

5. Медведовський О. К., Іванченко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ : Урожай, 1988. 120 с.

6. Орлов Д. С., Гришина Л. А. Практикум по химии гумуса. М. : Изд-во МГУ, 1981. 271 с.

7. Орлов О. Енергоємність гумусу як критерій гумусового стану ґрунтів // Вісник Львівського університету. 2002. Вип. 31. С. 111-115.

8. Тараріко Ю. О., Несмашна О. Ю., Личук Г. І. Оцінка та регулювання енергоємності ґрунтів України // Український фітоценологічний збірник. Київ, 2007. Сер. С, вип. 25. С. 41-47.

**УДК 626.81/84:831.67**

## **НАУКОВО-МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РОЗРОБКИ ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМ ЕФЕКТИВНОСТІ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ДРЕНАЖУ НА ЗРОШУВАНИХ ЗЕМЛЯХ**

**Морозов О. В.**, д-р с.-г. наук, професор

**Морозов В. В.**, канд. с.-г. наук, професор

*Херсонський державний аграрно-економічний університет*

**Козленко Є. В.**, канд. с.-г. наук, докторант

*Інституту зрошуваного землеробства НААН*

**Вступ.** В процесі реалізації Стратегії зрошення і дренажу в Україні до 2030 року [1] актуальним питанням є забезпечення ефективного функціонування гідромеліоративних систем (ГМС), які включають в себе зрошувальну і дренажну системи, що працюють у взаємодії і разом з природними умовами, до яких вони вписані, складають цілісну ландшафтно-меліоративну систему (ЛМС). Основним науково-методологічним інструментарієм постійного меліоративного контролю ефективності функціонування гідромеліоративних систем (ГМС) в сучасних умовах можуть стати експертні системи (ЕС), які в повній мірі будуть використовуватись фахівцями - експертами в процесі експертизи ефективності проектів і процесу експлуатації систем зрошення та дренажу, основними задачами при цьому є збереження родючості ґрунтів, відповідного еколого-меліоративного стану земель та одержання проектної урожайності сільськогосподарських культур.

**Постановка проблеми.** Актуальною проблемою підвищення ефективності цілісної системи зрошення і дренажу є необхідність відновлення та вдосконалення діючої системи моніторингу ефективності зрошення на фоні закритого горизонтального дренажу на безстічних і слабодренованих землях сухостепової зони України. Нинішня система контролю роботи горизонтального дренажу також не забезпечує об'єктивної оцінки його ефективності. Перспективним напрямом у вирішенні даної проблеми є розробка і впровадження спеціалізованих експертних систем моніторингу

ефективності горизонтального дренажу (у складі системи зрошення – дренаж), для формування яких необхідне теретико-методологічне обґрунтування. В роботі приведені розробки з науково-методологічного обґрунтування принципів і методів формування експертної системи моніторингу ефективності горизонтального дренажу на зрошуваних ландшафтах. Враховуючі, що експертні системи створюються на базі наукових досліджень у відповідності галузі, важливу роль при цьому в першу чергу повинні відігравати: мета і завдання досліджень, об'єкт і предмет дослідження.

**Мета дослідження** - розробити науково-методологічні засади формування експертної системи для оцінки ефективності закритого горизонтального дренажу на зрошуваних землях сухостепової зони України.

**Об'єкт дослідження** – процес функціонування системи закритого горизонтального дренажу, що вписана в природно-технічну систему, яку в даних дослідженнях доцільно вважати ландшафтно-меліоративною системою.

**Матеріали дослідження.** В дослідженні використано узагальнення даних багаторічних досліджень проблемної науково-дослідної лабораторії еколого-меліоративного моніторингу агроєкосистем сухостепової зони імені професора Д.Г. Шапошнікова Херсонського державного аграрно-економічного університету, матеріали Управління каналів Інгулецької зрошувальної системи, Снігурівської гідрогеолого-меліоративної партії.

**Методи дослідження** - системний аналіз і системний підхід до вивчення і управління функціонуванням закритого горизонтального дренажу як складної природно-технічної системи [4], методи польових і лабораторних досліджень показників технічної та еколого-меліоративної ефективності горизонтального дренажу, індукції, порівняння, метод непрямих визначень, історичний метод.

