

---

# SOIL MONITORING

---

---



V. V. Medvedev ✉

Academician of NAAS  
of Ukraine,  
Dr. Sci. (Biol.), Professor

UDK 631.45

---

*National Scientific Centre «O. N. Sokolovsky Institute  
for Soil Science and Agrochemistry Research»,  
Chajkovska str., 4, Kharkov, Ukraine, 61024*

---

## **METHODOLOGY OF EFFECTIVE MONITORING OF A SOIL COVER (ON THE BASIS OF THE ANALYSIS OF 25-YEARS EUROPEAN EXPERIENCE)**

**Abstract.** The purpose of the article is to state the most essential methodological aspects of monitoring of a soil cover which is spent in the Europe during more than 25 years, to approach the Ukrainian model of monitoring to European and to formulate requirements to the organization of monitoring in Ukraine which will guarantee its efficiency. According to the European concept under monitoring the existential system of supervision over soil properties on constant platforms with use of the wide program of indicators with the purpose of creation of information-analytical databases, divisions into districts and allocation of problem territories, the forecast of soil development (including by means of pedotransfer modelling), a correcting of the contents and intensity of agricultural activity, planning of soil-saving actions, improvements of granting process to farmers, activation of work with mass media and in other purposes means. Advantage has regular distribution of points which meets the requirements of geostatistic analysis and geoinformatics is better and is better considers spatial features of soil characteristics which are important in mapping. Organizational principles of construction of monitoring: independence of departments influence; simple 2-unit structure (regional laboratory – the centre of information-analytical), the coordinated and approved normative estimated base; coordination with supervision over other components of an environment; financing from the state budget; regular informing on results power structures and the public. Monitoring is meaningful only when with its help a long number of the equidistant supervision received mainly in a regular network is formed. Only under these conditions probably objective estimation and the reliable forecast of negative changes in soils, and also contours of territories with problem characteristics are precisely defined. Accordingly means for their elimination are economically spent. Monitoring should be spent at the greatest possible quantity of definitions of display soil properties in modes in situ and on-line. Mainly by results of monitoring a soil cover in the majority of the European countries bases of a new agrarian policy protection of an environment and active support of soil-saving technologies to which interest increases in the European countries have been certain is. In the European countries the atmosphere of assistance to monitoring was generated and it is considered, that without high-quality information system about a soil cover to create comfortable conditions of a life and a clean environment is impossible. In Ukraine it is necessary to organize monitoring of a soil cover on the basis of the newest program, mathematical tool, and cartographical bases, agreed with the European experience. In connection with intensive use the soil

---

✉ Tel.: +38057-704-16-69, e-mail: vvmmedvedev@ukr.net

DOI: 10.15421/041609

ISSN 1684-9094. Gruntoznavstvo. 2016. Vol. 17, no. 3-4

5

cover of Ukraine quickly changes, the increasing urgency is got with processes of degradation. Therefore the control of changes and over its base formation of corresponding programs on stay of degradation and reproduction of soil fertility – very actual problem.

*Keywords: soil monitoring, the European experience, actual problems.*

УДК 631.45

**В. В. Медведев**

акад. НААН Украины,  
д-р биол. наук, проф.

*Национальный научный центр «Институт почвоведения и агрохимии  
им. А. Н. Соколовского», ул. Чайковская, 4, г. Харьков, Украина, 61024,  
тел.: +38057-704-16-69, e-mail: vmedvedev@ukr.net*

## **МЕТОДОЛОГИЯ ЭФФЕКТИВНОГО МОНИТОРИНГА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА (НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА 25-ЛЕТНЕГО ЕВРОПЕЙСКОГО ОПЫТА)**

