Моніторинг ландшафтів

В останні роки намітився зростаючий інтерес до ландшафтів та їх охорони у зв’язку з деструктивною та неконтрольованою їх зміною, а також процесом ландшафтної гомогенізації. Визнаючи важливість ландшафту, як невід’ємної частини і важливого елемента в житті людини, висунуто ряд пропозицій щодо збереження та управління ландшафтами, зокрема: 1) розвиток стратегії дій для ландшафтів у контексті Європейської ландшафтної конвенції; 2) вивчення зв’язків між традиційними ландшафтами і регіональною економікою для розробки планів дій використання ландшафтів і збереження ландшафтного різноманіття.

Ландшафти будуть змінюватись у результаті економічного і культурного розвитку та інших факторів, однак ці зміни повинні бути спрямовані так, щоб у кінцевому результаті сформувати якісний (оптимальний, культурний) ландшафт. ***Ландшафти повинні бути результатом стратегічного проектування, а не безсистемного розвитку***.

Такий підхід до проблеми оптимізації (відновлення, реконструкції) антропогенних ландшафтів зумовлює необхідність становлення ландшафтного моніторингу, який є складовою частиною геосистемного моніторингу. ***Ландшафтний моніторинг*** – це система спостереження і контролю за станом ландшафтів і їх морфологічних компонентів у процесі природокористування з метою оцінювання, прогнозування, раціонального використання і охорони природи.

***Об’єктами ландшафтного моніторингу*** є природні територіальні комплекси (ПТК) різних рангів – ландшафти та їх морфологічні одиниці (фації, урочища і т.д.). Контролю підлягають усі геокомплекси як змінені людиною, так і ті, що функціонують у незміненому режимі (на заповідних територіях).

***Організаційні основи ландшафтного моніторингу***.

Ландшафтний моніторинг формується на базі науково-обгрунтованих організаційних принципів і програми, безперервного контролю у просторі й часі. Об’єктами моніторингу є природні територіальні комплекси різних рангів у межах певних адміністративних утворень (область, район, підприємства, населені пункти). Безперервність моніторингу забезпечується проведенням ландшафтно-моніторингового картографування з подальшим маршрутним обстеженням. Періодичне (через 1-5 років) повторне картографування стану ПТК складає основу його безперервності у часі. Контроль геокомплексів поєднується з вивченням міграції вод і речовин у межах басейнів рік певних порядків.

Контроль за станом геокомплексів адміністративно-господарської одиниці доцільно здійснювати за індивідуальною програмою, яка враховує особливості господарювання, ступінь модифікації ПТК.

Програма ландшафтного моніторингу складається з кількох блоків – послідовних етапів моніторингових досліджень. Найбільш важливим і трудомістким етапом моніторингу, особливо в період його організації, є етап збирання первинної інформації.

Організацію ландшафтного моніторингу доцільно починати з виявлення і картографування об’єктивно існуючих природних територіальних комплексів, проведення їх інвентаризації. Саме тому обов’язковою умовою ландшафтного моніторингу є ***ландшафтний кадастр*** – основна форма якісного і кількісного обліку природних комплексів, їх структури, ресурсів, діючих у них процесів, характеру сучасного господарського використання і продуктивності.

Всебічний кількісний і якісний облік усієї різноманітності ПТК певної території є обов’язковою умовою моніторингу. Без нього не можна виявити як найбільш порушені (деградовані), так і еталонні (незмінені людиною) ландшафти, оцінити їх стан, розробити прогноз і рекомендації щодо їх використання.

Основою ландшафтного кадастру є картографування, яке завершується складанням ландшафтних карт і комплексних текстових характеристик ПТК. Вони містять детальну інформацію про генезис, історію розвитку, структуру, природно-географічні процеси та інші властивості природних одиниць. Кадастр, крім того, складається з даних про характер господарського використання ландшафтів. Ці відомості містяться на прикладних ландшафтно-інвентаризаційних картах, які повинні входити до складу кадастру.

***Кадастровий бланк*** аналізу ландшафту складається з наступних розділів: вступ (вказується назва, місцеположення, площа і межі ландшафту) геологічний фундамент, рельєф, підземні води, клімат, поверхневі і підземні води, небезпечні природні явища, грунти, рослинний покрив, тваринний світ, медико-географічна характеристика, фенологічні явища, структура ландшафту, вплив людини на ландшафт.

