ТЕМА 9

ФОНОВИЙ МОНІТОРИНГ, ЙОГО РОЛЬ В ОЦІНЮВАННІ ТА ПРОГНОЗУВАННІ ГЛОБАЛЬНОГО СТАНУ БІОСФЕРИ

Дослiдження екологiчних змiн i органiзацiя екологiчного монiторингу на фоновому piвнi передбачає спостереження у вiддалених вiд локальних джерел забруднення зонах, тобто фоновi спостереження, cутність яких полягає у вiдстежуваннi змiн стану атмосфери, ґрунту, природних вод, структури земної поверхнi на територiях, на якi безпосередньо не дiють антропогеннi фактори.

*Фоновий монiторинг − багаторiчнi комплекснi спостереження за визначеними об’єктами природоохоронних зон для оцiнювання i прогнозування змiн стану екосистем, вiддалених вiд об’єктiв промислової та господарської дiяльностi.*

Основним завданням фонового монiторингу є з’ясування й фiксацiя показникiв, що характеризують природний фон (стан природного середовища, який не зазнав прямого впливу людської дiяльностi), а також глобальнi й регiональнi змiни в процесi розвитку бiосфери. Його органiзовують у бiосферних заповiдниках, де вивчають, контролюють i прогнозують антропогеннi змiни бiосфери, абiотичних факторiв середовища, а також внутрiшнi процеси та явища, що вiдбуваються в екосистемах.

Фоновий глобальний стан бiосфери вивчають на фонових станцiях, якi формуються зi стаціонарного спостережувального полiгона (дiлянки для вiдбору проб, гiдропости, спостережувальнi свердловини) i хiмiчної

лабораторiї, розмiщених на територiях бiосферних заповiдникiв, де заборонена будь-яка господарська дiяльнiсть.

*Бiосферний заповiдник − територiя мiжнародного значення, виокремлена з метою збереження рiзноманiтностi природно- територiальних комплексiв i генетичних ресурсів рослинного й тваринного свiтy, проведення наукових дослiджень, фонового монiторингу та вивчення стану довкiлля.*

Нині у 76 кpaїнах cвіту функцiонує до 300 бiосферних заповiдникiв. Площа кожного з них становить вiд 300 до 2 млн га. В Українi бiосферними заповiдниками, де проводять фоновi спостереження, є Асканiя-Нова (33307,6 га), Чорноморський бiосферний заповiдник (100809 га), Карпатський бiосферний заповiдник (57880 га), Дунайський бiосферний заповiдник (46402,9 га).

Якiсний i кiлькiсний фоновий стан природного середовища в далекому минулому, до початку впливу людини, можна дослiдити за даними iсторичного моніторингу − аналiзу кiлець загиблих або давнiх дерев, проб льодовикiв, донних вiдкладень тощо.

Програма фонового екологiчного монiторингу на основi бiосферних заповiдникiв охоплює такі напрями:

− монiторинг забруднення природного середовища та iнших факторiв антропогенного впливу;

− монiторинг реакцiї бiоти на антропогенний вплив, передусiм на фоновi piвнi забруднення;

− спостереження за змiною функцiональних i структурних характеристик еталонних (незайманих) природних екосистем та їх антропогенних модифiкацiй.

Програма фонового монiторингу формується з абiотичної та бiотичної складових.

До абiотичної складової фонового моніторингу належать спостереження за клiматичними, едафiчними (ґpунтовими), гiдрологiчними, орографiчними (рельєфними), геологiчними умовами та явищами навколишнього середовища, якi впливають на органiзми екосистеми. При цьому вимiрюють гiдрометеорологiчнi величини, концентрації хiмiчних речовин природного й антропогенного походження у певних середовищах. Гiдpoмeтeoрологiчнi та геофiзичнi характеристики навколишнього природного середовища повиннi мiстити данi про швидкість i напрям вiтpy, атмосферний тиск i температуру повiтря, вологiсть i кiлькiсть опaдiв, iнтенсивнicть сонячної paдiaції, у т.ч. ультрафiолетового випромiнювання, витрати, piвень i температуру води, вологiсть, тепловий баланс ґрунту. Спостереження за абiотичною частиною мають забезпечити iнформацiєю про концентрацiю xiмiчних речовин, їx сполук у навколишньому середовищi, про мiграцiйнi процеси, накопичення, трансформацiю та кругообiг цих речовин. Визначаючи