**Аннотация.** Цель статьи – изложить наиболее существенные методологические аспекты мониторинга почвенного покрова, который проводится в Европе на протяжении более 25 лет, приблизить украинскую модель мониторинга к европейской и сформулировать требования к организации мониторинга в Украине, которые будут гарантировать его эффективность. Согласно европейской концепции под мониторингом имеется в виду пространственно-временная система наблюдений за свойствами почв на постоянных площадках с использованием широкой программы индикаторов с целью создания информационно-аналитических баз данных, районирования и выделения проблемных территорий, прогноза развития почв (в том числе с помощью педотрансферного моделирования), корректирование содержания и интенсивности земледельческой деятельности, планирование почвоохранных мероприятий, объективизации процесса предоставления субсидий фермерам, активизации работы со средствами массовой информации и в других целях. Преимущество имеет регулярное размещение точек, которое лучше удовлетворяет требованиям геостатистического анализа и геоинформатики и лучше учитывает пространственные особенности почвенных характеристик, которые важны в картографировании. Организационные принципы построения мониторинга: независимость от влияния ведомств; простая 2-звенная структура (региональная лаборатория – центральный информационно-аналитический центр), согласованная и утвержденная нормативная оцениваемая база; координация с наблюдениями за другими компонентами окружающей среды; финансирование из государственного бюджета; систематическое информирование о результатах властные структуры и общественность. Мониторинг имеет смысл только тогда, когда с его помощью формируется длинный ряд равноотстоящих наблюдений, полученных преимущественно в регулярной сети. Только при этих условиях возможно объективное оценивание и надежный прогноз отрицательных изменений в почвах, а также точно определяются контуры территорий с проблемными характеристиками. Соответственно экономно тратятся средства на их устранение. Мониторинг должен проводиться при максимально возможном количестве определений индикаторных свойств почв в режимах *in situ* и *on-line*. Главным образом по результатам мониторинга почвенного покрова в большинстве европейских стран были определены принципиальные основы новой аграрной политики – это защита окружающей среды и активная поддержка почвоохранных технологий, к которым в европейских странах возрастает интерес. В европейских странах сформировалась атмосфера содействия мониторингу и считается, что без высококачественной информационной системы о почвенном покрове создать комфортные условия жизни и чистую окружающую среду невозможно. В Украине нужно организовать мониторинг почвенного покрова на основе новейших программных, математических, инструментальных и картографических основ, гармонизированный с европейским опытом. В связи с интенсивным использованием почвенный покров Украины быстро изменяется, все большую актуальность приобретают процессы деградации. Поэтому контроль изменений и на его базе формирование соответствующих программ по приостановлению деградации и воспроизводству плодородия почв – очень актуальная задача.

*Ключевые слова: мониторинг почв, европейский опыт, актуальные задачи.*

*Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії  
ім. О. Н. Соколовського», вул. Чайковська, 4, м. Харків, Україна, 61024,  
тел.: +38057-704-16-69, e-mail: vmedvedev@ukr.net*

## **МЕТОДОЛОГІЯ ЕФЕКТИВНОГО МОНІТОРИНГУ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ (НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ 25-РІЧНОГО ЄВРОПЕЙСЬКОГО ДОСВІДУ)**

**Анотація.** Мета статті – викласти найбільш суттєві методологічні аспекти моніторингу ґрунтового покриття, що проводиться в Європі протягом більше 25 років, наблизити українську модель моніторингу до європейської і сформулювати вимоги до організації моніторингу в Україні, що гарантуватимуть його ефективність. Відповідно до європейської концепції під моніторингом мається на увазі просторово-часова система спостережень за властивостями ґрунтів на постійних площадках з використанням широкої програми індикаторів з метою створення інформаційно-аналітичних баз даних, районування й виокремлення проблемних територій, прогнозу розвитку ґрунтів (у тому числі за допомогою педотрансферного моделювання), коригування змісту й інтенсивності землеробської діяльності, планування ґрунтозберезувальних заходів, об'єктивізації процесу надання субсидій фермерам, активізації роботи із засобами масової інформації і в інших цілях. Перевага віддається регулярному розміщенню точок, що краще задовольняє вимоги геостатистичного аналізу і геоінформатики й об'єктивізує просторові особливості ґрунтових характеристик, що важливо в картографуванні. Організаційні принципи побудови моніторингу: незалежність від впливу відомств; проста 2-ланкова структура (регіональна лабораторія – центральний інформаційно-аналітичний центр: погоджена і затверджена нормативна оцінювальна база; координація зі спостереженнями за іншими компонентами навколишнього середовища; фінансування з державного бюджету; систематичне інформування про результати владні структури й громадськість. Моніторинг має сенс тільки тоді, коли з його допомогою формується довгий ряд рівновіддалених спостережень, отриманих переважно в регулярній мережі. Тільки за цих умов можливо об'єктивне оцінювання й надійний прогноз негативних змін у ґрунтах, а також точно визначаються контури територій із проблемними характеристиками. Відповідно оцідливо витрачаються кошти на їхнє усунення. Моніторинг повинен проводитися за максимальною можливою кількістю визначень індикаторних властивостей ґрунтів у режимах *in situ* і *on-line*. Головним чином за результатами моніторингу ґрунтового покриття в більшості європейських країн було визначено принципові основи нової аграрної політики – це захист довкілля та активна підтримка ґрунтозахисних технологій, до яких у європейських країнах зростає інтерес. В європейських країнах сформувалася атмосфера сприяння моніторингу і вважається, що без доброякісної інформаційної системи про ґрунтовий покрив створити комфортні умови життя і чисте навколишнє середовище неможливо. В Україні вкрай потрібно організувати моніторинг ґрунтового покриття на основі новітніх програмних, математичних, інструментальних і картографічних засад, гармонізований з європейським досвідом. У зв'язку з інтенсивним використанням ґрунтового покриття України швидко змінюється, усе більшої актуальності набувають процеси деградації. Тому контроль змін і на його базі формування відповідних програм з призупинення деградації і відтворення родючості ґрунтів – надактуальна задача.

