
ГІДРОТЕХНІЧНЕ БУДІВНИЦТВО, ВОДНА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ВОДНІ ТЕХНОЛОГІЇ

HYDRAULIC CONSTRUCTION,
WATER ENGINEERING AND WATER TECHNOLOGIES

УДК 626.81/84:631.67

DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2021.2.8>

СИСТЕМНИЙ ПІДХІД У ДОСЛІДЖЕННЯХ ТЕХНІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАКРИТОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ДРЕНАЖУ

Морозов О.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор,
професор кафедри гідротехнічного будівництва,
водної інженерії та водних технологій
Херсонського державного аграрно-економічного університету
ORCID ID: 0000-0002-5617-0813

Морозов В.В. – кандидат сільськогосподарських наук, професор,
професор кафедри гідротехнічного будівництва,
водної інженерії та водних технологій
Херсонського державного аграрно-економічного університету
ORCID ID: 0000-0002-2594-883X

Козленко Є.В. – кандидат сільськогосподарських наук, докторант
Інституту зрошуваного землеробства НААН
ORCID ID: 0000-0002-5617-081

У статті представлені узагальнені матеріали багаторічних досліджень технічної ефективності закритого горизонтального дренажу на зрошуваних землях сухостепової зони України.

Горизонтальний дренаж – це комплекс гідротехнічних споруд, який є надійною системою для запобігання небажаних інженерно – геологічних процесів – підтоплення, вторинного засолення та осолонцювання зрошуваних ґрунтів. Дренаж забезпечує проектний еколого – меліоративний стан зрошуваних земель на більшості слабодренованої та безстічної території, де водорозподільні рівнини та приморські низовини складаються, в основному, еолово – делювіальними лесовидними суглинками з коефіцієнтами фільтрації 0,25-0,50 м/добу і на глибині 15,0-20,0 від поверхні землі підстиляються регіональним водоопіром – червоно-бурими глинами з коефіцієнтом фільтрації 0,0001 м/добу та менше.

В цих природно-кліматичних умовах розташована більшість зрошувальних систем України: Інгулецька, Спаська, Явкінська, Татарбунарська, Дунай – Дністровська, Каховська, Краснознам'янська, Північно – Кримська та інші, де побудовані і багато десятиріч

функціонують системи зрошення і закритого горизонтального дренажу. Ґрунти на цих системах, в основному, темно-каштанові та чорноземи південні.

Для реалізації Стратегії зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року необхідно відновлення, реконструкція, технічна модернізація та подальший розвиток як зрошувальних, так і дренажних систем, в першу чергу – систем закритого горизонтального дренажу. Для цього необхідно узагальнення всього теоретико – методологічного та практичного досвіду з проектування, будівництва, експлуатації та наукових досліджень, спрямованих на підвищення ефективності закритого горизонтального дренажу: технічної, економічної, екологічної, меліоративної.

При відновленні існуючих систем закритого горизонтального дренажу, який був побудований в 60-х-80-х роках минулого століття та будівництві нових дренажних систем, актуальним питанням є дослідження технічного стану та ефективності дренажу. На основі матеріалів проведених досліджень розроблено цілісний, системний методологічний підхід в дослідженнях технічної та меліоративної ефективності закритого горизонтального дренажу, який включає: кількісну оцінку технічного стану колекторно – дренажної мережі; використання закономірностей формування дренажного стоку і дренажних вод для контролю еколого – меліоративного стану зрошуваних дренажних земель та ефективності функціонування дренажу.

Запропоновано використовувати систему оцінки технічної та еколого – меліоративної ефективності закритого горизонтального дренажу для організації моніторингу ефективності функціонування кожної дренажної ділянки на всіх масивах зрошення.

Ключові слова: зрошення, горизонтальний дренаж, технічна та еколого-меліоративна ефективність дренажу.

Kozlenko Y.V., Morozov O.V., Morozov V.V. System approach in research of technical efficiency of closed horizontal drained.

The article presents generalized materials of long – term researches of technical efficiency of the closed horizontal drainage on the irrigated lands of the dry steppe zone of Ukraine.

Horizontal drainage is a complex of hydraulic structures, which is a reliable system for preventing unwanted engineering – geological processes – flooding, secondary salinization and salinization of irrigated soils. Drainage provides the project ecological – reclamation condition of irrigated lands in most poorly drained and wasteless areas, where watershed plains and coastal lowlands are composed mainly of aeolian – deluvial loess with filtration coefficients of 0,25-0,50 m / day and depth. 0,0-20,0 from the ground surface are underlain by regional water resistance – red-brown clays with a filtration coefficient of 0,0001 m / day and less.

Most of Ukraine's irrigation systems are located in these natural and climatic conditions: Inguletskaya, Spasskaya, Yavkinskaya, Tatarbunarskaya, Danube-Dniester, Kakhovka, Krasnoznamyanskaya, North-Crimean and others, where irrigation systems and closed horizontal drainage have been built and operate for many decades. The soils on these systems are mainly dark chestnut and southern chernozems.

