

МОНІТОРИНГ ЯК СКЛАДОВА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ МЕЛІОРАТИВНИМ РЕЖИМОМ ЗРОШУВАНИХ ЛАНДШАФТІВ

В.В.МОРОЗОВ – к.с.-г.н., доцент, Херсонський ДАУ

Важливу роль у процесі підвищення ефективності використання зрошуваних та прилеглих до них земель, експлуатації гідромеліоративних систем відіграють спостереження за характеристиками меліоративного режиму зрошуваних ґрунтів, режимом і балансом підґрунтових вод, засоленістю і осолонцюванням ґрунтів, за агрофізичними властивостями ґрунтів, мінералізацією та хімічним складом зрошувальних і дренажних вод, підтопленням агроландшафтів і населених пунктів, іншими інженерно-геологічними та ґрунтово-гідрологічними процесами, що відбуваються на меліорованих та прилеглих до них землях тощо. Ці спостереження необхідно проводити постійно в зв'язку з динамікою кліматичних і водогосподарських факторів, а також зміною екологічних і економічних умов землекористування, ґрунтово-гідрологічного стану, які відбуваються під впливом природних та техногенних факторів. Вищеописаний комплекс спостережень коротко, що проводиться на звичайних та рисових зрошувальних системах, іменується моніторингом.

Організаційно-правові положення моніторингу

Моніторинг (від лат. monitor – нагадуючий) – спостереження, оцінка і прогноз стану навколишнього середовища в зв'язку з господарською діяльністю людини. Розрізняються 3 ступені моніторингу: глобальний біосферний моніторинг; регіональний геосистемний, або природогосподарський, локальний біоекологічний, агро-екологічний, або санітарно-гігієнічний. Моніторингові спостереження проводяться також у біосферних заповідниках. В умовах зрошуваних ландшафтів ключову роль відіграє еколого-меліоративний моніторинг.

Земельний кодекс України" (2001р.) визначає основні положення контролю за використанням і охороною земель та їх моніторинг. Завдання державного контролю за використанням і охороною земель полягають у забезпеченні додержання всіма державними та громадськими органами, а також підприємствами, установами, організаціями і громадянами вимог земельного законодавства з метою ефективного використання та охорони земель.

Державний контроль за використанням і охороною земель здійснюється Радами народних депутатів, а також Державним Ко-

мітетом України по земельних ресурсах, Міністерством охорони навколишнього природного середовища України та іншими спеціально уповноваженими на те державними органами.

Контроль стану земель, що використовуються в сільському господарстві, здійснюється гідрогеолого-меліоративними експедиціями, які працюють в системі облводгоспів під керівництвом Держкомводгоспу України. Гідрогеолого-меліоративні експедиції (ГГМЕ) постійно проводять еколого-меліоративний контроль стану зрошуваних та прилеглих до них земель, здійснюють їх моніторинг.

Моніторинг земель являє собою систему спостереження за станом земельного фонду, у тому числі земель, розташованих у зонах радіоактивного забруднення, з метою виявлення змін, їх оцінки, відвернення та ліквідації наслідків негативних процесів.

До системи моніторингу звичайних та рисових зрошувальних систем входять такі складові частини:

1 – комплекс спостережень, оцінки і контролю за розвитком ґрунтово-гідрогеологічного процесу з метою розробки меліоративних заходів і прогнозування еволюції агроландшафту під впливом антропогенних і природних факторів;

2 – автоматизовані робочі місця (АРМ), в основі яких персональні комп'ютери з системним програмно-цільовим забезпеченням;

3 – наукове забезпечення, основу якого складають: теорія еволюції ґрунтово-гідрогеологічного процесу вивчаємого агроландшафту звичайної та рисової зрошувальної системи під впливом зрошення і дренажу; теорія розвитку проблем меліоративного режиму з урахуванням особливостей кожного із вивчених ландшафтів: принципи і методи оцінки і прогнозу стану зрошуваних агроландшафтів, а також функціонування і постійного вдосконалення системи моніторингу. Основним об'єктом вивчення і управління при створенні моніторингу рисових зрошувальних систем є ландшафтно-меліоративна система (ЛМС), яка являє собою складну, динамічну, природно-техніко-економічну систему, що складається з трьох блоків: природного, технічного і управлінського. ЛМС розглядається як система, що постійно розвивається. При цьому постійно вдосконалюються технічний й управлінські блоки ЛМС, а також відбувається постійна еволюція ґрунтово-гідрогеологічного і екологічного процесів.

