**Практична робота 6**

***Вивчення показників техногенного порушення і забруднення ґрунтів***

**Теоретичні відомості**

*Ґрунт* – це особливе органо-мінеральне природне утворення, яке виникло як внаслідок впливу живих організмів на мінеральний субстрат і розкладу мертвих організмів, так і за рахунок впливу природних вод і атмосферного повітря на поверхневі горизонти гірських порід у різних умовах клімату і рельєфу в гравітаційному полі Землі.

З іншого боку, ґрунт – це найбільш малорухоме природне середовище порівняно, наприклад, з атмосферою або поверхневими водами. Міграція забруднювальних речовин в ґрунті протікає відносно повільно. Як наслідок цього, високі рівні забруднення ґрунтів деякими речовинами локалізуються в місцях їх викиду у зовнішнє середовище. Окрім того, можлива поступова зміна хімічного складу ґрунтів, порушення єдності геохімічного середовища та живих організмів.

Найбільш інтенсивним шляхом переносу забруднень, які потрапляють на ґрунт, може бути перенесення з атмосферним повітрям у випадку потрапляння забруднень з ґрунту в атмосферу через випаровування або разом з пилом. Іншим відносно швидким шляхом розповсюдження забруднювачів є змив їх стічними водами. Але далеко не всі ці механізми переносу грають суттєву роль у забрудненні ґрунтів. Під впливом фізико-хімічних факторів і, головним чином, в результаті діяльності мікроорганізмів, відбувається розкладання забруднювальних речовин органічного складу. У ряді випадків (забруднення ґрунтів бенз(а)піреном, пестицидами та іншими речовинами) можливе навіть встановлення рівноваги між надходженням на ґрунт та їх розкладанням у ґрунті.

Спостереження за станом земель і ґрунтів та вмістом у них забруднювальних речовин здійснюють 6 суб’єктів моніторингу: МНС (Державна гідрометеорологічна служба), Мінприроди (Державна екологічна інспекція), МОЗ (санітарно-епідеміологічна служба), Мінагрополітики, Держкомлісгосп, Держкомзем України.

Державна гідрометеорологічна служба здійснює спостереження та моніторинг забруднення ґрунтів сільськогосподарських земель пестицидами на 35 ділянках у 18 областях та важкими металами у 20 населених пунктах. Проби відбираються один раз у п`ять років, проби на важкі метали у містах Костянтинівка та Маріуполь відбираються щороку.

Державна екологічна інспекція здійснює відбір проб більш ніж на 600 промислових майданчиках у межах країни та визначення забруднень за 27 показниками.

Санітарно-епідеміологічна служба здійснює контроль та моніторинг стану ґрунтів на територіях, де можливі наслідки негативного впливу на здоров`я населення. Найбільше охоплені території вирощування сільськогосподарської продукції, території в місцях застосування пестицидів, ґрунти у зоні житлових масивів, дитячих майданчиків та закладів. Досліджуються проби ґрунту в місцях зберігання токсичних відходів на території підприємств та поза нею у місцях їх складування або захоронення. У 2007 році Держсанепідслужбою України досліджено на санітарно-хімічні показники 27 207 проб, з них не відповідають нормативам 1 639 (6%), у тому числі на пестициди – 7 650 проб ґрунту, з яких 2,4% (185) не відповідають санітарним нормативам (у місцях виробництва продукції рослинництва – 1,7%, на території промислових підприємств – 1,1; в місцях застосування пестицидів та міндобрив – 4,8; місцях зберігання токсичних відходів на території промпідприємств – 8,8; житловій зоні, у т.ч. на території дитячих закладів і на дитячих майданчиках – 0,4%). Також ґрунт досліджено на бактеріологічні показники (18 772 проби) та гельмінти (144 980 проб), з яких не відповідало нормативам, відповідно, 9,2% (1721) і 2,9% (4275).

Мінагрополітики здійснює спостереження за ґрунтами сільськогосподарського використання. Мережа, на якій ведуться спостереження та моніторинг ґрунтів підрозділами Державного технологічного центру охорони родючості ґрунтів, складається з 1003 ділянок. Здійснюються радіологічні, агрохімічні та токсикологічні визначення, залишкова кількість пестицидів, агрохімікатів і важких металів.