Процес одержання даних, що характеризують стан ландшафтних комплексів, є одним з найвідповідальніших етапів моніторингу. Він передбачає проведення польових експедиційних, напівстаціонарних і стаціонарних ландшафтно-моніторингових досліджень, а також всебічне використання даних державних служб контролю природного середовища (суб’єктів державного моніторингу довкілля).

Спеціальні ландшафтно-моніторингові дослідження включають: експедиційні обстеження контрольованих територій і складання ландшафтно-моніторингових карт; проведення періодичних спостережень на спеціальних маршрутах; організацію напівстаціонарних і стаціонарних досліджень на тестових полігонах. Ландшафтно-моніторингове картографування проводиться щорічно або через кілька років з метою визначення стану ландшафтів та інвентаризації факторів антропогенного впливу. Контроль стану ПТК протягом року, особливо тих, які характеризуються критичним, несприятливим для господарської діяльності станом, здійснюється шляхом спостережень за спеціальними маршрутами. Маршрутні обстеження проводяться за відповідною програмою посезонно та у період активізації антропогенних впливів, а також при катастрофічних амплітудах ритмів природно-географічних процесів (зливи, урагани, снігопади тощо).

З метою детального вивчення станів ПТК закладаються ландшафтно-моніторингові полігони.

***Обробка та аналіз результатів спостереження.***

Ефективність ландшафтного моніторингу залежить від рівня оцінювання зібраної інформації.

***Об’єктом оцінювання*** виступають змінені людиною геокомплекси різних рангів, предметом – антропогенні модифікації, суб’єктом – корінні ПТК. ***Мета оцінювання*** – визначення ступеня трансформованості природних територіальних одиниць та здатності їх виконувати соціально-економічні функції. Критеріями оцінювання можуть бути як бальні .шкали, так і оціночні класифікації. В основі оцінки ПТК лежить складання і аналіз ландшафтно-оцінних карт, які створюються на базі ландшафтних карт і оціночних класифікацій.

Антропогенні модифікації ПТК, як правило, обумовлені й пов’язані з конкретними антропогенними процесами – луківництвом, осушенням, рільництвом і т.д. У зв’язку з цим виділяється п’ять основних видів модифікацій:

* мікрокліматична – вирубування лісу, заміна деревної рослинності трав’яною в процесі луківництва зумовили зміну рослинного і тваринного світу та мікроклімату;
* біоводно-мікрокліматична – луківництво, яке супроводжується осушенням чи зрошенням, приводить до значно глибших змін ПТК (біоти, мікроклімату і водного режиму);
* біогрунтово-мікрокліматична – в результаті рільництва, зміни грунтового покриву ступінь трансформації ПТК ще більше посилюється;
* біогрунтово-водно-мікрокліматична – рільництво з осушенням чи зрошенням відкритим або закритим дренажем зумовлює зміну біоти, грунту, водного режиму і мікроклімату;
* біоліто-грунтово-водно-мікрокліматична – в результаті будівництва сіл, міст, доріг антропогенні зміни охоплюють усі природні компоненти, в тому числі й літогенну основу ПТК.

Виходячи із закону нерівнозначності взаємодіючих факторів, кожну антропогенну модифікацію можна оцінити різною кількістю умовних балів, залежно від того, які компоненти геокомплексу зазнали змін. Як еталонну одиницю площі, зручну для розрахунків і порівняння, доцільно взяти один процент площі ПТК. Відповідно, один процент площі геокомплексу, представлений найслабшою біомікрокліматичною модифікацією, буде оцінюватись в І бал, сильніша біоводно-мікрокліматична модифікація – у 2 бали і т.д. Якщо одновидова, гомогенна модифікація займає всю площу ПТК, то, помноживши ціну одного процента площі на 100, можна отримати показник модифікації комплексу в цілому.

Завершальною ланкою етапу обробки й аналізу моніторингрвої інформації є прогноз можливих змін та станів ПТК Прогноз антропогенних станів ПТК слід розглядати як один з аспектів загального фізико-географічного прогнозу.

***Ландшафтно-моніторингове картографування.***

Важлива роль у ландшафтних дослідженнях належить картографічному методу, який забезпечує наочне відображення особливостей просторової і часової організації та стану ландшафтів. Картографічна модель конкретної території в цілісній, зручній для сприйняття формі відображає суттєві властивості її природних територіальних одиниць, створює можливості для їх порівняння і оцінювання, виступає основою прогнозу і розробки рекомендацій з раціонального використання природних систем. Тому належна організація моніторингу, в тому числі ландшафтного, неможлива без застосування карт.