The implementation of the Irrigation and Drainage Strategy in Ukraine for the period up to 2030 requires the restoration, reconstruction, technical modernization and further development of both irrigation and drainage systems, primarily closed horizontal drainage systems. This requires the generalization of all theoretical – methodological and practical experience in design, construction, operation and research aimed at improving the efficiency of closed horizontal drainage: technical, economic, environmental, reclamation.

In the restoration of existing closed horizontal drainage systems, which was built in the 60s-80s of the last century and the construction of new drainage systems, the study of the technical condition and efficiency of drainage is a topical issue. On the basis of the materials of the conducted researches the integral, system methodological approach in researches of technical and reclamation efficiency of the closed horizontal drainage is developed, which includes: quantitative estimation of a technical condition of a collector – drainage network; use of regularities of formation of drainage runoff and drainage waters for control of ecological – reclamation condition of irrigated drained lands and efficiency of drainage functioning.

It is offered to use the system of estimation of technical and ecological – reclamation efficiency of the closed horizontal drainage for the organization of monitoring of efficiency of functioning of each drainage site on all irrigation massifs.

Key words: irrigation, horizontal drainage, technical and ecological – reclamation efficiency of drainage.

Вступ. Горизонтальний дренаж – це комплекс гідротехнічних споруд, який є надійною системою для запобігання небажаних інженерно – геологічних

процесів – підтоплення, вторинного засолення та осолонцювання зрошуваних ґрунтів. Дренаж забезпечує проектний еколого – меліоративний стан зрошуваних земель на більшості слабодренованої та безстічної території, де водорозподільні рівнини та приморські низовини складаються, в основному, еолово – делювіальними лесовидними суглинками з коефіцієнтом фільтрації 0,25-0,50 м/добу і на глибині 15,0-20,0 від поверхні землі підстилаються регіональним водоопіром – червоно-бурими глинами з коефіцієнтом фільтрації 0,0001 м/добу та менше.

В цих природно – кліматичних умовах розташована більшість зрошувальних систем України: Інгулецька, Спаська, Явкінська, Татарбунарська, Дунай – Дністровська, Каховська, Краснознам'янська, Північно – Кримська та інші, де побудовані і багато десятиріч функціонують системи зрошення і закритого горизонтального дренажу.

Для реалізації Стратегії зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року [1] необхідно відновлення, реконструкція, технічна модернізація та подальший розвиток як зрошувальних, так і дренажних систем, в першу чергу – закритого горизонтального дренажу. Для цього необхідно узагальнення всього теоретико – методологічного та практичного досвіду з проектування, будівництва, експлуатації та наукових досліджень, спрямованих на підвищення ефективності горизонтального дренажу: технічної, економічної, екологічної та меліоративної.

При відновленні існуючих систем закритого горизонтального дренажу, який був побудований в 60-х-80-х роках минулого століття та будівництві нових дренажних систем, актуальним питанням є дослідження технічного стану та ефективності дренажу. На основі матеріалів проведених досліджень розроблено цілісний системний методологічний підхід в дослідженнях технічної та меліоративної ефективності закритого горизонтального дренажу, який включає: кількісну оцінку технічного стану колекторно – дренажної мережі; використання закономірностей формування дренажного стоку та дренажних вод для контролю еколого – меліоративного стану зрошуваних дренажних земель та ефективності функціонування дренажу.

Запропоновано використовувати систему оцінки технічної та еколого – меліоративної ефективності закритого горизонтального дренажу для організації моніторингу ефективного функціонування кожної дренажної ділянки на всіх масивах зрошення.

Постановка проблеми. Актуальною проблемою підвищення ефективності зрошення та забезпечення проектного еколого – меліоративного стану земель, в першу чергу відновлення функціонування ділянок закритого горизонтального дренажу, побудованого в 60-х-80-х роках в сухостеповій зоні на території Херсонської, Миколаївської, Одеської, Запорізької областей та АР Крим, а також забезпечення його подальшої ефективної роботи. Для цього необхідно узагальнення всього накопиченого впродовж майже 50-ти років наукового та практичного досвіду щодо забезпечення умов ефективної експлуатації існуючих дренажів, а також проектування, будівництва та експлуатації нових його ділянок.

Особливого значення набуває проблема підвищення ефективності закритого горизонтального дренажу на слабодренованих і безстічних територіях на фоні зрошення із закритою зрошувальною мережею та питання використання дренажних вод для зрошення [2, 3, 4, 5, 6, 7].

Метою дослідження є розробка системного методологічного підходу до забезпечення високої технічної та меліоративної ефективності відновлюємих ділянок горизонтального дренажу на фоні зрошення із закритою зрошувальною мережею в сухостеповій зоні України.

Матеріали і методи дослідження. В статті використані матеріали Каховської та Одеської гідрогеолого – меліоративних експедицій, Снігурівської гідрогеолого – меліоративної партії, проблемної науково – дослідної лабораторії еколого – меліоративного моніторингу агроєкосистем сухостепової зони імені професора Д.Г. Шапошникова Херсонського державного аграрного університету.