Держкомліспгосп здійснює спостереження за ґрунтами лісових масивів та впливом на них прилеглих промислових зон, у тому числі наявності важких металів у ґрунтах та рослинному покриві.

Держкомзем здійснює спостереження за проявами ерозійних та інших екзогенних процесів, просторового забруднення земель об’єктами промислового та сільськогосподарського виробництва, за зрошуваними і осушуваними землями, а також за динамікою змін земельних ресурсів берегових ліній водних об’єктів (*Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2007 році, Мінприроди*).

**Техніко-економічне обґрунтування ґрунтового моніторингу.** В Національному науковому центрі «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О. М. Соколовського» НААН України (ННЦІГА, м. Харків) під керівництвом академіка НААН України В. В. Медведєва розроблена концепція та техніко-економічне обґрунтування ґрунтового моніторингу в Україні. Його необхідність визначається чотирма основними факторами:

– винятковою важливістю підтримання ґрунтів у стані, за якого вони зберігають здатність до регуляції циклів біофільних елементів;

– важливістю контролю і запобігання порушенню процесів ґрунтоутворення, що виявляються в дегуміфікації, переущільненості, ерозії, підкисленні, підтопленні, засоленні тощо;

– важливістю суттєвого підвищення родючості ґрунтів, збільшення віддачі від меліорації та хімізації, поліпшення якості сільськогосподарської продукції; – неможливістю адекватного оцінювання сучасного стану ґрунтового покриву за наявної інформації через застарілі дані, «усіченість», орієнтованість лише на вузького споживача і неузгодженість методик.

*Елементи* ґрунтового моніторингу були в Україні й раніше. Так, Державним інститутом з землевпорядкування «Укрземлепроект» було проведено систематичне обстеження ґрунтів України в період 1956-1961 рр. в рамках *1-го туру* широкомасштабного ґрунтового обстеження. В період 1975-1990 рр. проведено *2-й тур* широкомасштабного ґрунтового обстеження ґрунтів України (який не було завершено – обстежено 80% площ). Порівняння результатів цих двох турів дало змогу виявити небажані тенденції у зміні ґрунтового покриву:

– *посилюється вплив ерозійних процесів* на ґрунтовий покрив, за 20-23-річний період між турами площі еродованих орних ґрунтів зросли на 25%;

– *тривають процеси дегуміфікації ґрунтів*, вміст гумусу в ґрунті в середньому по Україні зменшився на 0,3%;

– *відбулось значне ущільнення ґрунтів* через систематичні втрати гумусу і постійний вплив на ґрунт ходових систем і ґрунтообробних машин;

– *декальцинація* ґрунтів, *поява та збільшення гідролітичної кислотності* на чорноземах типових та звичайних, причиною яких стало внесення високих доз мінеральних добрив;

– *затоплення великих площ заплавних земель* в результаті будівництва каскаду водосховищ на Дніпрі, що також призвело до підйому підґрунтових вод і підтоплення територій, віддалених від водосховищ.

До 2000 року підрозділами «Сільгоспхімії» проведено *чотири тури агрохімічних обстежень*, які дали змогу виявити тенденції у зміні гумусного стану ґрунтів, реакції ґрунтового середовища, забезпеченості ґрунтів доступними фосфатами та обмінним калієм в окремих господарствах, областях і в цілому по Україні.

Елементи *ґрунтового* моніторингу виконувались також гідрологічно-меліоративними експедиціями Мінмеліоводгоспу СРСР, а зараз відповідними службами Мінагрополітики (моніторинг ґрунтів меліоративного фону, іригаційної ерозії), гідрометеостанціями, Укргеологією, а нині Держгеослужбою, установами академій наук України, Національним космічним агенством України (дистанційне зондування) тощо. Проте ці роботи і досі виконуються безсистемно та відірвано одна від одної.

Зараз в *Україні* служба ґрунтового моніторингу формується в межах державної системи моніторингу довкілля. До її завдань входить періодичний контроль динаміки основних ґрунтоутворювальних процесів – фізичних, хімічних, біологічних та інших у природних умовах і при накладанні антропогенного навантаження.