Питання розробки і впровадження експертних систем для оцінки ефективності горизонтального дренажу, а також відповідних інженерно-меліоративних заходів в сучасних умовах водо - землекористування залишається актуальними, але не вивченими, а для формування і впровадження експертних систем необхідне теретико-методологічне обґрунтування.

**Результати досліджень.** Багаторічні дослідження роботи закритого горизонтального дренажу, які проведені на прикладі Інгулецької зрошувальної системи (ІЗС). показали наступне. Враховуючі, що Інгулецька зрошувальна система розташована на території двох областей - Миколаївської та Херсонської, контроль роботи дренажу і еколого-меліоративного стану здійснюється двома окремими організаціями Держводагентства України. На території Білозерського району Херсонської області це Басейнове управління водних ресурсів Нижнього Дніпра з відділом на базі колишньої Каховської гідрогеолого-меліоративної експедиції, а на території Вітовського та Жовтневого районів Миколаївської області контроль здійснюють Південно-Бузьке басейнове управління водних ресурсів та Снігурівська гідрогеолого-меліоративна партія.

При контролі роботи горизонтального дренажу вищеназвані виробничі організації аналізують такі показники: технічний стан колекторно-дренажної системи і дренажних насосних станцій в тому числі обсяги дренажного стоку, мінералізацію і хімічний склад дренажних вод, що здійснюється 2-3 рази на початку і в кінці вегетаційного періоду та іноді влітку. В сертифікованих лабораторіях басейнових управлінь виконуються відповідні хімічні аналізи, результати яких групуються в зведених таблицях по відповідних роках, додаються дані з обсягів дренажного стоку (тис. м<sup>3</sup>), які визначаються по замірах дренажного стоку в колекторно-дренажних колодязях, проведених об'ємним способом 2-3 рази на рік. Ці дані щорічно передаються на зберігання в архіви Басейнових управлінь, які підпорядковані Держводагентству України.

Важливо відмітити, що при цих роботах не проводиться оцінка ефективності функціонування горизонтального дренажу як на окремих дренажах, ділянках, так і на Інгулецькому зрошуваному масиві в цілому. В рекомендаціях щодо покращення роботи дренажу мова може йти тільки про відновлення роботи дренажних насосних станцій, або самовплинного скиду дренажних вод. В цих матеріалах відсутні дані про винос солей дренажними водами, зв'язок роботи горизонтального дренажу з такими показниками еколого - меліоративного стану зрошуваних та прилеглих до них земель, як рівень ґрунтових вод, вторинне засолення ґрунтів, ґрунтотворних порід зони аерації, мінералізацією та хімічним складом ґрунтових вод, основними елементами водного і сольового балансу, урожайністю сільськогосподарських культур.

Аналогічна картина спостерігається при контролі роботи горизонтального дренажу на всіх зрошувальних системах сухостепової зони: Каховської, Краснознам'янської, Північно – Кримської, Явкінської та інших. При цьому слід відмітити, що всі показники ефективності дренажу розглядаються окремо один від одного, контролюються різними організаціями, представляються в різних звітних документах, не враховують вплив різних режимів зрошення і питомої водоподачі, практично не узагальнюються та, в повній мірі, не використовуються для підвищення ефективності функціонування дренажу.

Таким чином, сучасна система контролю роботи горизонтального дренажу зрошуваних земель нині потребує радикального вдосконалення, що можливо тільки на основі розробки експертних систем «Горизонтальний дренаж: ефективність», які повинні бути сформовані на основі узагальнення результатів досліджень за всі роки роботи дренажу на кожній системі. Для цього також потрібний пошук і розробка відповідного науково методологічного та методичного обґрунтування.

В сучасному розвитку науки і техніки особливої уваги набувають технічні системи штучного інтелекту (ШІ), що будуються на базі засобів обчислювальної техніки і призначені для сприйняття, обробки і зберігання інформації (І), а також формування оптимальних рішень з управління відповідними системами у різних ситуаціях їх розвитку. Досвід, що

накопичений в теоретичних та експлуатаційних дослідженнях систем (С) штучного інтелекту, показує, що такі системи можуть ефективно застосовуватися в різних галузях діяльності людини. Однією з таких галузей є водне господарство, в тому числі системи гідротехніки і гідромеліорації, в яких основними об'єктами досліджень є системи зрошення і дренажу.