Ландшафтно-меліоративна система являє собою геотехнічну систему – складне утворення, що складається з природних і технічних підсистем, тісно пов'язаних між собою, що функціонують як єдине ціле. Взаємозв'язок досягається скрізними потоками речовини, енергії та інформації, які стійкі у часі і просторі та визначаються технологією виробництва (К.Н.Д'яконов, 1975; О.М.Шульгин, 1980). Функціонування геотехнічної системи визначається як природними закономірностями,

так і потребами суспільства у воді, енергії, тощо. Вплив геосистеми відбувається у зоні її діяльності на довкіллі: місцевому кліматі, підгрунтових водах, гідрологічній роботі дренажу, ґрунтово-рослинному покриві, екологічних показниках.

***Критерії характеристик меліоративного режиму
в системі моніторингу***

У зоні зрошення на півдні України еколого-меліоративний моніторинг (далі - моніторинг) здійснюють гідрогеолого-меліоративні експедиції: Одеська (Одеська і Миколаївська області), Каховська (Херсонська область), Кримська (Автономна Республіка Крим), Запорізька (Запорізька область), Дніпропетровська (Дніпропетровська і Кіровоградська області).

Моніторинг включає в себе спостереження за основними показниками меліоративного режиму зрошуваних ґрунтів. Під меліоративним режимом, за визначенням І.П.Айдарова, О.І.Голованова (1986), розуміється сукупність вимог до регулюємих факторів ґрунтоутворення, що забезпечують радикальне поліпшення та подальше підвищення родючості ґрунтів, одержання проектного врожаю визначених сільськогосподарських культур.

Основними показниками меліоративного режиму зрошуваних земель є такі:

- допустима середньовегетаційна глибина підґрунтових вод (бажано, у долях від максимальної висоти капілярного підйому);
- граничні значення загальної мінералізації зрошуваної води, відношення в ній іонів натрію і кальцію, рН;
- допустимий вміст в ґрунті загальних і токсичних солей, натрію в ґрунтовому поглинаючому комплексі (ГПК) і рН ґрунтового розчину тощо.

Накопичений досвід за період 25-30-ти річної експлуатації зрошуваних систем на півдні України дозволяє кількісно характеризувати вищеперелічені показники для степової та сухостепової зони, намітити найбільш раціональні шляхи поліпшення гідрогеолого-меліоративного та екологічного стану зрошуваних земель. У степовій зоні звичайних та південних чорноземів вимоги до меліоративного режиму найбільш жорсткі. Основним завданням є всебічне скорочення промивного режиму зрошення та недопущення підйому підґрунтових вод.

У зв'язку з цим діапазон регулювання вологості ґрунту повинен підтримуватися в межах 0,65-0,80 НВ, що на фоні глибокого залягання підґрунтових вод забезпечує зменшення глибинного скиду інфільтраційної води до 5% сумарного випаровування. До необхідних меліоративних заходів відноситься також скорочення фільтраційних втрат і будівництво штучного дренажу на слабодре-

нованих та безстічних землях.

У сухостеповій зоні України зрошуються, в основному, агроландшафти з темно-каштановими ґрунтами, які характеризуються значною ємністю поглинення, комплексністю ґрунтового покриву, спрямованістю до осолонцювання, землі, як правило, слабодреновані. Основний засіб поливу – дощування – дозволяє регулювати вологість ґрунту у більш вузькому діапазоні при допустимих межах 0,70-0,85 НВ.