*Об’єктами ґрунтового* моніторингу виступають основні типи, підтипи, фони, види і різновиди ґрунтів, які підбираються у межах ґрунтової провінції і максимально відображають різноманітність ґрунтового покриву, усі рівні антропогенного навантаження.

*Постійними пунктами контролю* вибрано природні об’єкти (ліси, заповідники), еталонні об’єкти високого рівня сільськогосподарського використання ґрунтів (*держсортдільниці*, варіанти стаціонарних дослідів, поля господарств, де впроваджена ґрунтозахисна контурно-меліоративна система землеробства), звичайні господарства.

Стан ґрунтів достовірно діагностується за наявності інформації про зміни структури ґрунтового покриву, трансформації земельних угідь, оцінки темпів зміни основних показників (гумусу, рН, повітряного та поживного режимів, *ємності* катіонного обміну, фізичного, водного, забрудненості, біологічної активності), оцінки інтенсивності ерозії, показників меліоративного стану (якості зрошувальних вод, рівня мінералізації підґрунтових вод, засоленості ґрунтів зони аерації, вторинного осолонцювання, оцінки темпів спрацювання осушених торфовищ, трансформації органічної речовини, вторинного озалізнення) і, нарешті, оцінки ефективності родючості ґрунтів.

Спостереження ведуться наземними (стандартними методами і приладами) та дистанційними засобами (дистанційне зондування). Відпрацювання кореляційних зв’язків між наземними і дистанційними методами здійснюється на спеціальних полігонах. В ННЦІГА розроблено програму спеціальних досліджень, спрямованих на методичне забезпечення дистанційного ґрунтового моніторингу. Відповідно до цієї програми створюються і опробовуються методи дистанційного визначення ґрунтових характеристик, а також відповідна знімальна апаратура і засоби оперативного дешифрування інформації.

***Показники техногенного порушення і забруднення ґрунтового шару***

Погіршення властивостей ґрунтів є одним з найбільш важливих факторів формування зон (класів) екологічного стану ґрунтів *Н, Р, К* і *Л (норми, ризики, кризи,*  *лиха,* зоні екологічної норми відповідають *задовільні* (*З*), зоні екологічного ризику – *умовно задовільні* (*УЗ*), зоні екологічної кризи – *незадовільні* (*НЗ*), зоні екологічної кризи – *катастрофічні* (*К*) еколого-геологічні умови.*)*(табл. 2.18) і характеризується *ґрунтовими критеріями*.

*Таблиця 2.18 –* Оцінка стану ґрунтів в залежності від їх змін природно-техногенними геологічними процесами

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Показники** | **Класи (зони) екологічного стану** | | | |
| **З (Н)** | **УЗ (Р)** | **НЗ (К)** | **К (Л)** |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Родючість ґрунтів, % від потенційної можливості | > 85 | 85-65 | 65-25 | < 25 |
| Вміст гумусу, % від початкового | > 90 | 90-70 | 70-30 | < 30 |
| Вміст легкорозчинних солей, % від маси | < 0,6 | 0,6-1,0 | 1,0-3,0 | > 3 |
| Вміст токсичних солей, % від маси | < 0,3 | 0,3-0,4 | 0,4-0,6 | > 0,6 |
| Площа вторинно засолених ґрунтів, % | < 5 | 5-20 | 20-50 | > 50 |
| Вміст пестицидів у ґрунті, од. ГДК | < 0,5 | 0,5-1,0 | 1-3 | > 5 |
| Вміст ЗР, од. ГДК | < 1 | 1-3 | 3-10 | > 10 |
| Залишковий вміст нафти і нафтопродуктів у ґрунті, % від маси | < 1 | 1-5 | 5-10 | > 10 |
| Ступінь змитості ґрунтових горизонтів | відсутні | змиті горизонти А1  або 0,5 горизонту А | змиті  горизонти  А, В і частина  АВ | змиті  горизонти  А і В |
| Глибина змитості ґрунтових  горизонтів, % ґрунтового  профілю | < 10 | 10-30 | 30-50 | > 50 |
| Площа підґрунтових порід, % від загальної площі | < 5 | 5-10 | 10-25 | > 25 |
| Площа дефляції, % | < 5 | 10-20 | 20-40 | > 40 |

