температурами повітря та історичними причинами. В зонах тундри і лісотундри протягом року переважають арктичні повітряні маси. Середні температури січня в зоні тундри коливаються від -5 до -35 °С, а в липні нижче 12 °С. Річна сума опадів близько 200 мм і більше. Зима тривала і холодна, а літо коротке і дуже прохолодне. В лісотундрі температури найхолоднішого місяця досягають -40 °С, а найтеплішого 10...14 °С, а річна кількість опадів збільшується від 200 до 400 мм.

КЛІМАТ ВІЧНОГО МОРОЗУ. Цей дуже суворий клімат спостерігається в Арктиці - над льодовою поверхнею Гренландії, на Землі Франца-Йосифа, на півночі Нової Землі й на архіпелазі Північної Землі і в Антарктиді. Протягом довгої полярної ночі в холодну половину року теплоту сюди приносять тільки повітряні маси з більш низьких широт, але витрати теплоти на випромінювання значно більші, внаслідок чого підстеляюча поверхня і повітря сильно вихолоджуються. Середні температура найхолоднішого місяця в Арктиці місцями знижуються до -40 °С.

Влітку в Арктиці Сонце не заходить, триває полярний день, і до земної поверхні надходить значна кількість сонячної радіації, але більша частина її становить розсіяна, в зв'язку з низьким стоянням Сонця, великою хмарністю і туманами. Крім того, поверхня вкрита льодом і снігом, вона відбиває понад 85% сумарної радіації, а поглинає незначну частину. Теплота витрачається і на танення льоду і снігу, в зв'язку з чим середня температура коливається близько 0 °С. Найтеплішим є атлантико-європейський сектор Арктики, де середні температури січня піднімаються до -13.5 °С на Шпіцбергені та -5 °С на о. Ведмежий, найхолоднішим місяцем є березень, а середні температури липня коливаються від 2 до 10 °С. Азіатський сектор Арктики відрізняється більш континентальним кліматом, з середніми температурами січня нижче -30 С, а липня вище 0 °С і тільки на узбережжі материка 2...8 °С.

У Гренландії 80% поверхні вкрито льодовиками, потужність льоду в центрі острова досягає 3400 м. Якщо цей лід розтопити, рівень Світового Океану підніметься на 7 м. Над льодовиковим щитом Гренландії середня температура найтеплішого місяця на висоті близько 3000 м дорівнює -13 °С, а найхолоднішого -49 °С, хоча інколи бувають морози до -65 °С. На узбережжі клімат менш суворий, південне узбережжя вільне від льоду, тут середня температура найхолоднішого місяця /лютого/ дорівнює -5.5 °С. а найтеплішого +6...10 °С.

В Антарктиді, яка повністю вкрита льодом, потужність якого що більша, ніж в Гренландії. клімат найхолодніший. Сніговий покрив льодовиків відбиває величезну кількість радіації і весь час випромінює теплову радіацію за умов панування малохмарної та ясної антициклональної погоди. Середні температури найхолодніших місяців /липня і серпня/ понижуються від -18...-25 °С на узбережжі до -50...-70 °С і нижче в центральних районах. Абсолютний мінімум досягає -89 °С. Найтеплішими місяцями в Антарктиді є грудень і січень, середні температури цих місяців на узбережжі близько -5 °С. але при віддаленні від берегів швидко падають до -28 °С і на Полюсі недоступності становлять -30...-40 °С. На узбережжі Антарктиди випадає 400 - 600 мм опадів за рік, а на внутрішніх плато близько 50 мм і менше. Оподи випадають виключно в твердому стані. Клімат Антарктиди впливає майже на всю Південну півкулю і відбивається на кліматі всієї Земної кулі.

2.2. 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. Питання про клімат геологічного минулого розглядаються в історичній геології та палеонтології, а в цій книзі наведено лише деякі відомості.