За значної мінералізації підґрунтових вод (від 3 до 15...20 г/л) неприпустимо змикання капілярної кайми з корнеживлюючим горизонтом та підпитування цього шару ґрунтів і ґрунтоутворюючих порід. Тому першочерговим заходом у сухостеповій зоні України є всебічне зниження фільтраційних витрат (закрита зрошувальна мережа, бетонані канали). Необхідний штучний дренаж, як горизонтальний, так і вертикальний. Горизонтальний дренаж забезпечує зниження рівня підґрунтових вод, в основному до 2...2,5 м, вертикальний до 5...7 м та глибше. У таких умовах низходячий тік вологи у період вегетації досягає до 10...20% сумарного випаровування.

До якості зрошувальної води у степовій зоні України висуваються високі вимоги, особливо у степовій зоні звичайних та південних чорноземів (таблиця 1).

Таблиця 1 – Основні вимоги до якості зрошувальної води у степовій і сухостеповій зонах (з урахуванням якості ґрунтового розчину)

Показники якості зрошувальної води	Степова зона звичайних та південних чорноземів	Сухостепова зона
Мінералізація, г/л	до 0,5-0,6	до 0,7-0,8
Вміст натрію, % від суми кальцію і магнію (мг-екв)	до 10-15	до 25
Водневий показник, рН	до 7,0-7,5	7,5-8,4
Вміст: натрію, мг-екв/л	до 3,0	до 3,0
хлору, мг-екв/л	до 3,0	до 4,0
бору, мг-екв/л	до 0,7	до 0,7
нітратів (NO ₃), мг-екв/л	до 5,0	до 5,0
Співвідношення в ґрунтовому розчині Na/\sqrt{Ca}	до 0,5-0,7	до 0,5-0,7
Na/\sqrt{Ca}	до 0,3-0,4	до 0,4-0,6
Допустимий вміст натрію в ГПК, %	до 4-5%	до 6-7%

При функціонуванні моніторингу слід враховувати необхідні критерії меліоративного режиму зрошуваних ґрунтів.

Моніторинг земель, а саме спостереження за зміною рівня, мінералізації та хімічного складу підґрунтових вод, вмістом солей у ґрунтах, ступенем їх осолонцювання, якістю зрошувальної води проводиться гідрогеолого-меліоративними експедиціями, які регулярно подають у відповідні облводгоспи для практичного використання таку інформацію про стан зрошуваних земель:

– карти глибин залягання рівня підґрунтових вод (РПВ), їх мінералізації та хімічного складу, які відображають умови водного живлення ґрунтів, визначають строки і умови промивок для виносу солей, конкретні ділянки, що вимагають осушувальних та інших ландшафтно-меліоративних заходів, термін вводу у дію дренажу, режим його експлуатації;

– карти засолення порід зони аерації, які готуються з метою прогнозування змін засолення ґрунтів на відповідній території, визначення промивних норм, складу сільськогосподарських культур, на цих картах подаються відомості про можливе осолонцювання ґрунтів;

– рекомендації щодо поліпшення меліоративного стану зрошуваних та прилегаючих територій.

Основою оцінки стану земель є порівняння фактичних показників меліоративного режиму з їх допустимими оптимальними значеннями (критеріями). Наприклад, для визначення критичної глибини залягання рівня підґрунтових вод (Нкр), якщо в розрізі зони аерації мають перевагу ґрунти середньо- і важкосуглинистого складу, можна використати табл.2.

Таблиця 2 – Критична глибина залягання рівня підґрунтових вод (за Р.О.Басром, Б.В.Люгасвим)

Мінералізація підґрунтових вод, г/л	Нкр за різного її хімічного складу *			
	Хлоридний, сульфатно-хлоридний, хлоридно-содовий, содово-хлоридний	сульфатно-содовий, содово-сульфатний	хлоридно-сульфатний, сульфатно-хлоридно-гідрокарбонатний	сульфатний
1...3	<u>1,4-1,8</u> 2,2-2,6	<u>1,4-1,7</u> 2,2-2,5	<u>1,4-1,6</u> 2,2-2,4	<u>1,4-1,5</u> 2,2-2,3
3...5	<u>1,8-2,2</u> 2,6-3,0	<u>1,7-2,0</u> 2,5-2,8	<u>1,6-1,8</u> 2,4-2,7	<u>1,5-1,7</u> 2,3-2,5
5...10	<u>2,2-3,2</u> 3,0-3,2	<u>2,0 -2,7</u> 2,8-3,2	<u>1,8-2,2</u> 2,7-3,0	<u>1,7-2,1</u> 2,5-2,8
10...15	<u>3,2</u> 3,2	<u>2,7-3,2</u> 3,2	<u>2,2-2,8</u> 3,0-3,2	<u>2,1-2,5</u> 2,8-3,2

* Чисельник – для зрошуваних агроландшафтів, знаменник – для незрошуваних.