Найбільш інформативними є *ґрунтово-ерозійні критерії*, які прямо пов'язані як із природними геологічними процесами, так і з антропогенними факторами. Ці критерії дають найбільш повне уявлення про динаміку процесів деградації ґрунтового покриву. За ступенем небезпеки хімічні речовини, які забруднюють ґрунтовий покрив, підрозділяються на 3 класи (ГОСТ 17.4.1.02-83): *1 – високонебезпечні, 2 – задовільно небезпечні, 3 – малонебезпечні* (табл. 2.19).

*Таблиця 2.19* — Критерії класів небезпечності хімічних речовин в ґрунтах

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Показник** | **Норма для класів небезпеки** | | |
| 1-го класу | 2-го класу | 3-го класу |
| 1. Токсичність, ДЛ50, мг/кг | < 200 | 200-1000 | > 1000 |
| 2. Персистентність в ґрунті, міс. | > 12 | 6-12 | < 6 |
| 2. ГДК в ґрунті, мг/кг | < 0,2 | 0,2-0,5 | > 0,5 |
| 4. Міграція | мігрують | слабко мігрують | не мігрують |
| 5. Персистентність в рослинах, міс. | > 3 | 1-3 | < 1 |
| 6. Вплив на харчову цінність сільськогосподарської продукції | сильний | помірний | немає |

*Персистентність* – це тривалість зберігання своїх властивостей у середовищі

Відзначені показники розглядаються як критерії оцінювання забруднення ґрунтів і гірських порід неорганічними й органічними речовинами*.* Загальне оцінювання ступеня забруднення ґрунтового покриву можна проводити за критеріями, які виділяють *слабко*-, *середньо*-і *сильно* забруднені ґрунти.

У *слабкозабруднених ґрунтах* вміст ЗР не перевищує ГДК або фонове значення. У *середньозабруднених* – перевищення ГДК (фону) незначне і не призводить до істотних змін властивостей ґрунтів. У *сильно забруднених* ґрунтах вміст ЗР у кілька разів перевищує ГДК (фон), що істотно позначається як на властивостях ґрунтів, так і на якості сільськогосподарської продукції.

Іноді проводять оцінювання за ступенем забруднення окремими ЗР (ВМ, нафтою і нафтопродуктами, бенз(а)піреном тощо). Для вилучення техногенної складової використовуються дані з незабруднених територій або територій з викопними ґрунтами, що не зазнали антропогенного впливу.

Ґрунти вважаються забрудненими, коли концентрація нафтопродуктів (НП) у них досягає такої величини, при якій починаються негативні екологічні зміни в НПС: порушується екологічна рівновага в ґрунті, гине ґрунтова біота, падає продуктивність чи настає загибель рослин, відбувається зміна морфології, водно-фізичних властивостей ґрунтів, падає їх родючість, створюється небезпека забруднення підземних і поверхневих вод. Небезпечним рівнем забруднення ґрунту вважається рівень, що перевищує межу потенціалу самоочищення.

У деяких країнах прийнято вважати верхнім безпечним рівнем (*Н*) вміст НП у ґрунті 1 – 3 г/кг; початок серйозної екологічної шкоди (*К*) – при вмісті 20 г/кг і вище.

З огляду на фізико-географічні умови України (а також характер землекористування), що впливають на процеси самоочищення при забрудненні природного середовища НП, для практики проведення робіт з детоксикації НП у ґрунті доцільно прийняти такі ступені градації забруднення ґрунтів НП (з урахуванням кларку): – *незабруднені ґрунти* – до 1,5 г/кг; – *слабке* забруднення – від 1,5 до 5 г/кг; – *середнє* забруднення – від 5 до 13 г/кг; – *сильне* забруднення – від 13 до 25 г/кг; – *дуже сильне* забруднення – більше 25 г/кг.