**Ключові слова:** моніторинг ґрунтів, європейський досвід, актуальні завдання.

### **ВСТУП**

У 80-ті роки минулого сторіччя в найбільш розвинених західноєвропейських країнах моніторинг поступово став пріоритетним завданням і, без перебільшення, ознакою цивілізованості країни. В Європі сформувалася атмосфера сприяння моніторингу й визнання його необхідності для всебічного контролю стану навколишнього середовища. Стало зрозуміло, що без моніторингу створити сприятливе середовище й комфортні умови життя для населення неможливо. На жаль, ці тенденції практично не торкнулися України. Більше того, наша країна стала прикладом того, як не треба організовувати моніторинг. До виконання робіт, згідно з відповідною постановою Кабінету Міністрів 1993 р., було залучено 9 міністерств і відомств. У результаті замість

його реалізації як важливої державної програми моніторинг був розділений на відомчі частини. Координація й методичне забезпечення робіт, які були доручені Міністерству екології, здійснювалися зовсім недостатньо. Це міністерство й дотепер практично ніяк не впливає на стан робіт у країні в цій області. Спостережні площадки не створено й систематичні виміри не велися. Лише Мінагрополітики та продовольства й Держагентство з водного господарства проводили виміри окремих показників, використовуючи для цього самостійні, неузгоджені між собою мережі, програми й методи. Як наслідок, у країні дотепер відсутня повноцінна інформаційна система про стан навколишнього середовища і його основного компоненту ґрунтового покриття. Головне ж – у країні до цього часу немає стратегії й обґрунтованої інвестиційної політики відносно поліпшення стану ґрунтового покриття. Її й не може з'явитися, поки не буде моніторингу – єдиного та об'єктивного джерела даних про сучасний стан і динаміку розвитку ґрунтового покриття.

У статті викладено принципи методичні аспекти ведення моніторингу в європейських країнах, де він здійснюється вже протягом 25 років, і, головне, сформульовано вимоги до організації моніторингу в Україні, що гарантуватимуть його ефективність.

## МЕТОДИ

Стаття написана на підставі вивчення літературних матеріалів і безпосереднього спостереження за моніторингом ґрунтового покриття у Франції, Німеччині, Швеції, Угорщині, Румунії та в інших європейських країнах.

## РЕЗУЛЬТАТИ

*Загальноприйняте визначення моніторингу.* Дискусія на початку 90-х років на нараді в Будапешті (International Workshop., 1993) з цього приводу привела до визначення моніторингу ґрунтового покриття як просторово-часової системи спостережень за властивостями ґрунтів.

*Мета моніторингу.* Колективом авторів під керівництвом А. R. Gentile (Gentile, 2001) сформульовано мету і конкретизовано завдання моніторингу ґрунтового покриття: *створення і періодичне оновлення картографо-аналітичних матеріалів про стан ґрунтів; створення автоматизованої інформаційної системи; районування території і виокремлення проблемних місць (hot spots); опрацювання прогнозу зміни ґрунтів залежно від змісту й інтенсивності антропогенної діяльності; обґрунтування заходів з охорони ґрунтів.*

*Програми моніторингу ґрунтів.* Найбільш повні програми моніторингу ґрунтів здійснюються в Австрії, Німеччині і Швеції. Поряд із загальноприйнятими вимірами (С, рН, нітраги, важкі метали) тут систематично спостерігають за рухомими елементами живлення, хімічним складом твердої і рідкої фаз ґрунту, мікробіологічними режимами, забрудниками органічного походження. У цих країнах проведено кілька турів спостережень, є значний досвід обробки зібраної інформації, формування інформаційних систем, взаємодії зі споживачами.

*Схеми формування мереж спостережень.* У практиці європейських країн використовуються два способи формування спостережної мережі моніторингу ґрунтів – регулярний і нерегулярний. Перший з них знаходить застосування в Австрії (мережа з декількох тисяч постійних площадок з відстанню між ними в 11, а в деяких регіонах 4 і навіть 1 км), Румунії (960 площадок у вузлах мережі 16×16 км), Франції (2100 площадок у вузлах мережі 16×16 км), Швеції (24000 площадок у вузлах мережі з різними параметрами залежно від рельєфу). Другий спосіб використовується в Норвегії й Великій Британії (по 13 площадок), Італії (27 площадок), Німеччині (приблизно 800 площадок), Чехії (257 площадок). Другий спосіб припускає репрезентативне (пропорційне) відображення в оцінках стану ґрунтів структури ґрунтового покриття, топографічних, кліматичних і господарських особливостей території.