В умовах вторинного засолення ґрунтів спостерігається зниження врожайності сільськогосподарських культур. Засоленість ґрунтів характеризується трьома показниками: ступенем засоленості, хімічним складом солей та глибиною залягання акумулятивних горизонтів. За ступенем засолення у степовій зоні України поширені, в основному, незасолені, слабо-середнє, та, іноді, дуже засолені ґрунти. У системі моніторингу земель на півдні України доцільно використовувати класифікацію суглинистих ґрунтів за вмістом токсичних солей та іонів (по Н.І.Базилевич, Є.І.Панковій, 1972).

Залежності від глибини залягання верхнього сольового шару засолені ґрунти розділяються на солончакуваті 0...0,3 м, високосолончакуваті 0,3...0,5м, солончакуваті 0,5...1,0м, глибокосолончакуваті 1,0...1,5м, глибокозасолені 1,5...2,0 м та незасолені – глибше 2,0м.

Найбільш токсичними для сільськогосподарських культур є нормальна та двовуглекисла сода. Ознаки її небезпечного вмісту у ґрунтах: кількість HCO_3^- більше 0,08%, або 1,4 мг-екв (рН більше 8,3) та CO_3^{2-} більше 0,001%, або 0,3 мг-екв/л. Токсичні також хлориди, негативний вплив яких спостерігається при вмісті хлор-іону більше 0,01%, при вмісті його 0,1...0,15% та більше – рослини гинуть.

Ознакою солонцюватості ґрунтів є підвищена загальна лужність (більше 0,050 HCO_3^- або більше 0,001% CO_3^{2-}). Слабке пригнічення рослин відбувається за вмістом обмінного натрію до 10...15% від ємності поглинення ґрунту (несолонцюватої та слабо-солонцюватої ґрунти); значне пригнічення рослин відбувається при 20...30% (сильносолонцюватої ґрунти).

У процесі еволюції ґрунтових та гідрогеологічних умов під впливом зрошення у степовій зоні України відбуваються поетапні зміни кількісних значень показників меліоративного режиму. Після вивчення змін кожного з показників меліоративного режиму встановлюються закономірності формування та взаємозв'язок їх в просторі і часі, формується цілісне відображення еволюції ландшафту або агроєкосистеми, планується стратегія меліоративних заходів що повинна бути зв'язана із законами природи та еволюцією показників меліоративного режиму.

Інформаційні технології в системі моніторингу

При використанні моніторингу як засобу контролю за станом земель та управління їх користуванням на сучасному етапі розвитку меліоративної науки і практики значну роль відіграє моделювання процесів, що відбуваються в умовах досліджуваного ландшафту. Математичні моделі, що використовуються в системі моніторингу при розробці адаптивного меліоративного режиму доцільно розділити на п'ять основних типів.

До першого типу моделей належать функціональні, які виражають, як правило, прямі залежності між показниками меліоративного режиму зовнішнього походження (екзогенними) і показниками, що характеризують стан внутрішнього середовища агроландшафту (ендогенними). До екзогенних показників можна віднести складові водно-сольового балансу: атмосферні опади, поливні і зрошувальні норми, сумарне випаровування, надходження солей з поливною водою, опадами тощо. До ендогенних – вологість коренеживного шару, мінералізація і хімічний склад підґрунтових вод, тип і ступінь засолення ґрунтів і ґрунтоутворюючих порід зони аерації, агрохімічні показники родючості ґрунтів, дренажний стік, хімічний склад дренажних вод тощо.