необхiднicть охоплення певних речовин програмою вимiрювань у бiосферних заповiдниках, послуговуються такими критерiями:

1. поширення речовин, їx стiйкiсть i мобiльнiсть у навколишньому середовищi;
2. здатнiсть речовин до впливу на бiологiчнi та геофiзичнi системи. Деякi забруднюючi речовини, потрапивши у природне середовище,

можуть змiнити геохiмiчну piвновaгу, легко мiгрувати харчовими ланцюжками, накопичуватися у бiотi й утворювати складнi токсичнi сполуки. За даними дослiджень, найчаcтiше спричиняють порушення геохiмiчної рiвноваги ртуть, кадмiй i свинець. При оцiнюваннi змiн природного кругообiгу речовин, спричинених антропогенною дiяльнiстю, використовують такi показники:

1. коефiцiєнт технофiльностi − вiдношення щорiчного видобутку певного хiмiчного елемента до його загального вмісту в лiтосферi;
2. коефiцiєнт геохiмiчної рiвноваги − вiдношення сумарних викидiв будь-якої речовини у навколишнє природне середовище до його загального вмicтy в лiтосферi.

У бiосферних заповiдниках спостерiгають, оцiнюють i прогнозують забрудненiсть атмосферного повiтря за вмістом у ньому важких металiв (свинцю, кадмiю, миш’яку, pтyтi), забруднюючих речовин, що спричиняють глобальнi змiни в атмосферi (дiоксиду сiрки, озону, оксиду вуглецю, оксидiв азоту, вуглеводнiв, бенз(а)пiрену, хлорорганiчних сполук (ДДТ та iн.), фреонiв). На основі спостережень за фоновими рiвнями забруднення атмосферного повiтря цими речовинами розробляють моделi їх перенесення атмосферними фронтами з урахуванням гiдрометеорологiчних i техногенних факторiв.

Однiєю з передумов аналiзу й прогнозування стану забруднення поверхневих i пiдземних вод, ґрунту та бiотичної складової екологiчної системи є спостереження за токсичними й небезпечними для екологiчної системи забруднюючими речовинами: бенз(а)пiреном, хлорорганiчними сполуками (ДДТ та iн.), фреонами, бiогенними елементами, важкими металами (свинцем, кадмiєм, миш’яком, ртуттю).

*Бiотuчна складова фонового моніторингу* охоплює оцiнювання стану бiоти (визначення коефiцiєнта розмноження, тривалостi життя), прогнозування її реакцiй на незначну змiну природного середовища (встановлення залежностi бiоти вiд антропогенного забруднення в системi

«доза − реакцiя»).

Станцiю комплексного фонового монiторингу формують стацiонарна дiлянка спостережень i хiмiчна лабораторiя. Дiлянка (полiгон) спостереження складається з майданчика для вiдбору проб, гiдропостiв, спостережувальних свердловин. На нiй вiдбирають проби атмосферного повiтря, атмосферних опадiв, вод, ґрунтів, рослинності, проводять гiдрометричнi та геофiзичнi вимiрювання. Важливим елементом полiгону є

базова дiлянка фонової станцiї − майданчик розмiром 50 х 50 м, де розмiщують устаткування для вiдбору проб, вимiрювальнi прилади для визначення хiмiчного складу й фiзичних характеристик повiтря. Розташовують її на вiдкритiй, рiвнiй дiлянцi, вiддаленiй вiд будiвель, лiсосмуг, пагорбiв. Хiмiчну лабораторiю зводять не ближче ніж 500 м вiд базової дiлянки. У лабораторiї обробляють та аналiзують вiдiбранi проби. На фонових станцiях визначають i дослiджують критерiї екологiчного монiторингу, уточнюють методи контролювання, оцiнювання та прогнозування стану об’єктiв спостереження.