Порівняльних досліджень переваг і недоліків обох способів не проводили, але згідно зі стандартом ЄС (ISO 16133:2004(E)) вибір способу формування мережі моніторингових площадок пропонується здійснити кожній країні самостійно, виходячи із власного досвіду ведення моніторингових робіт.

Перевага (по змозі) віддається регулярному розміщенню точок, що краще задовольняє вимоги геостатистичного аналізу і геоінформатики й об'єктивізує просторові особливості ґрунтових характеристик, що важливо в картографуванні. Існуючі в Європі мережі можна умовно розділити на дві категорії: багато точок за обмеженого числа вимірюваних параметрів або мало точок за істотно більшого числа параметрів. У варіанті, що опрацьовується групою фахівців, залучених європейським екологічним агентством, обґрунтовується поліпшена концепція вибору точок, адаптована, з одного боку, до типових ландшафтів, а з іншого, до джерел «hot spots» (гарячі плями), що погіршують екологічну ситуацію. Узгодження мереж усередині країн і між ними дозволить використати позитивні сторони двох категорій мереж (регулярної і нерегулярної) з одночасною мінімізацією витрат. При цьому здається реальним урахувати природну строкатість ґрунтів, різні співвідношення угідь, часову варіабельність об'єктів і впливів.

**Організаційні принципи побудови моніторингу:** незалежність від впливу відомств; проста 2-ланкова структура (регіональна лабораторія – центральний інформаційно-аналітичний центр); проведення за широкої програми індикаторних спостережень; погоджена і затверджена нормативна оцінювальна база; проведення на постійних площадках зі спеціальним статусом; координація зі спостереженнями за іншими компонентами навколишнього середовища; фінансування з державного бюджету; систематичне інформування про результати владні структури й громадськість.

**Практичні результати моніторингу ґрунтів в європейських країнах.** Моніторинг ґрунтів має надзвичайно велику кількість прикладних аспектів, починаючи від виявлення негативного розвитку ґрунтоутворного процесу на невеликій території до обґрунтування й коригування фундаментальних основ землекористування в країні. Наведемо декілька прикладів.

Використання моніторингу довело, що в Європі, особливо в індустріально розвинутих регіонах, останніми десятиліттями стан довкілля погіршився. Причиною погіршення в сільській місцевості стало збільшення площі ріллі, застосування у все більшій кількості добрив і хімічних засобів захисту рослин, спрощення сівозмін на користь вирощування озимої пшениці і взагалі поступове просування в бік монокультурного господарювання або звуження спеціалізації ферм, ліквідація меж і невикористовуваних площ на кордонах між окремими фермерськими господарствами, щоб збільшити площу ріллі.

У зв'язку з погіршенням стану ґрунтового покриву стратегія його використання поступово змінюється і стає ґрунтоохоронною. Активізація зусиль в охороні ґрунтів до певної міри стала вимушеною реакцією на численні факти погіршення стану ґрунтового покриву внаслідок інтенсивного землекористування. Погіршення екологічного стану ґрунтів і поверхневих вод потребувало вдосконалення агротехнологій.

Головним чином за результатами моніторингу ґрунтового покриву нещодавно в більшості європейських країн було визначено принципові основи нової аграрної політики – це захист довкілля та активна підтримка ґрунтозахисних технологій, до яких у європейських країнах зростає інтерес. Дослідження набувають екологічного спрямування, вишукують нові методи збереження і відновлення біорізноманіття, біометоди захисту від бур'янів і хвороб, патогенних мікроорганізмів і загалом методи підвищення родючості без додаткових штучних вкладень. Нині в більшості європейських країн переважає так зване консервативне землеробство (conservation agriculture), тобто технології, спрямовані на максимально можливе збереження біорізноманіття, складу і властивостей ґрунту, захист від деградаційних процесів (ерозії, втрат гумусу, переущільнення тощо). Згідно з концепцією консервативного

землеробства зменшується кількість та глибина механічних обробітків, коригується структура угідь і сівозмін на користь ґрунтозберезувальних культур, балансується живлення рослин за рахунок природних джерел. У Франції консервативне землеробство розглядають як важливу частину державного плану охорони довкілля.

Прикладом ефективного використання результатів моніторингу є Велика Британія. Як тільки в південно-східній частині Англії і Уельсу було встановлено, що чим значніша частка ріллі і чим частіше застосовується оранка, тим більша концентрація фосфору і нітратів у поверхневих водах, зразу ж був прийнятий документ «Soil Use and Management 2000», у якому були введені обмеження щодо застосування оранки.

Саме завдяки систематичним спостереженням за ґрунтами і врожаєм в землеробстві Норвегії відбулися радикальні зміни географії аграрної галузі – землеробство було зосереджене в найбільш сприятливих південних і південно-західних, а тваринництво – у найменш сприятливих передгірських і гірських районах.