Моделі другого типу виражають взаємозв'язки і відносини між різними однотипними показниками, а також враховують умови формування ендогенних показників меліоративного режиму таких, як природні (потужність водонасиченої товщі, коефіцієнт фільтрації ґрунту та ін.) і техногенні (параметри зрошувальної мережі, дренажу тощо). Ці моделі призначені для формування збалансованих і оптимальних проектних рішень і являють собою як окремі рівняння, так і їхні системи.

До третього типу належать моделі оптимізаційного типу. Основну їх частину складає система рівнянь чи нерівностей щодо ендогенних величин. Завданням моніторингу у цьому випадку є одержання такого рішення системи, яке б давало оптимальні значення досліджуваних показників меліоративного режиму агроландшафту. Основними моделями цього типу можуть бути задачі лінійного програмування. Необхідною умовою для розробки відповідних алгоритмів і способів реалізації рішення оптимізаційних задач на ПЕОМ є створення банку інформаційних даних, що вірогідно характеризують динаміку основних показників меліоративного режиму в досліджуваному регіоні.

Четвертий тип – імітаційні моделі, характерною властивістю яких повинне бути точне відображення ґрунтово-гідрогеологічного та еколого-економічного процесів. У них присутні нелінійні, стохастичні залежності і змінні. При створенні моделей цього типу обов'язкове використання методів системного аналізу.

П'ятий тип моделей моніторингу – це найбільш складні утворення – системи і комплекси взаємозалежних моделей, що відносяться до вищеперерахованих типів. Постійний розвиток систем моделей повинен дозволяти за допомогою моніторингу точно відображати різні аспекти прогнозування і функціонування агроландшафтів для одержання оптимальних меліоративних рішень (проектних і експлуатаційних) на будь-якій стадії впливу водних меліора-

цій на ґрунтовий покрив.

У систему моніторингу зрошуваних агроландшафтів входять такі складові частини: комплекс спостережень оцінювання і контролю за розвитком ґрунтово-гідрогеологічних процесів з метою розробки меліоративних заходів і прогнозування змін агроєкосистем під антропогенним впливом; система автоматизованих робочих місць (АРМ) з персональними ЕОМ і системним програмним забезпеченням, наукове забезпечення, основу якого складають розроблені на підставі багаторічних досліджень теорія еволюції ґрунтово-гідрогеологічного процесу, принципи і методи ландшафтних меліорацій ґрунтів, адаптивного меліоративного режиму ґрунтів. Більш повне застосування у оптимізації меліоративного режиму зрошуваних ґрунтів результатів наукових досліджень, пов'язаних із формуванням баз даних, системним аналізом проблем меліоративного режиму ґрунтів, розробкою нових інформаційних технологій, є перспективними напрямками розвитку як сільськогосподарських меліорацій, зрошуваного землеробства, так і еколого-меліоративного моніторингу.

Таким чином, у кожному із зрошуваних регіонів еколого-меліоративний моніторинг повинен враховувати виникнення і розвиток проблем меліоративного режиму в процесі технічного вдосконалення меліоративних систем, еволюції ґрунтово-гідрогеологічних та інженерно-геологічних умов. Поступово розвиваючись та ускладнюючись, моніторинг повинен супроводжувати гідромеліоративні системи протягом усього часу їх експлуатації і використання зрошуваних та прилеглих до них земель за різних форм земельної власності та землекористування, як на звичайних, так і рисових зрошуваних системах.

Література:

1. Грищенко Ю.М. Основи еколого-меліоративного моніторингу рисових полів. - Київ - Рівне. Тов-во "Знання" України, - 1996. - 112с.
2. Муромцев Н.Н., Блохина Н.Н., Драчинская Э.С. Оценка гидрогеолого-мелиоративного состояния орошаемых земель. Киев "Урожай", 1991. - 120с.
3. Посібник з методики проведення комплексу моніторингових робіт у системі держводгоспу України. Частина 1 - Комплекс моніторингових робіт на масивах зрошення України. Частина 3 - Методи виконання аналізів визначення показників еколого-меліоративного стану земель. Посібник до ВБН 33,5.5. - 01-97 "Організація і ведення еколого-меліоративного моніторингу" частина 1 - Зрошувані землі.