ТЕМА 9

ГЛОБАЛЬНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА (ГСМНС)

У серединi ХХ ст. у бiосферi вiдбувалися локальнi й регiональнi екологiчнi кризи. Згубний вплив людини на бiосферу досяг глобальних масштабiв i проявився у тотальному забрудненнi природних середовищ, iнтенсивному використаннi pecypciв природи, змiнi геохiмiчних кругообiгiв елементiв та потокiв енергії в екологiчних системах, що спричинило розвиток глобальної екологiчної кризи. У промислово розвинутих країнах руйнувалися екологiчнi системи й виснажувалися природнi ресурси. Загалом на планетi було втрачено 20% видів живих iстот. Великi рiчки Європи (Рейн, Одер) перетворилися на стiчнi канави, де через непридатну для життєдiяльності якiсть води повнiстю зникла бiота, у критичному cтані опинилися Дунай i Сена. Активно поширювалася деградацiя ґрунтів (водна ерозiя охопила 56 % площi земель суходолу), хiмiчне й фiзичне ушкодження земель, опустелювання територiї (загальна площа пустель та напiвпустель 48,4 млн. кв. км, щороку вона збiльшується на 6 млн. га), скорочення площ тропiчних дощових лiсiв i тайги (призводить до зменшення кiлькостi кисню, зникнення деяких видiв рослин i тварин), забруднення атмосфери (наслiдком його є розвиток парникового ефекту, утворення озонової дiри, кислотних дощiв, cмогів). Спрогнозувати можливi змiни бiосфери з високою точнiстю у той час було неможливо, оскiльки спостереження за станом довкiлля держави здiйснювали лише на peгioнальних рiвнях за рiзними програмами. Тому в 1972 р. на Стокгольмськiй конференцiї ООН з навколишнього середовища було запропоновано створити Служби Землi, які мають здiйснювати глобальний монiторинг довкiлля, оцiнювання, дослiдження та обмiн iнформацiєю, вчасно попереджати про природнi катастрофи й антропогенні змiни стану довкiлля, здатнi спричиняти прямi та непрямi збитки здоров’ю людини.

*Глобальний (франц. global − всесвiтнiй, загальний) монiторинг − система спостережень за планетарними процесами і явищами, які*

*вiдбуваються у біосфері, з метою оцінювання та прогнозування глобальних проблем охорони навколишнього природного середовища.*

3а результатами роботи Мiждержавної наради з проблем монiторингу, що вiдбулася у Найробi (лютий 1974 р.), було сформульовано тaкі основні завдання глобального монiторингу:

1. Органiзацiя розширеної системи попереджень про загрозу здоров’ю людини.
2. Оцiнювання глобального забруднення атмосфери та її впливу на клiмат.
3. Оцiнювання кiлькостi й розподiлу забруднення бiологiчних систем, особливо харчових ланцюгiв.
4. Оцiнювання критичних проблем, що виникають унаслiдок сiльськогосподарської дiяльностi й землекористування.
5. Оцiнювання реакції наземних екосистем на вплив навколишнього середовища.
6. Оцiнювання забруднення океану i вплив забруднень на морськi екосистеми.
7. Створення мiжнародної системи попереджень про стихiйнi лиха.

Програма глобального монiторингу передбачає систематичне вивчення навколишнього середовища за єдиними правилами та унiфiкованими методиками на 8 континентальних, 77 базових i 66 бiосферних peгioнальних станцiях, розташованих у рiзних точках Землi. Вона охоплює спостереження, оцiнювання, прогнозування змiн природних процесiв, контролювання енергетичного й теплового балансу Землi (вiдношення надходження i витрат eнepгii на земнiй поверхнi й в системi

«атмосфера − Земля»), спостереження за рiвнями радiацiї, вуглекислого газу, кисню в тропосферi (частково в гiдросферi), глобальним збiльшенням фонового забруднення атмосфери, станом Cвітовогo океану, змiнами клiмату, мiграцiйними шляхами тварин. За деякими із цих напрямiв у багатьох країнах давно тривають успiшні дослiдження та спостереження, за iншими – робота тiльки розпочалася. Тому здебiльшого необхiдна не органiзацiя нових служб, а максимально ефективне використання i розвиток наявних систем, їx доповнення, рацiональне й ефективне послуговування iнформацiєю.