Геологічні дані свідчать про дуже глибокі зміни клімату: протягом сотень мільйонів років докорінно змінювалися положення суші і моря, орографії, розподіл океанічних течій, вулканічна діяльність, склад атмосфери, міг змінитися і вплив Космосу.

При вивченні органічних і неорганічних викопних ознак кліматів виходять з принципу актуалізму, тобто з положення, що в минулому існували такі самі зв'язки флори, фауни, вивітрювання, ґрунтоутворення з кліматом, які існують тепер. Наприклад, коралові рифи утворюються в мілководних тропічних морях. Місцезнаходження потужних товщ морських вапняків і коралових рифів в шарах кембрію Центральної Європи, наприклад, свідчить про більш теплий клімат, який існував у даних широтах. В горизонтах бурого вугілля в Європі трапляються рештки таких теплолюбних рослин, як пальми. Родовища кам'яного вугілля є і в Антарктиді. Ознаками теплого клімату є також величезні розміри викопних видів плазунів. Про холодний клімат свідчить незначне хімічне вивітрювання з великою кількістю уламкового матеріалу в відкладах. Моренні відклади, викопні льоди, а також відповідні флора і фауна є показниками ландшафтів, пов'язаних із зледенінням. З сухими аридними періодами зв'язані відклади солей, особливо коли клімат жаркий. Родовища викопних солей на Землі змінюють положення протягом геологічних періодів. Явища пустельного вивітрювання, переносу пісків, дюноутворення можна простежити в геологічних шарах. Сухі періоди визначаються також за рештками ксероморфної рослинності й степових

тварин. Для вологого клімату характерні такі ознаки, як інтенсивне хімічне вивітрювання та його продукти /каолін, залізні, марганцеві та бокситові руди/, а також формування торфу, кам'яного вугілля, рештки буйної деревної рослинності.

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 короточасні 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.

Існують гіпотези, які пояснюють зміни клімату впливом космічних, астрономічних та геологічних факторів. Серед космічних факторів називають коливання сонячної сталої внаслідок безпосередніх змін інтенсивності та спектрального складу сонячного випромінювання залежно від еволюції Сонця, а також в зв'язку з тим, що Сонячна система на своєму шляху у космічному просторі зустрічала більш або менш прозорі ділянки для проходження сонячної радіації.

Гіпотези, які зважають на дію астрономічних факторів, пояснюють коливання клімату змінами деяких астрономічних положень Землі. Наприклад, нахил площини земного екватора до площини земної орбіти змінюється від 22 до 24,5° з періодичністю близько 40000 років. Земна орбіта має форму еліпса, в одному з фокусів якого міститься Сонце. Співвідношення фокусної відстані та великої осі, тобто, ексцентриситет земної орбіти змінюється від 0,017 до 0,068 з періодом приблизно в 92000 років. При зменшенні ексцентриситету орбіта стає близькою до кола, і відстань до Сонця взимку і влітку змінюється. Третій астрономічний фактор - це зміни положення точки весняного рівнодення на орбіті, яка обходить орбіту приблизно за 21000 років, що спричиняє коливання сонячної радіації за окремі сезони року. Циклічність названих факторів приводить до протилежної дії кожного з них або до збігання і взаємопідсилення одного фактора іншими /рис. 30 Крива М. Миланковича в редакції А. Воєркама з кн. "Плейстоцен", /11/.

Рис. 30 Крива М. Миланковича в редакції А. Воєркама /11/.

Більшість гіпотез основною причиною змін клімату вважають зміни характеру підстеляючої поверхні - розподіл суші і моря, зміни абсолютної висоти над рівнем моря, берегової лінії, рельєфу, рослинного покриву. Одна з гіпотез пояснює причину коливань клімату переміщенням полюсів Землі, інші гіпотези - рухом літосферних плит і материків, внаслідок цього змінювалося положення географічних широт, материки перебували то біля полюса, то в теплих шпротах біля екватора. Ця гіпотеза дозволяє пояснити такі явища, як наявність решток тропічних рослин в полярних і субполярних широтах та наслідків полярного клімату в тропіках. Стає зрозумілим, що кам'яне вугілля з рештками рослин вологого тропічного клімату на архіпелазі Шпіцберген не могло утворитися за умов полярної ночі, а тоді, коли цей архіпелаг був у відповідних широтах, значно віддалених від полюса.