За результатами моніторингу Європейський Союз ухвалив ряд ґрунтоохоронних хартій, рекомендацій, директив. Серед останніх – про припустимі концентрації важких металів, контроль за викидами підприємств, про застосування стоків і відходів виробництва на сільськогосподарських угіддях та ін. У 2006 році ЄС затвердив тематичну стратегію охорони ґрунтів і рекомендував імплементувати її в національну політику всім країнам – членам ЄС (<http://ec.europa.eu/environment/soil/index.htm>).

Розгортання мереж і спостережень наблизило виконання головного завдання моніторингу – створення інформаційних систем. Останніми роками з урахуванням потреб моніторингу та іншими завданнями інформаційного забезпечення в європейських країнах стала інтенсивно розвиватися геоінформатика. Так, нещодавно одержано за фінансової підтримки спільних проєктів (Concerted action) з наукової комісії ЄС новітні картографічні матеріали, зокрема ті, що виявляють ґрунти з несприятливими (природними або утвореними внаслідок антропогенної діяльності) властивостями. Особливе значення мають картографічні та аналітичні узагальнення, зокрема SOTER (дигіталізована карта ґрунтів і територій Європи), SOVEUR (карта схильності ґрунтів Європи до забруднення), EUSOPOL (карта фактичного забруднення ґрунтів Європи), СТВ (карта «Chemical Time Bomb» – довгострокова оцінка ризику забруднення навколишнього середовища), карта схильності ґрунтів до ерозії (проєкт PESERA). Ризик виникнення ерозії найвищий в Іспанії (до 44 % території), Словаччині (до 40 %), Португалії (до 33 %), Болгарії, Андалусії, Корсиці, центральній Італії і Греції. Найменший – у північній Європі.

До цього переліку можна додати регіональні роботи з вирішення трансдунайських, притисенських, прибережних та інших проблем. Зразковою в цьому аспекті можна вважати програму прибережних до Північного моря країн, яка діяла впродовж 10 років. За рахунок зменшення поверхневого стоку та організації моніторингу, зокрема за допомогою дистанційних засобів і синхронного впровадження протиерозійних заходів, було досягнуто стабілізацію агроландшафтів у Норвегії, Шотландії та Англії, оздоровлення моря, відновлено в ньому кількість цінних порід риб.

У більшості європейських країн, особливо в північних, виявлено забруднені території, які потребують спеціальних заходів з обмеження господарської діяльності або введення особливого режиму використання. На підставі кількох турів моніторингу такі самі роботи здійснено в Австрії, Угорщині, Чехії, Словаччині, Румунії. Картографічні матеріали, як правило, мали бази атрибутивної інформації.

Особливо вражаючі практичні результати робіт з моніторингу отримано в Угорщині. Тут складено карти схильності ґрунтів до різних деградацій (підкислення, фізичної деградації, ерозії й ін.). Дані об'єднано в комп'ютеризовану географічну інформаційну ґрунтову систему (HUNSIIS-TIR), що складається із двох частин: банк ґрунтової інформації (топографічний, точковий і просторовий) і банк моделей для оцінювання режимів вологи, поживних елементів, схильності до деградацій (водної і вітрової ерозії, підкислення, засолення, знеструктурування, ущільнення, забруднення та ін.).

Нова система ґрунтової інформації як незалежна підсистема інтегрованої системи інформації про навколишнє середовище діє в Угорщині з 1992 р. Вона включає 1200 репрезентативних постійних площадок, у тому числі 800 – на сільськогосподарських землях, 200 – у лісах і 200 – у місцях, що охоплюють 12 різних типів екологічної небезпеки або особливо уразливих об'єктів: деградовані ґрунти, меліоративні об'єкти, площі, суміжні із джерелами постачання питною водою, заповідні території, індустриальні, сільськогосподарські й міські забруднені об'єкти, військові полігони, території відритих гірських розробок, об'єкти акумулювання стічних вод і ін.).

Програма включає визначення майже 100 показників ґрунтів, рослин і вод, частина з яких вимірюється щорічно, частина – 1 раз у 3 роки, частина – 1 раз у 6 років. Програма фінансується з державного бюджету й координується в основному науково-дослідним інститутом ґрунтознавства, меліорації і агрохімії. Результати моніторингу відкрито для громадськості, але з деякими обмеженнями через можливі помилки в інтерпретації результатів.