Ландшафтний моніторинг передбачає створення спеціальних ландшафтно-моніторингових карт, які являють собою специфічні прикладні оцінні ландшафтні карти, що відображають стан геокомплексів, особливості процесів їх розвитку та динаміки. Залежно від цільового призначення і змісту розрізняють основні „універсальні”, допоміжні і оперативні ландшафтно-моніторингові карти. Основна моніторингова карта містить детальну інформацію про стан ПТК, кількісну та якісну його оцінку, елементи прогнозу, дані про джерела антропогенного впливу, а також розміщення стаціонарних пунктів і маршрутів спостереження та контролю. Допоміжні моніторингові карти відображають диференціацію властивостей природних компонентів, що мають важливе значення в процесі контролю (карта зміни водного режиму ПТК під впливом дренажу; карти ареалів техногенного забруднення геокомплексів у зоні впливу промислових підприємств та ін.). Важливе значення мають і оперативні карти добового, декадного, місячного і сезонного стану ПТК, що відображають зміну їх антропогенних модифікацій і динамічних станів або основних характеристик цих станів у межах річного циклу.

Повторне картографування є самостійною формою контролю стану геокомплексів, яка може застосовуватись на різних рівнях ландшафтної диференціації досліджуваної території.

***Експедиційні ландшафтно-моніторингові дослідження.***

Експедиційне вивчення стану ПТК є найбільш дійовою і обов’язковою формою контролю геокомплексів. Основу, суть польових досліджень становить ландшафтно-моніторингове картографування. В організаційному відношенні наукові дослідження складатимуться із трьох етапів: підготовчого, польового і заключного.

Протягом ***підготовчого періоду*** досліджень поряд із завданнями, які передбачені загальними ландшафтними цілями, вирішуються завдання характеристик господарського використання ПТК, які відображаються на картах.

Шляхом порівняльного аналізу попередньої карти ПТК, топографічних карт, схем землекористування, лісовпорядкування, меліоративних та інших заходів створюється ландшафтно-інвентаризаційна карта. На ній показуються сільсько- і лісогосподарські угіддя, населені пункти, промислові підприємства, дороги, меліоративні системи та інші антропогенні об’єкти. Показуються також джерела антропогенного забруднення – місця викидів забруднюючих речовин в атмосферу, випуску зворотних побутових і промислових вод. До ландшафтно-інвентаризаційної карти складається пояснювальна записка, в якій дається характеристика використання всіх природних територіальних комплексів досліджуваної території. Окремо збираються літературні і фондові дані про заходи з раціонального використання й охорони геокомплексів у процесі реалізації того чи іншого виду природокористування.

***Польовий етап*** ландшафтно-моніторингових досліджень поділяється на два підетапи: 1) документальне вивчення природокористування за первинними матеріалами, 2) безпосередні польові ландшафтио-моніторингові дослідження.

Вивчається сучасне господарське використання ПТК та його динаміка у попередні роки. Особливо важливе значення мають дані, що розкривають зміну антропогенного впливу і відображають властивості попередніх і сучасних антропогенних станів. Отримати необхідні матеріали можна вивченням інформації підприємств (звітів). Зібрана інформація ув’язується з конкретними геокомплексами і систематизується за кількома напрямами: 1) дані про способи, режим і інтенсивність антропогенних впливів і процесів; 2) відомості про джерела антропогенного забруднення; 3) дані про реакцію ПТК і їх компонентів на антропогенні впливи; 4) відомості про заходи з охорони й раціонального використання ПТК та контролю їх стану.

Під час польових ландшафтно-моніторингових досліджень вирішуються завдання щодо генезису, сучасної структури, зовнішніх проявів динаміки геокомплексів, вивчаються антропогенні впливи, антропогенні елементи і системи, сучасний стан змінених людиною ПТК (у тому числі стан природних аквальних комплексів – струмків, рік, озер, ставків, водосховищ, які тісно пов’язані і взаємодіють з природними територіальними одиницями).

На основі зібраних польових матеріалів створюється загальна ландшафтна карта, карти фактичного матеріалу (сучасного землекористування, антропогенних джерел забруднення, шкідливих природно-географічних процесів та ін.), ландшафтно-інвентаризаційна і ландшафтно-моніторингова карти і легенди до них, розробляється карта рекомендацій щодо оптимізації ПТК, на якій показується система заходів з раціонального використання і охорони геокомплексів.

***Методика визначення антропогенних станів ПТК***

Основною діагностичною ознакою антропогенних модифікацій ПТК є ступінь зміненості вертикальної структури. Вертикальна будова геокомплексу в поєднанні з іншими характеристиками чітко вказує на ту чи іншу антропогенну модифікацію (цикл, фазу або стадію).