Як формулюється в Словнику з кібернетики [7] «Розумність, інтелектуальність системи штучного інтелекту, як правило, оцінюється по аналогії з поведінкою фахівця-інженера в подібних ситуаціях. Це визначає включення в дослідження по ШІ таких видів діяльності людини, як впізнавання, формування понять, міркування, прийняття оптимальних рішень, прогнозування, адаптація, обчислення та ін. Метою досліджень для побудови системи штучного інтелекту є розробка моделей вивчаємих процесів та їх реалізація в системах ШІ. Дослідження різних видів інтелектуальної діяльності фахівця здійснюється шляхом аналізу і вирішення відповідних інженерно-технічних задач».

В дослідженнях, спрямованих на підвищення ефективності систем зрошення і дренажу, найбільш доцільним з позиції застосування систем ШІ є підготовка і прийняття оптимальних рішень в різних ситуаціях в процесі управління цими системами [7], в тому числі для оптимізації еколого-меліоративного режиму зрошуваних ландшафтів, ґрунтів і ландшафтно-меліоративних систем в цілому, побудову систем навчання та ін.

Теоретичні питання створення ШІ включають у себе: створення моделей інтелектуальних систем, засобів опису їх поведінки, функціонування, структури і властивостей, а також методів і засобів їх побудови. Окремим розділом теорії штучного інтелекту складають математичні методи рішення задач відповідної галузі науки і техніки. Успіхи при застосуванні штучного інтелекту можуть бути досягнуті при побудові формальних систем і дедуктивних процедур, придатних для автоматизованого планування доцільної при заданій системі умов і факторів формування відповідного об'єкта досліджень. Одним з інтенсивно розробляємих засобів штучного інтелекту є бази даних, бази знань та методи їх застосування при управлінні складними в тому числі і природно-технічними системами. В останній час одержати широкий розвиток експертні системи, які можуть ефективно застосовуватись і в системі еколого-агромеліоративного моніторингу зрошуваних земель.

«Під експертною системою (ЕС, з англ. *expert system*) в загальному вигляді розуміється комп'ютерна система, яка спроможна частково замінити фахівця – експерта у вирішенні стандартної або невивченої проблемної ситуації. Найважливішою частиною експертної системи є бази знань (БЗ) як моделі поведінки експертів у відповідній області знань із застосуванням процедур логічного висновку і прийняття рішень. Іншими словами, БЗ – сукупність факторів і правил логічного висновку в обраній предметній області діяльності людини» [2, 3]. Бази знань ЕС формуються на основі узагальнення науково-технічної літератури, публікацій, бази даних (БД), які

одержуються в результаті досліджень відповідних систем (С), в даному випадку - горизонтального дренажу.

Первинним призначенням бази даних є зберігання масивів даних, але вони широко використовуються для збереження спеціалізованих, наприклад інженерних, економічних, екологічних та інших даних і моделей. Об'єднання великої кількості даних в єдину базу створює умови для формування великої кількості інформації, наприклад по всіх аспектах функціонування системи горизонтального дренажу в просторі і в часі. Головною перевагою БД є швидкість внесення та використання необхідної інформації. Завдяки спеціальним алгоритмам, які використовуються для баз даних, можливо оперативно знаходити необхідні дані, доповнювати, моделювати та прогнозувати їх. Також в базі даних існує певний зв'язок інформації: зміна в одному ряду може спричинити зміни в інших рядках – це допомагає працювати з інформацією простіше і швидше [3].

Системи управління базами даних (СУБД) – це прикладні комп'ютерні програми, що призначені для створення, збереження та використання баз даних.

Прикладні комп'ютерні програми повинні забезпечувати формування і постійне накопичування баз даних по всіх показниках ефективності горизонтального дренажу з побудовою графіків динаміки цих показників. Формування баз знань здійснюється на основі узагальнення баз даних з відповідних показників, а також із результатів моделювання і прогнозування даних показників. Особливу увагу необхідно приділяти одержанню залежностей між вивчаємими показниками.