Слабке забруднення може бути ліквідоване в процесі самоочищення ґрунту в найближчі 2-3 роки, середнє – протягом 4-5 років. Початком серйозної екологічної шкоди є забруднення ґрунту НП у концентраціях, що перевищують 13 г/кг, при цих концентраціях починається міграція НП у підґрунтові води, істотно порушується екологічна рівновага в ґрунтовому біоценозі. Вважається, що концентрації, менші 5 г/кг, відповідають зоні *екологічної норми* (*Н*), 5-13 г/кг – *ризику* (*Р*), 13-15 г/кг – *кризи* (*К*) і більш 25 г/кг – зоні *лиха* (*Л*).

Слід зазначити, що ступінь забруднення ґрунтового покриву НП не завжди відбивається на їх транслокації (відповідно і на якості сільськогосподарської продукції), що, очевидно, пов'язано з гідрофобністю більшості вуглеводних і невуглеводних фракцій.

Необхідно диференціювати ЗР ґрунтів за класом небезпеки згідно з ДСТУ 17.4.1.02-83 (табл. 2.20). Для оцінювання фонових значень показників ґрунтів необхідне виявлення ділянок, де ґрунтовий покрив ще не був під впливом сільськогосподарської діяльності.

*Таблиця 2.20* — Загальна оцінка ступеня забруднення компонентів літосфери

з виділенням класів екологічного стану

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Показник | Класи (зони) екологічного стану | | | |
| ***З* (*Н*)** | ***УЗ* (*Р*)** | ***НЗ* (*К*)** | ***К* (*Л*)** |
| Концентрація всіх елементів і сполук | фонові  чи < 1ГДК | Компоненти 2 і 3-го класів небезпеки  в межах 1-5 ГДК;  1 класу – на рівні 1  ГДК | Компоненти 2 і 3 класів небезпеки в  межах 5-10 ГДК; 1 класу – 1-5 ГДК | Компоненти  2 і 3-го класів  небезпеки > 10  ГДК; 1 класу –  > 5 ГДК |

*Принципи організації спостережень за рівнем хімічного забруднення ґрунтів*

Нормативи вмісту хімічних речовин в ґрунті з урахуванням шкідливого впливу цих речовин на здоров'я людини вперше стали розробляти ще в СРСР. Розв'язання цієї задачі ускладнюється тим, що основна кількість хімічних речовин з ґрунту надходить в організм людини не прямим шляхом, а харчовими ланцюжками: ґрунт-рослина-людина, ґрунт-рослина-тварина-людина, ґрунт-вода-людина, ґрунт-атмосферне повітря-людина.

Хімічні елементи, що не вловлюються при спектральному аналізі, можуть бути визначені атомно-абсорбційним методом. Цим методом визначаються також рухомі форми металів. Атомно-абсорбційний метод дозволяє визначати до 70 елементів в концентраціях на рівні 0,1-0,01 мкг/мл, що допускає аналіз без попереднього концентрування. З допомогою атомно-абсорбційного методу можна визначати *Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Cr, Ni, Pb, Cd, Hg, As, Se.*

Негативні наслідки антропогенного забруднення ґрунтів (ЗҐ) вже виявляються на регіональному і навіть глобальному рівнях. Тому розробка програм спостережень за рівнем хімічного ЗҐ, тобто система спостережень і оцінок стану ґрунтів внаслідок антропогенного забруднення, є вельми актуальною.

*Задачі спостережень* за станом ґрунтів містять:

1. реєстрацію сучасного рівня хімічного ЗҐ, виявлення географічних закономірностей і динаміки тимчасових змін ЗҐ в залежності від розташування і технологічних параметрів джерел забруднення;
2. оцінювання можливих наслідків ЗҐ і прогнозування тенденцій зміни хімічного складу ґрунтів у найближчому майбутньому;
3. обґрунтування складу і характеру заходів з регулювання можливих негативних наслідків в результаті ЗҐ і заходів, спрямованих на докорінне поліпшення стану вже забруднених ґрунтів;
4. забезпечення зацікавлених організацій інформацією про рівень ЗҐ.