Оскільки вихідним станом антропогенного циклу є корінний стан ПТК, цикли модифікацій доцільно називати відповідно до корінних типів рослинності.

Антропогенні фази визначаються на основі польових досліджень порівнянням сучасної вертикальної будови геокомплексу з будовою корінних ПТК.

Антропогенні фази відрізняються між собою не тільки морфологічними особливостями, а й сукупністю характеристик генетичних горизонтів: видовим складом рослинності, морфологічними і хімічними властивостями грунтових горизонтів, потужністю і складністю будови геногоризонтів та ін.

***Корінна (лісова, лісостепова, степова) фаза*** характеризує спонтанне функціонування фацій за відсутності виражених у вертикальній структурі антропогенних змін /. Фітоценоз відрізняється видовою різноманітністю і багатоярусністю. Наявні деревний, чагарниковий, чагарничковий і трав’яний яруси. Грунтовий профіль складається з горизонтів: лісова підстилка (Не – 0-3 см); гумусовий горизонт (3-14 см); гумусовий перехідний горизонт (HP – 14-28 см); материнська порода (Р – 28 см і нижче).

***Вторинно-лісова (степова) фаза.*** В результаті суцільної вирубки корінний фітоценоз замінений похідним. Зменшилась кількість ярусів (горизонтів), потужність підстилки, гумусового і гумусового перехідного горизонтів.

***Післялісова лучна антропогенна фаза*** встановлюється при антропогенно обумовленій зміні лісової рослинності лучною. В умовах сінокосіння або помірного випасу трав’яні фітоценози характеризуються ще відносно високою видовою різноманітністю при пануванні різнотрав’я і злаків. Відбуваються суттєві зміни і у грунті, на місці підстилки виникає дернина.

***Деградаційна фаза***. Розорювання післялісових лук або степової рослинності призводить до утворення одновидового рослинного угруповання сільськогосподарських культур. Верхні горизонти грунту внаслідок оранки переміщаються, дернина вже не утворюється, вміст гумусу зменшується. Збалансованість взаємозв’язків компонентів фації різко послаблюється, вона стає нестійкою і вразливою до процесів деградації (водна і вітрова ерозія та ін.).

***Спостереження на моніторингових полігонах***.

Реалізація ландшафтного моніторингу неможлива без постійних комплексних ландшафтно-моніторингових спостережень на геоекологічних полігонах.

Важливим організаційним принципом моніторингу є регіональний принцип, який передбачає максимальне врахування природних умов і особливостей господарської діяльності у межах конкретних фізико-географічних регіонів (областей, районів, населених пунктів).

Детальними моніторинговими дослідженнями повинні бути охоплені всі основні (репрезентативні) геокомплекси, які функціонують як у заповідному режимі, так і в умовах різноваріантних антропогенних навантажень. Це зумовлює необхідність організації спостережень на спеціальних ключових ділянках – тестових ландшафтно-моніторингових полігонах (регіональних геоекологічних полігонах).

Програма вивчення антропогенно порушених геокомплексів повинна включати: визначення ступеня порушеності ПТК, тенденцій зміни антропогенних впливів; вивчення механізмів реакції геокомплексів на конкретні впливи; моделювання і прогнозування антропогенних станів природних одиниць; розробка рекомендацій щодо оптимізації природокористування в ПТК конкретних видів.

Крім того, моніторингові дослідження доцільно організувати і на ряді допоміжних тестових ділянок. Вони повинні складатися з ПТК, що знаходяться в умовах різних видів антропогенних впливів. Головною організаційною формою спостережень тут будуть напівстаціонарні і маршрутні дослідження.

***Практична реалізація моніторингу***.

Ландшафтний моніторинг проводиться шляхом створення двох взаємопов’язаних підсистем: 1) оперативного контролю та 2) поточного контролю.

***Оперативний ландшафтний моніторинг*** – система збирання, обробки і передачі термінової інформації про різкі зміни стану природних територіальних комплексів, які можуть бути викликані катастрофічними амплітудами ритмів природно-географічних процесів (бурани, повені, селі і т.д.), або екологічно небезпечними викидами (скидами) забруднюючих речовин. Основним його завданням є констатація реального стану геокомплексів на даний момент, передбачення їх змін, а також оцінювання можливих наслідків впливу на здоров’я людей. При цьому слід опиратись на існуючу мережу пунктів державного моніторингу спостереження і контролю за забрудненням навколишнього середовища та організацію, при потребі, додаткових контрольних пунктів.