**Висновки.** 1. В реалізації Стратегії зрошення і дренажу в Україні до 2030 року значна увага приділяється питанням відновлення, реконструкції, модернізації та забезпеченню ефективної роботи дренажу в зоні зрошення, в першу чергу – горизонтального, як найбільш розповсюдженого і перспективного. Аналіз сучасного стану існуючих систем горизонтального дренажу свідчить про недостатню увагу до його експлуатації, а ті вибіркові дані про роботу дренажу, що збираються відповідними виробничими управліннями не мають можливості об'єктивно оцінити його технічну та еколого - меліоративну ефективність.

2. Для вирішення вищеназваних питань на кожній зрошуваній системі необхідно створення відповідних експертних систем ефективності дренажу, включаючи, в першу чергу, бази даних і бази знань та комплекс спеціалізованих комп'ютерних програм для моделювання і прогнозування процесів формування еколого - меліоративного режиму ґрунтів і ландшафтів на зрошуваних системах з горизонтальним дренажем.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Стратегія зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року: схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 14.08.2019 р. № 688-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/688-2019-p#Text>

2. Експертна система. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Експертна\\_система](https://uk.wikipedia.org/wiki/Експертна_система)
3. Що таке база даних? URL: <http://apeps.kpi.ua/shco-take-basa-danykh>
4. Морозов В. В. Основи системного аналізу в гідромеліорації: навч. посібник. Херсон : Вид-во ХДУ, 2008. 64 с.
5. Морозов О. В., Морозов В. В., Козленко Є. В. Системний підхід у дослідженнях технічної ефективності закритого горизонтального дренажу. *Таврійський науковий вісник. Серія: технічні науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Херсон : Видавничий дім «Гельветика», 2021. Вип. 2. С. 60-69.*
6. Козленко Є. В., Морозов О. В., Морозов В. В. Інгулецька зрошувальна система: стан, проблеми та перспективи розвитку: монографія / за ред. О. В. Морозова. Херсон : Айлант, 2020. 204 с.
7. Словарь по кибернетике: Св. 2000 ст. / Под ред. В. С. Михайлевича - 2-е изд. Київ : Гл. ред. УСЭ им. М.П. Бажана, 1989. 751 с.

**УДК 631. 459 (477.7)**

## **ВПЛИВ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА АГРЕГАТНИЙ СТАН ЧОРНОЗЕМУ ПІВДЕННОГО**

**Письменний О. В.,** канд. с.-г. наук, доцент  
*Миколаївський національний аграрний університет*

**Вступ.** Структура ґрунту, тобто фізичний стан його внутрішньої будови, залежить від походження та виду ґрунту, взаєморозміщення в ньому дрібних структурних часточок та агрегатів, наявності достатньої кількості гумусу, водно-повітряного та термічного стану ґрунтового середовища.

Особливо актуальною проблемою сьогодення виступає деградація ґрунтового покриву України внаслідок прояву дефляційних процесів, так як площа потенційно дефляційно небезпечних сільськогосподарських угідь в Україні становить 19 млн. га, у тому числі ріллі 16,6 млн. га. Серед усіх ґрунтово-кліматичних зон процеси дефляції проявляються найчастіше саме в Степовій зоні. Підтвердженням посилення дефляційної небезпеки в регіону є виникнення 23-24 березня 2007 року міжрегіональної пилової бурі, яка охопила значну частину Одеської області, всю Миколаївську, Херсонську, Запорізьку області, північ Автономної Республіки Крим, південні райони Кіровоградської та Дніпропетровської, західні райони Донецької областей. Загальна площа, яка постраждала від пилової бурі 23-34 березня, складає близько 125 тис. км<sup>2</sup>, що складає приблизно 20% площі України, або 50% площі всієї степової зони. Втрати ґрунту в епіцентрі пилової бурі з поверхонь без рослинності склали 150-400 т/га, а на периферії явища - 10-50 т/га, що в 10-4000 разів більше за швидкість сучасного ґрунтоутворення [Долгілевич М.И., Булигін С.Ю., Чорний С.Г., Письменний О.В.].