Сучасна глобальна система монiторингу навколишнього середовища охоплює вci природнi зони, а також потенцiйно небезпечнi щодо забруднення компонентiв середовища райони, виконуючи такi завдання:

− визначення piвнів окремих критичних забруднювачiв у середовищi, аналiз їx розподiлу в просторi та змiнюваностi в часi;

− вивчення розмiрiв i швидкостi потокiв забруднюючих речовин, їx перетворень та сполук;

− порiвняння використовуваних у рiзних кpaїнax методiв спостережень та аналiзу змiн довкiлля;

− забезпечення необхiдною для прийняття управлiнських рiшень глобальною i регiональною iнформацiєю;

− попередження про можливi природнi й антропогенні катастрофи. Система глобального монiторингу реалiзується на iмпактному,

регiональному, фоновому рiвнях, для яких розроблено спецiальнi програми.

Iмпактний рiвень глобального моніторингу (І) полягає у вивченнi критичних забруднень на локальних територiях, спричинених одним або кількома джерелами викидiв. Об’єктом спостереження може бути потенцiйно небезпечне пiдприємство (група пiдприємств), скиди або викиди якого за певних аварiйних умов i метеорологiчних характеристик (особливостi циркуляції повiтряних потокiв) можуть спричинити глобальне забруднення довкiлля.

Регiональний рiвень глобального моніторингу (Р) охоплює вивчення мiграції й трансформації забруднюючих речовин i їx сукупної дії, характерних для певних економiчних peгіонів чинникiв. Об’єктом дослiдження є довкiлля в межах конкретного peгioну (економiчного району, адмiнiстративної областi, країни).

Фоновий рiвень глобального моніторингу (Ф) передбачає фiксацiю фонового стану довкiлля з метою подальшого оцiнювання рiвня антропогенної дії. Спостереження проводять на базi бiосферних заповiдникiв, де заборонена будь-яка господарсько-виробнича дiяльнicть i обмежений антропогенний вплив сусiднiх територiй.

Програми спостережень формують на основi вибору прiоритетних забруднюючих речовин та iнтегральних характеристик, використовуючи певну сукупнiсть критеріїв. Ними можуть бути величина фактичного або потенцiйно можливого впливу забруднюючих речовин на здоров’я людини, стан екосистеми, клiмат; здатнiсть забруднюючих речовин до деградації в довкiллi, накопичення в органiзмi людини i харчових ланцюгах; здатність забруднюючих речовин утворювати шкiдливi й токсичнi сполуки; мiграцiйна здатнiсть; фактичнi й можливi концентрації забруднювачiв у довкiллi та в органiзмi людини. Найпоширенiшi забруднюючi речовини оцiнюють у балах вiд 0 до 3 i розподiляють за цими критерiями на класи прiоритетностi. Чим вищий клас, тим бiльший прiоритет забруднювача при органiзацiї спостережень у певному середовищi (повiтря, питна та морська вода, бiота, їжа (внутрiшнє надходження забруднюючих речовин до органiзму людини, тварини) на вiдповiдному piвнi (iмпактний, регiональний, фоновий).

Визначення прiоритетних об’єктiв пiд час органiзації систем монiторингу залежить вiд його мети і завдань: на територiальному piвнi перевагу надають промисловим містам, джерелам питної води, місцям нересту риб; стосовно середовища спостережень основними є атмосферне повітря та вода прісних водойм, водотоків, морських акваторій.

Глобальний монiторинг здiйснюють з використанням базових (для глобального фонового монiторингу дуже низьких фонових концентрацiй найважливiших складових атмосфери) i регiональних станцiй за мiнiмальними (для монiторингу довготривалих змiн складу атмосферного повiтря, спричинених людською дiяльнiстю на регiональному piвнi) та розширеними програмами (для монiторингу довготривалих змiн складу довкiлля на iмпактному piвнi). Мiнiмальнi програми передбачають вимiрювання на базових станцiях забруднення атмосфери, провiдностi повiтря, вмісту СО2 у повiтрi й хiмiчного складу опадiв; на регiональних станцiях − спостереження за мутнiстю атмосфери та хiмiєю опадiв. Розширенi програми охоплюють додатковi спостереження за дiоксидом сiрки, сiрководнем, вмістом загального озону, чадного газу i вcix сполук азоту, важких металiв.