Існують гіпотези, які пояснюють коливання клімату змінами газового складу атмосфери, особливо кількості вуглекислого газу, який пропускає короткохвильову сонячну радіацію до земної поверхні, а затримує і поглинає довгохвильове теплове випромінювання Землі, що сприяє підвищенню температури земної поверхні. Деякі гіпотези вважають, що імовірними факторами змін клімату були періоди підсилення вулканічної діяльності, внаслідок чого зменшувалася прозорість атмосфери, але водночас зменшувалось і ефективно випромінювання.

У післяльодовиковий час за останніх 11000 років теж відбувалися зміни клімату. Спочатку кліматичні умови поліпшились, що сприяло поширенню лісів, потім настав кліматичний оптимум, коли широколистяні ліси досягли максимальної площі в межах лісової та лісостепової зон. У лісах Східно-Європейської рівнини в цей час панували дуб, ліщина і в'яз. Середні річні температури повітря під час кліматичного оптимуму були майже на 3 °C вищими за сучасні. Після цього знову почалося похолодання з коливаннями зволоження і збільшенням ступеня континентальності клімату.

В історичний період до природних свідоцтв про зміни клімату /наступання і відступання льодовиків, розростання торфяників, зміни стану озер і річок, нагромадження стрічкових глин з озер, зміна товщини кілець деревини/ приєднуються археологічні дані про умови життя і діяльність людини. Крім того, фольклорні та літературні пам'ятки, особливо літописи, містять описи різних явищ погоди і клімату, стану рік, інших природних процесів. За останні 100 - 200 років проведені інструментальні метеорологічні спостереження. Встановлено, що протягом 5000 років до н.е. сухий і теплий клімат кілька разів змінювався на вологий і прохолодний з періодичністю 800 - 900 років /повний цикл близько 1700 років/. Ці зміни пов'язують з циклічними змінами припливотворної сили Місяця і Сонця.

Визначено, що в XI - XIII ст. клімат Європи був більш м'яким і сухим, ніж сучасний, льодовики мали найменше поширення, в Гренландії було розвинуто скотарство. В XV - XVI ст. почалося похолодання. В XVII - XIX ст. клімат був холодним і вологим, льодовики наступали. У 50-х або 70-х роках XIX ст. почалося сучасне потепління клімату, про що свідчать інструментальні спостереження на більшій частині земної поверхні. Свого

максимуму потепління досягло в 1930 - 1939 рр. Середньорічні температури в Східній Європі підвищилися за період 1881 - 1995 рр. на кілька десятих долей градуса, а в Петербурзі на 1,1 С, зменшилася також континентальність. В Західній Європі середня температура зими збільшилась на 2,6 °С з кінця ХІХ ст. до 1920 р. В Арктиці зазначено зростання середньорічної температури за цей самий період на 2 °С. а в Гренландії більш як на 3 °С. Сучасне потепління супроводжували істотні зміни природи, особливо площі зледеніння, з'явилися теплолюбні риби в Баренцовому та Карському морях. Водночас з потеплінням у високих широтах на півдні почалося падіння рівня Каспійського моря, рівень якого з 1930 по 1976 р. упав на 2 м, внаслідок зменшення кількості опадів у басейні Волги.

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 Коріоліса. 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.

Для прогнозування змін клімату на майбутнє необхідна єдина фізична теорія клімату. Для розв'язання проблеми прогнозу клімату потрібні об'єднані зусилля різних спеціалістів - метеорологів, кліматологів, океанологів, гідрологів, геофізиків, астрономів, математиків, фізиків, біологів, палеогеографів, економістів. Для вирішення даних проблем проводяться Всесвітні конгреси.