Зразком побудови моніторингової ґрунтової інформації можна вважати систему в Німеччині. Її основою стала мережа з постійних моніторингових площадок, керована й фінансована урядами Федеральних земель. У Баварії було обладнано 238 площадок, у Баден-Вюртемберзі – 155, Нижній Саксонії – 25, Шлезвіг-Гольштейні – 22 і т.д. Із цією мережею пов'язана мережа моніторингу лісових ґрунтів. Вона управляється й фінансується Федеральним міністерством навколишнього середовища, охорони природи і ядерної безпеки, а також Федеральним агентством з навколишнього середовища. Є також мережа вивчення забруднень ґрунтів повітряного походження (усього таких площадок 17), а також мережа з 9 площадок для спеціальних наземних і водних спостережень.

Конструкція й зміст ґрунтової інформаційної системи розроблені групою дослідників з Нижньої Саксонії. Тут же в цей час збираються й обробляються всі матеріали. База має відповідні управлінські і багато інших систем, що дозволяють оперативно використовувати дані, і відповідає на численні запити. Центральною частиною системи є пошукова частина, що містить ключові слова, словник користування, каталог карт, даних, методів, посилань та ін. Так, наприклад, можна одержати інформацію про місце відбору зразків, використаних методах дослідження (до речі, методи стандартизовано відповідно до вимог ISO/TC 190 і навіть супроводжено перехідними коефіцієнтами для методів, розповсюджених на пострадянському просторі), результати обробки даних і карти. Основна база має різні підсистеми («діоксини», «ґрунтові умови в лісах», те ж в орних ґрунтах і в інших категоріях і т.д.).

Важливо підкреслити, що в Німеччині гармонізовано багато складових ґрунтових інформаційних систем – об'єкти, джерела фінансування, методи, виконавці. Дуже важливо також те, що є вільний доступ до інформації.

Не можна не звернути увагу на оперативні заходи, що вживають за результатами моніторингу. Наприклад, у Великій Британії лише з 1980 до 1990 р. було знищено чагарники на межах між фермерськими полями на 18 тис. км. Ці ділянки стали ріллею, відповідно погіршилися умови для виживання біоти, що стало причиною зменшення її чисельності і видів. Нині в країні діє програма відновлення біорізноманіття, яка являє собою значний перелік заходів зменшення антропогенного впливу на довкілля. Передбачалося поступово реконструювати структуру сільськогосподарських угідь, сівозмін, обробітку, впровадити органічне землеробство.

Як тільки частка ріллі у Великій Британії почала зростати, а екологічні умови відчутно погіршуватися, у країні забили тривогу. Відразу було запроваджено заходи, щоб стимулювали зворотний процес. На цьому фоні консервативний обробіток отримав ще більшу підтримку, і навіть поступово змінювалося ставлення до нульової технології.

Після проведення кількох турів моніторингу в більшості європейських країн здійснено районування ґрунтового покриву з метою визначення його стану, і особливо виявлення несприятливих територій. Зокрема, у Норвегії і Чехії таке районування використано для визначення розміру субсидій землекористувачам, Великій Британії і Східній Німеччині – для впровадження новітніх технологій обробітку.

Інтенсивно розвивається порівняно новий напрям, пов'язаний з прогностичними педотрансферними функціями. Нині в країнах Європи спостерігається справжній бум розробки різних прогностичних моделей – міграції вологи, тепла, більшості елементів-забрудників, ризику деградацій (ерозії, підкислення, засолення, ущільнення та ін.), емісії газів, вимивання азотних з'єднань, фосфору, пестицидів. Є прогнози для всього континенту, окремих країн або регіонів. У складніших варіантах у моделі додають гідрометеорологічну, агрономічну, економічну й навіть соціальну інформацію (особливо щодо здоров'я населення). Для таких варіантів ураховують імовірнісну природу трансферних функцій, і тому самі прогнози стають надійнішими й поступово перетворюються в експертні моделі, здатні допомагати в керуванні екологічною ситуацією. Як приклад можна навести систему моніторингу ґрунтового покриву в Бельгії, де педотрансферні моделі широко використовують у моніторингу для одержання різних розрахункових величин. З їх допомогою оцінюють можливості поверхневої і внутрішньогрунтової міграції з'єднань, зокрема забрудників, вилуговування солей, схильність ґрунтів до ерозії, переущільнення, емісії газів, секвестрації вуглецю, імовірність вияву різних ризиків. Тим самим домагаються істотного зменшення витрат на вимір окремих характеристик, що потребують дорогого устаткування, скажімо, вологопровідності або процесів ерозії. При цьому скорочується кількість лізіметричних станцій та майданчиків для спостережень за твердим і рідким стоками.

Розвиток моніторингових робіт сприяв удосконаленню приладної виміральної бази. Багато фірм з виробництва польового і камерального інструментарію розпочали активну діяльність. Найвідоміші з них – голландська Eijkelkamp, англійська ADC, французька Lambrinus, німецька Trum, які останніми роками досягли значних успіхів у конструюванні, виробництві і розповсюдженні приладів для вивчення ґрунтів, рослин, вод, розчинів, процесів перетворення, обміну, втрат речовини й енергії, різних емісій, зокрема в автоматичному і дискретному режимах.