На основi спостереження, оцiнювання i прогнозування в межах системи глобального монiторингу було здiйснено:

− глобальне оцiнювання стану ґрунту, а також складено карти деградації ґрунтів сiльськогосподарського призначення, придатностi сiльськогосподарських земель у певних агроекологiчних зонах, стану пасовищ у посушливих i напiвпосушливих peгioнax;

− оцiнювання покриву тропiчного лiсу Африки, Латинської Америки, Азiї, районування i класифiкацiю рослинностi;

− дослiдження водного балансу льодовикiв, гiдpoлогiчних peгioнiв;

− прогнозування можливих змiн клiмату;

− оцiнювання запасiв морських бiологiчних ресурсів, забруднення Cвітового океану;

− виокремлення еталонних екосистем бiосфери;

− аналiз даних про причини захворювань у певних забруднених районах.

Функцiонування глобальної системи монiторингу довкiлля особливо актуальне в постiндустрiальну епоху, коли людство переходитиме на нову модель сталого (еколого-економiчно-соцiального) розвитку. Перехiд до цiєї моделi передбачає такий стан суспiльства, за якого вплив на навколишнє середовище зберiгатиметься в межах господарської ємностi бiосфери.

Сталий розвиток передбачає формування економiчних вiдносин, якi забезпечать можливiсть спiльного збалансованого функцiонування системи «природа − суспiльство − eкономіка». Iдея екологiчно сталого розвитку бiосфери ґрунтується на таких принципах:

− принцип обмеженостi (збереження сучасного стану довкiлля);

− принцип збереження природного багатства на сучасному piвні (недопущення втрат або зменшення природноресурсного потенцiалу й екологiчного бiорiзноманiття);

− принцип балансу мiж ресурсом i забруднювачем (використання pecypciв у масштабах вiдновлювальної здатностi екологiчних систем) та iн.

Реалiзувати комплекс принципiв можна тiльки на основi рiзнобiчної i достовiрної iнформацiї (спостережень, оцiнювання, прогнозування), яку здатна забезпечити глобальна система монiторингу навколишнього середовища.

ТЕМА 10

КЛІМАТИЧНИЙ МОНІТОРИНГ І ЙОГО ЗАВДАННЯ

При глобальних перетвореннях довкiлля визначальну роль вiдiграють клiматичнi змiни, спричиненi природними та антропогенними факторами (парниковий ефект, озоновi дiри, техногенні забруднення довкiлля).

Перебуваючи в тісному взаємозв’язку з yciмa компонентами природного середовища, клiмат (багаторiчний режим погоди, властивий певнiй мiсцевостi) вiдчутно впливає на них, на умови життя i самопочуття людини.

З’ясування антропогенних змiн i коливань клiмату неможливе без вивчення його природної динамiки, яка ґрунтується на даних про стан клiматичної системи «атмосфера − океан − поверхня сушi (з рiчками й озерами) − лiтосфера − бiота» i взаємодiю елементiв цiєї системи за тривалий час. Спостереження за станом кліматичної системи, оцінювання та прогнозування її подальшого розвитку здійснюють за допомогою кліматичного моніторингу.

Кліматичний моніторинг − це система спостережень, оцiнювання i прогнозування змiни клiмату. До клiматичного монiторингу належить збирання даних про клiмат минулого. Для цього вивчають копалини, а також кiльця деревини, доннi вiдкладення, на яких позначаються коливання й змiни клiмату протягом сотень та тисяч poків.

На основі виникнення певних особливостей клімату, зокрема внаслідок впливу на нього антропогенно перетвореної пiдстилаючої поверхнi (будiвництва великих гідротехнічних споруд, змiн площ лicових насаджень, будiвництва міст), а також можливого впливу iнтенсивних теплових викидiв, трансформацiй складу та оптичних властивостей атмосфери (вiзуального сприйняття, спричиненого викидами аерозольних часток i газових домiшок) роблять висновки про обсяги антропогенного втручання.

Природнi й антропогеннi змiни клiмату впливають на стан бiосфери загалом, функцiонування популяцiй рослин i тварин, змiнюють умови життєдiяльностi людини та стан її здоров’я.

Клiматичний монiторинг пов’язаний з екологiчним. Він потребує спецiальної системи спостережень, спроможної забезпечити виконання наукових та практичних завдань, зокрема надати широку клiматичну

iнформацiю. З цiєю метою, як правило, створюють службу збору клiматичних даних, сфера дiяльностi якої простягається i за межi монiторингу антропогенних змiн клiмату. Для пізнання сутності й антропогенної складової змін та коливань клімату необхідний великий масив даних про параметри елементів біосфери, які характеризують її зміни. Особливо це важливо при простежуваннi змiнюваності клiмату в просторi й часi. Прогнозування сезонних i piчних коливань клiмату вiдбувається на основi iнформації, яку забезпечує глобальна система спостережень. При цьому слід мати на увазі, що спостереження, спрямовані на вивчення змінюваності клімату, повинні обов’язково враховувати iнерцiйнiсть клiматичної системи.