Швидка обробка та інтерпретація первинної інформації за допомогою оперативних моніторингових карт дозволяє визначити просторово-часові тенденції зміни несприятливої екологічної ситуації у конкретних геокомплексах, а також розробити невідкладні заходи щодо попередження виникнення небажаних процесів і явищ.

Завданням підсистеми ***поточного ландшафтного моніторингу*** є проведення періодичного (через 1-5 років) повторного моніторингового картографування та контрольних спостережень за станом ПТК на ландшафтно-моніторингових постах (геоекологічних полігонах).

Геоекологічний полігон складається з кількох еталонних природних і господарсько освоєних ділянок у межах контрольованої території. Ділянки повинні охоплювати території урочищ, водозборів.

Програма спостережень на полігоні включає контроль за проведенням господарських робіт, змивом грунтів, дренажним стоком, вмістом забруднюючих речовин у атмосферних опадах, поверхневих і підземних водах. Періодично відбираються проби грунтів і рослинної продукції для проведення аналізів на вміст забруднюючих речовин (залишків пестицидів, нітратів, важких металів та ін.).

Для обгрунтування заходів, спрямованих на попередження і усунення негативних наслідків господарської діяльності у сільськогосподарських ландшафтах (агроландшафтах), розробки методів оптимізації природокористування з одержанням максимуму продукції при одночасному формуванні безпечної екологічної ситуації, ***необхідна організація моніторингу в агроландшафтах***.

Агроландшафти є антропогенними системами, які створені для вирощування і забезпечення максимальної продуктивності сільськогосподарських культур. Відсутність захисного рослинного покриву весною та у літньо-осінній період, організація території агроландшафтів без врахування особливостей ландшафтно-водозбірної будови, знищення рослинного покриву і розорювання земель на ерозійно-небезпечних схилах (транзитний тип місцевості) призводять до геохімічної трансформації ландшафтів, виникнення водно-ерозійних процесів, руйнування і деградації грунтів, порушення природної просторової біогеохімічної організованості території та формування нестійких агроекосистем.

Внаслідок значного переміщення речовини і енергії в агроландшафтах удобрені сільськогосподарські угіддя слід розглядати як “геохімічні поля”, особливо ті ділянки на яких вирощуються культури інтенсивного типу (цукровий буряк, кукурудза, картопля) з використанням високих доз мінеральних добрив, а також засобів захисту рослин (гербіциди, фунгіциди). Внесені на поля добрива і пестициди опиняються у складі поверхневого стоку і виносяться у водні об’єкти, обумовлюючи забруднення річкових та інших поверхневих вод.

Результатом антропогенних змін при трансформації природних ландшафтів у агроландшафти (особливо при значній кількості орних земель) без врахування екологічної ємності ландшафтів, рельєфу місцевості, меліоративних функцій рослинного покриву та інших факторів є ***біохімічне виснаження ландшафтів. Транзитний тип території перетворюється у збіднюючий***.

У зв’язку з цим в агроландшафтах необхідно організувати ***ландшафтно-геохімічний моніторинг***, основним завданням якого є аналіз глибини і спрямованості трансформації угідь в агроландшафтах з метою обгрунтування навантажень відповідно до можливого (гранично-допустимого) рівня порушення природних ландшафтів, а також вивчення факторів, які визначають продуктивність сільськогосподарських угідь.

+На основі моніторингових досліджень формується “обличчя” території агроландшафту, проводиться її зонування, дається обгрунтування диференційованої організації території і структури угідь на водозборах, а також необхідних елементів грунтоводоохоронної інфраструктури.

Структура моніторингу в агроландшафтах повинна базуватися на геоекологічних полігонах, які розміщуються у вершинах растрової сітки 16×16 км. На полігонах закладаються локальні пункти постійного спостереження з охопленнями усіх видів угідь (ліси, луки, рілля, водні об’єкти), урочищ і типів місцевостей (плакори, схилові землі, заплави річок), описуються морфологічні ознаки грунтів, відбираються зразки грунту, для визначення фізичних (об’ємна і питома маса, пористість), фізико-хімічних і хімічних властивостей (кислотність грунту, вміст гумусу, азоту, фосфору, калію, важких металів, пестицидів, радіонуклідів). На цих же ділянках методом площадок 1×1 м визначається маса рослинного покриву (продуктивність угіддя) і відбираються зразки рослин для аналізу. Відбираються також проби атмосферних опадів, поверхневих (з постійних і тимчасових водотоків) і підземних вод для вивчення їх хімічного складу.