Зазначені фірми поступово поширюють свою діяльність на центральну й східну Європу, країни Прибалтики, Росію, знижують ціни. Фірми зондують можливості в Україні (скажімо, фірма Eijkelkamp). Очевидно, настав час зробити крок назустріч.

**Вимоги до організації моніторингу в Україні, що гарантуватимуть його ефективність.** З огляду на те що в Україні переважна частка земельних ресурсів (близько 70 %) має сільськогосподарське призначення, логічно доручити виконувати ці функції не Мінприроді, а Міністерству аграрної політики і продовольства, а точніше службі моніторингу й охорони земель, яку доцільно створити на базі Інституту охорони ґрунтів, що функціонує в його рамках. Науково-методичне керівництво слід покласти на Національну академію аграрних наук України. Інститут охорони ґрунтів, маючи у своєму розпорядженні розгалужену мережу лабораторій у кожній області, кадри високої кваліфікації і сучасне устаткування, здатний у короткий термін адаптувати проведення моніторингу земель усіх категорій до європейських вимог.

При проведенні моніторингу повинні бути забезпечені безперервність спостережень за земельними ресурсами, прогресивність вирішення нормативних, методичних і технічних питань, впровадження передових інформаційних технологій у створенні баз даних, механізмів оцінювання, прогнозування й розробки моделей управлінських рішень.

При проведенні моніторингу повинні бути забезпечені висока якість інформації, репрезентативність результатів у режимі довгострокових спостережень, постійне вдосконалення й уніфікація технічних засобів виміру, оснащення лабораторій відповідно до європейських вимог.

Для реалізації цих вимог потрібно створити, зберегти й систематизувати інформаційні ресурси про стан земель і створити умови для їхнього використання всіма зацікавленими сторонами, у тому числі громадськістю; забезпечити погоджені



й науково обґрунтовані висновки про стан земельних ресурсів, для чого розробити єдину нормативну й методичну базу, метрологічно й аналітично надійні виміри; забезпечити необхідний рівень наукової підтримки проведення робіт, теоретичного обґрунтування й розробки пропозицій відносно оптимізації побудови мереж, методів обробки отриманих результатів, об'єктивної оцінки стану земельних ресурсів, його прогнозування, проведення поглиблених досліджень проблемних територій із проявами різних видів деградацій, підвищення кваліфікації виконавського персоналу; забезпечити сприятливі умови для міжнародного співробітництва (у тому числі трансграничного й пан'європейського), обміну даними, досвідом проведення моніторингу й використання його результатів.

**Види моніторингу.** В Україні є всі можливості створити постійно діючу систему з фонових, виробничих і наукових видів моніторингу.

Фоновий (еталонний) – вихідна оцінка об'єкта спостережень, що умовно приймається за нульову відмітку. Фоновий моніторинг забезпечує даними про властивості ґрунтів у природному стані і при зіставленні з даними на ріллі дає можливість визначити напрямок і інтенсивність антропогенної трансформації ґрунтів. Через значну розораність ґрунтів України і неможливість віднайти природні об'єкти моніторингу за фоновий беруть дані першого туру спостережень.

Виробничий – основний вид поточних спостережень за ґрунтом у просторі і за часом.

Науковий – інформація підвищеної точності і ємності, за допомогою якої можна якісно збагатити виробничий моніторинг і, головне, створити суттєво більш надійні прогностичні моделі. Цей моніторинг представлений спеціальними польовими дослідженнями, балансовими і лізиметричними станціями, імітаційними і математичними моделями.

Виробничий і фоновий моніторинг повинні вести спеціальні виробничі підрозділи, науковий – наукові установи.

**Об'єкти моніторингу** – виокремлені в природі, постійні в часі і просторі, геоопозиціоновані і зареєстровані (що повинні мати визначений державний статус) земельні ділянки певного розміру. Їхня кількість повинна бути такою, щоб охопити все різноманіття ґрунтових, ландшафтних, кліматичних, геоморфологічних, гідрологічних, літологічних і господарських умов, а також забезпечити можливості різномасштабного картографування стану земель за індивідуальними і комплексними показниками.

**Методи моніторингу.** Визначення більшості показників моніторингу ґрунтів не викличе значних ускладнень. Наявний кадровий потенціал Інституту охорони ґрунтів здатний виконати значний обсяг робіт. У разі необхідності виконання моніторингових робіт у ще більших обсягах або контролю стану землекористування на розпайованих дрібних земельних ділянках потрібно реалізувати принципово нові підходи до моніторингу ґрунтів. Зокрема, стане актуальною розробка експресних пересувних польових приладів з аналізом стану земель *in situ* без відбору зразків і транспортування їх до лабораторій.