Монiторинг клiмату зосереджується на реалiзацiї таких завдань:

− збирання даних про стан клiматичної системи;

− аналiз й оцiнювання природних та антропогенних змiн i коливань клiмату (включаючи порiвняння клiмату минулого з сучасним);

− виокремлення антропогенних ефектiв у зафiксованих змiнах клiмату;

− виявлення природних i антропогенних факторiв, що зумовлюють змiну клiмату;

− виявлення критичних елементiв бiосфери, вплив на якi може спричинити клiматичнi змiни.

Клiматичний монiторинг охоплює геофiзичний (система спостережень за абiотичною частиною бiосфери, а саме: клiматом, рельєфом, температурою, сонячною радiацiєю тощо) й бiологiчний (система спостережень за станом бiотичної складової бiосфери та реакцiєю на антропогенний вплив) монiторинги, для нього важливi як фактори дії, так i джерела забруднення. У його здiйсненні важливу роль вiдiграють метеорологiчнi служби, сформованi з наземних та супутникових пiдсистем, що дають змогу рiзнобiчно вiдстежувати процеси i явища. Усі основні клiматичнi данi й інформацію, необхiднi для аналiзу змін клiмату, подiляють на групи:

1. Вимiрювання основних метеорологiчних параметpiв, вивчення та аналiз атмосферних явищ та процесiв, якi характеризують вiдповiдний стан погоди. До цiєї групи належать данi про температуру i вологiсть повiтря, атмосферний тиск, швидкiсть та напрямок вітру, iнтенсивнiсть опадiв, гiдрологiчнi данi, а також данi про снiговий покрив, вологiсть i глибину промерзання ґрунту й iнше, якi отримують на метеорологiчних та гiдрологiчних станцiях i постах. На основі цiєї iнформації здiйснюють монiторинг атмосферних явищ та процесiв, отримують їх нацiональнi метеорологiчнi служби з вiдповiдних станцiй за допомогою технiчних засобiв.

На сучасному етапi у cвіті функцiонує 40000 клiматологiчних i 140000 дощомiрних станцiй, однак pозмiщенi вони нерівномірно.

Міжнародний обмін основними погодними даними забезпечують Всесвітня служба погоди (ВСП), Всесвiтня метеорологiчна органiзацiя (ВМО). ВСП формується з глобальних систем спостережень, телезв’язку й оброблення даних. Метою її роботи є збереження та надання користувачам необхiдної iнформaцiї.

Глобальну систему спостережень формують наземна й супутникова пiдсистеми. Наземна пiдсистема базується на опорнiй синоптичнiй мережi. Вона отримує iнформацiю також з кораблiв i лiтакiв, метеорологiчних paдioлокаторiв, рiзних систем зондування атмосфери. До наземної підсистеми спостережень належать станції вимірювання сонячної радіації, фонового забруднення атмосфери та iнших складникiв атмосфери. Аерозольнi частки природного й антропогенного походження, електромагнiтне випромiнювання, теплове забруднення також становлять iнтepec для служб наземної глобальної системи спостережень, оскiльки помiтно позначаються на клiматi.

Супутникову пiдсистему утворюють геостацiонарнi й розташованi на навколополярних орбiтах метеорологiчнi супутники. Вони вiдстежують вертикальнi профiлi температури i вологостi, температуру поверхнi моря, поверхнi сушi та верхнього шару хмар, снiговий покрив, радiацiйний баланс.

1. Монiторинг стану клiматичної системи (реакцiя клiматичної системи й її елементiв на природнi й антропогеннi змiни). Biн охоплює всю бiосферу, але зосереджується на ефектах (реакцiях), якi безпосередньо стосуються антропогенних змін клiмату. Спостереження за станом клiмату охоплює монiторинг клiматотворних факторiв, а також величин, якi характеризують реакцiю клiматичної системи та її елементiв на piзнi дії, передусiм антропогеннi. Важливими є данi про стан пiдстилаючої поверхнi, якi характеризують її альбедо (частину падаючої променистої енергії, яку вона вiдбиває).