Виходячи з цих задач, можна виділити такі види спостережень:

– *режимні* або *систематичні* спостереження;

– *комплексні* спостереження, які включають дослідження процесів міграції ЗР в системах: повітря-ґрунт, ґрунт-рослина, ґрунт-вода і ґрунт-донні відкладення;

– *вивчення вертикальної міграції* ЗР;

– *спостереження за рівнем* ЗҐ у певних пунктах.

*Основними задачами* ґрунтового моніторингу є:

– вчасне виявлення несприятливих змін властивостей ґрунтового покриву при різних видах його використання;

– сезонний контроль стану ґрунтового покриву (динаміка змін) під сільськогосподарськими культурами для видачі своєчасних рекомендацій;

– оцінювання середньорічних втрат ґрунтів (швидкості втрат ґрунтового покриву в результаті дощової, вітрової й іригаційної ерозії);

– виявлення районів з дефіцитним балансом біогенних елементів, виявлення й оцінювання швидкості втрат гумусу, азоту і фосфору;

– контроль за зміною кислотності і лужності ґрунтів, особливо в районах із внесенням високих доз мінеральних добрив та поблизу великих промислових центрів – джерел підкислення атмосферних опадів;

– контроль за сольовим режимом процесів зрошування ґрунтів, що удобрюються;

– контроль за забрудненням ґрунтів важкими металами;

– контроль за локальним забрудненням ґрунтів ВМ в зоні впливу промислових підприємств і транспортних магістралей, а також забруднення пестицидами в районах їх постійного використання;

– довгостроковий і сезонний (за фазами розвитку рослин) контроль за вологістю, температурою, структурним станом, водно-фізичними властивостями ґрунтів і вмістом у них елементів живлення рослин;

– оцінювання ймовірної зміни властивостей ґрунтів при проектуванні гідробудівництва, меліорації, упровадженні нових систем землеробства, добрив і т. д.;

– контроль за розмірами і правильністю відчуження орнопридатних земель для промислових і комунальних цілей.

При організації моніторингу ґрунтів необхідно враховувати особливості гідромеліоративного будівництва, до яких відносять: – великі освоювані площі територій при порівняно малій глибині (потужності) техногенного меліоративного профілю; – тісну залежність ґрунтово-меліоративних умов території від інженерно-геологічних і гідрогеологічних умов; – практично повну відсутність можливості вибору геологічних умов на територіях, де проводиться меліорація.

При меліоративному освоєнні земель відбуваються три основні групи змін ґрунтового середовища: – зміни, пов'язані з регулюванням і перерозподілом річкового стоку для гідромеліорації (у результаті осушення природних водойм, затоплення і підтоплення територій, переробки берегів при створенні водойми, акумуляції іригаційних опадів, зміни гідростатичного напору в товщах порід, розвитку явищ напору підземних вод і т.д.); – зміни, пов'язані з веденням власне зрошуваного землеробства (водно-сольового балансу порід зони аерації, режиму і запасів підземних вод під зрошуваними полями, підтопленням і заболочуванням територій, вторинним засоленням ґрунтів і т.д.); – зміни, що супроводжують гідромеліорацію, і пов'язані з нею побічно.

В Україні моніторинг ґрунтів регламентується постановами КМ України від 20 серпня 1993 р. № 661 «Положення про моніторинг земель» і від 30 березня 1998 р. № 391 «Положення про моніторинг довкілля».

**Завдання та контрольні запитання**

1. Розкрийте значення ґрунтів. Наведіть установи, що проводять моніторинг стану земель та ґрунтового покриву.

2. Обґрунтуйте необхідність проведення ґрунтового моніторингу. Історія його розвитку.

3. Проаналізуйте показники, за якими проводять оцінку стану ґрунтів та виділяють класи (зони) екологічного стану.

4. На які класи підрозділяються хімічні речовини, які забруднюють ґрунтовий покрив.

5. Проаналізуйте забруднення ґрунтів нафтопродуктами.

6. Наведіть основні принципи організації спостережень за рівнем хімічного забруднення ґрунтів.

7. Назвіть види спостережень за станом ґрунтів. Які задачі постають перед ґрунтовим моніторингом.