**Індикатори моніторингу** – рекомендується широкий набір показників, частина з яких була б обов'язковою країни, частина – відбивала б місцеві особливості формування екологічної ситуації. До обов'язкового віднесено характеристики точки (висота, ухил, метеорологічні дані), тип ґрунту (класифікаційне положення, опис профілю), поживні елементи (валові і рухомі форми), органічний вуглець (валовий), хімія ґрунтів (рН, ємність катіонного обміну, склад поглинених основ), щільність будови, основні види фауни (наприклад, дощові черв'яки), забруднення (деякі види важких металів, наприклад, свинець). До необов'язкових (регіональних) віднесено показники, що характеризують ґрунтові процеси: опустелювання (агресивність опадів, біомаса, деякі специфічні види рослин), підкислення (сухі і вологі кислотні опади, рухомий алюміній, рН, хімічний склад ґрунтового розчину), засолення (електропровідність, водоутримна здатність, уміст солей і соди), евапотранспірація, якість зрошувальної води, евтрофікація (сухі і вологі відкладення азоту, вміст доступних аміачних і нітратних форм азоту в

грунті, хімічний склад ґрунтового розчину, специфічні види мікроорганізмів). Крім того, рекомендується вести спостереження за рядом просторових параметрів (площа забрудненої території, площа і співвідношення основних категорій земельних ресурсів, площа лісозахисних лісосмуг).

Ґрунтові індикатори повинні бути пов'язані з параметричними вимогами прогнозних педотрансферних моделей. При цьому виявляється можливим зробити розрахунок ризику ймовірного розвитку, наприклад, забруднення чи ерозії ґрунтів. Такі розрахунки стануть найважливішим продуктом моніторингу. В Європі, незважаючи на популярність цих напрямків і велику кількість даних, надійні оцінки відсутні.

Отже, у країні вкрай потрібно організувати моніторинг ґрунтового покриву на основі новітніх програмних, математичних, інструментальних і картографічних засад, гармонізований з європейським досвідом. У зв'язку з інтенсивним використанням ґрунтового покриву України швидко змінюється, усе більшої актуальності набувають процеси деградації. Тому контроль змін і на його базі формування відповідних програм з призупинення деградації і відтворення родючості ґрунтів – надактуальна задача.

Обов'язкові умови ефективного моніторингу ґрунтового покриву – регулярна густа мережа, постійна площадка, рівновіддалені спостереження, широкий набір індикаторів, наявність об'єктивних критеріїв порівняння – еталонів, методи *in situ* і *on-line*, картографічне виявлення *hot spots*. Моніторинг має сенс тільки тоді, коли з його допомогою формується довгий ряд рівновіддалених спостережень (тільки в цьому випадку можливий надійний прогноз і завчасне виявлення несприятливих змін) і точно визначаються території з негативними характеристиками.

Контроль якості землекористування – дуже важливе питання. Особливо важливе воно для України, що, хоча й відмовилася від права власності на землю, продовжує відповідно до конституції бути гарантом її збереження, раціонального використання, екологічної й продуктивної цінності. Своє право контролю держава зафіксувала в законах і постановах, організувала центральні й регіональні інспекції, наділивши їх відповідними повноваженнями. Вони контролюють цільове використання земель, не допускають самовільного їхнього захвату, переведення земель із однієї категорії в іншу, дозволяють будівництво, запобігають захламлення, забруднення. Однак контроль родючості ґрунтів здійснюється недостатньо й, головне, зараз в Україні склалася така ситуація, що ніхто не несе відповідальності за те, що родючість падає – ні Уряд, що призупинив дію програм підвищення родючості ґрунтів, ні новий землекористувач, що при одержанні земельної ділянки не взяв на себе відповідальність за родючість. До того ж ніхто його й не зобов'язав піклуватися про родючість. Точніше, це зроблено лише в загальній формі, обійти яку дуже легко. У результаті утворився розрив між задекларованим положенням конституції й реальним станом справ. Більше того, за наявності цілком добротного закону про плату за користування землею зібраний податок не направляється на підтримку родючості, як це передбачено законом.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

- Gentile, A. R., 2001. Proposal for an European soil monitoring and assessment framework. European Environmental Agency. Copenhagen. P. 58.
- International Workshop on Harmonization of Soil Conservation Monitoring System, 1993. Budapest. 244 p.
- ISO 16133:2004(E). Soil quality – Guidance on the establishment and maintenance of monitoring programmes.
- Soil Use and Management, 2000. Vol. 16. Special issue «Tackling Nitrate from Agriculture». <http://ec.europa.eu/environment/soil/index.htm>

*Стаття надійшла в редакцію: 11.04.2016*