Уci цi фактори є клiматотвірними, а змiнюються вони внаслiдок реакції елементів клiматичної системи на дiю рiзних чинникiв.

Океан вiдiграє визначальну роль при формуваннi клiмату. Тому доцiльно здiйснювати монiторинг стану океану, який забезпечується вимiрюванням температури його поверхнi й верхнього шару, вмісту солi та хiмiчного складу води, хвилювання і течiй на рiзних глибинах. Для отримання даних про взаємодiю атмосфери й океану проводять регулярнi морськi клiматологiчнi вимiрювання температури повiтря i води, крапель роси, видимостi, напрямку та сили вітру, атмосферного тиску.

1. Монiторинг внутрiшнiх і зовнiшнiх факторiв (особливо антропогенних факторiв та їх джерел), якi впливають на клiмат i стан клiматичної системи. До зовнiшнiх факторiв належать вплив Сонця й космiчного випромiнювання. Їx iнтенсивнiсть залежить вiд сонячної активностi, параметрiв орбiти i швидкостi обертання Землi. Ефекти впливу

зумовлюються iнтенсивнiстю його факторiв, властивостями та складом атмосфери Землi, властивостями земної поверхнi (альбедо).

До внутрiшнiх факторiв, якi впливають на клiмат i клiматичну систему, вiдносять тепловi викиди й викиди речовин у бiосферу, їх перерозподiл мiж рiзними середовищами. Bін може бути природним (виверження вулканів) та антропогенним. Внутрiшнi фактори зумовлюють змiну властивостей клiматичної системи (змiнюються альбедо пiдстилаючої поверхнi й атмосфери, а також тепло і газообмiн пiдстилаючої поверхнi з атмосферою).

При оцiнюваннi коливань складу атмосфери, вивченнi можливого їх впливу на клiмат особлива роль належить спостереженням за вмістом i змiнами концентрацiй СО2 в атмосферi, за процесами обмiну його зi Cвітовим океаном та наземною бiотою. Збiльшення кiлькостi вуглекислого газу в атмосферi пов’язане з антропогенною дiяльнiстю − спаленням мiнерального палива. На сучасному етапi цей антропогенний фактор найвiдчутнiше впливає на клiмат. Тому особливо важливим є регулярне вимiрювання кoнцeнтpaцiї СО2 в атмосферi, вивчення балансу вуглецю в бiосферi, обмiну СО2 з глибинними шарами океану, впливу нафтової плiвки на газообмiн мiж океаном та атмосферою.

Зворотний ефект (можливе похолодання через вiдбиття частини падаючого сонячного випромiнювання) спричиняє пiдвищення вмісту стратосферних аерозолiв, що залежить вiд природних причин (виверження вулканiв, пiщанi бурi) й антропогенної дiяльностi (викиди промислових пiдприємств).

Монiторинг обсягiв основних складових атмосфери, забруднень та змiн, що вiдбуваються з ними, здебiльшого органiзований на державному piвнi, є важливою частиною глобальної системи монiторингу.

1. Монiторинг можливих фiзичних i екологiчних перетворень у довкiллi, якi вiдбуваються внаслiдок клiматичних змiн та коливань. Трансформації клiмату, впливаючи на стан бiосфери, позначаються й на господарськiй дiяльностi людини. Параметри змiн у бiосферi називають непрямими показниками змiн клiмату. Цю групу показникiв утворюють змiни рiвня мopів, озер, розташування берегової лiнії, рiчних шарiв, донних вiдкладень озер, cнігової лiнії та iн. До неї також зараховують i тaкi екологiчнi ознаки, як змiна характеру рослинностi, врожайностi культур, морської мiкрофлори й мiкрофауни, популяцiй комах, особливостей поширення хвороб тварин i рослин, передусiм у зонах з найбiльшою чутливiстю до змiн клiмату.

Комплекс цих даних необхiдний для проведення всебiчного аналiзу стану довкiлля i моделювання клiмату, на пiдставi яких виокремлюють критичнi фактори впливу й найчутливiшi елементи бiосфери, що є передумовою оптимального функцiонування системи клiматичного монiторингу.