Методи дослідження – системний аналіз і системний підхід до вивчення і управління складними технічними і природно – технічними системами, якими є горизонтальний дренаж у складі ландшафтно – меліоративної системи, а також методів польових досліджень, аналізу, синтезу, індукції, дедукції, порівняння і лабораторно – аналітичних методів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Фундаментальні наукові основи техніко – економічного обґрунтування закритого горизонтального дренажу, проектування його оптимальних параметрів, сучасних способів і технологій будівництва та експлуатації, методології і методів дослідження умов його функціонування були сформульовані в наукових працях вітчизняних вчених: Костякова О.М., Аверьянова С.Ф., Каца Д.М., Каплінського М.І., Айдарова І.П., Голованова О.І., Духовного В.А., Решеткіної Н.М., Шестакова В.М., Дуюнова І.К., Серебrenикова Ф.В. та інших; українських вчених: Олійника О.Я., Насиковського В.П., Беседнова М.О., Пивовара М.Г., Внучкова В.В., Чирви Ю.О., Шевченка Ю.А., Рокочинського А.М., Савчука Д.П., Новикової Г.В., Балюка С.А., Ромащенко М.І., Шапошникова Д.Г., Тупіцина Б.А., Морозова В.В., Колеснікова В.В., Асатряна В.Т., Басра Р.О., Лютаєва Б.В. та багатьох інших [10].

В останні 30 років значно зменшились масштаби досліджень, спрямованих на вдосконалення систем закритого горизонтального дренажу. Це пов'язано, в основному, зі зменшенням площ зрошуваних земель, водоподачі на зрошення та впливом змін клімату. Значна кількість дренажних систем була виведена з експлуатації, розукомплектовано насосно – силове обладнання значної кількості дренажних насосних станцій. Основна увага в цей період була присвячена вирішенню проблем підтоплення та боротьби з ним; це наукові праці Олійника О.Я., Ромащенко М.І., Сташука В.А., Коваленка П.І., Рокочинського А.М., Савчука Д.П., Михайлова Ю.О., Шевченка А.М., Морозова О.В., Ковальчука П.І. та інших [10].

В період після 2005 р. почалось поступове відновлення, реконструкція і модернізація зрошення в Південному регіоні України, а з ним і повернення уваги до продовження досліджень проблемних питань закритого горизонтального дренажу на зрошуваних та прилеглих до них землях.

Ці дослідження присвячені роботі горизонтального дренажу в умовах закритої внутрішньогосподарської зрошувальної мережі, оптимізації водно – сольового і поживного режиму зрошуваних ґрунтів в умовах дренажу, формуванню якості дренажних вод та розробці способів і технологій їх раціонального використання на звичайних та рисових зрошувальних системах (С.А. Балюк, Д.П. Савчук, В.В. Морозов, А.М. Шевченко, А.М. Рокочинський, О.О. Тітков, О.А. Бабицька, С.А. Шевчук, В.П. Ковальчук, Л.М. Грановська, В.Г. Корнбергер, О.В. Морозов, О.І. Булигін, К.В. Дудченко, Є.В. Козленко, О.І. Харламов, І.В. Котікович, Є.В. Козленко, М.М. Волошин та інші вчені) [2-7, 10].

В роботах цих авторів звертається увага на такі питання як необхідність оцінки сучасного стану систем горизонтального дренажу, відновлення ефективного функціонування існуючої колекторно – дренажної мережі, її реконструкції, модернізації дренажних насосних станцій, підвищення їх надійності, впровадженню нових схем, параметрів і конструкцій горизонтального дренажу з урахуванням змін

клімату та накопиченого наукового і практичного досвіду з вивчення такої важливої гідротехнічної системи як закритий горизонтальних дренаж. Все це свідчить про актуальність системного підходу в дослідженнях технічної та еколого – меліоративної ефективності закритого горизонтального дренажу в умовах роботи сучасної дощувальної техніки.

Виклад основного матеріалу досліджень. Основною задачею функціонування закритого горизонтального дренажу є зниження рівня ґрунтових вод нижче за критичні відмітки, формування та відведення дренажного стоку зі зрошуваних ділянок. Складність взаємодії технічних параметрів горизонтального дренажу, умов і факторів формування дренажного стоку визначають колекторно – дренажну мережу як складну динамічну систему.

Під динамічною розуміється система, «поведінка» якої залежить не тільки від значень вхідних сигналів, а і від еколого – меліоративного стану земель ландшафтно – меліоративної системи, який обумовлений попередньою багаторічною зміною вхідних і вихідних сигналів.

Система закритого горизонтального дренажу є відкритою, динамічною технічною – ландшафтно – меліоративною системою, тому що характеристики еколого – меліоративного стану зрошуваних земель залежать не тільки від подачі зрошувальної води, а і від стану цієї системи, який обумовлений водонавантаженням, та вихідного сигналу – дренажного стоку, його мінералізації та хімічного складу. Тому, контроль ефективності функціонування динамічної системи, якою є закритий горизонтальних дренаж, також повинен бути динамічним, тобто видавати інформацію про технічний стан і ступінь надійності дренажу, в першу чергу, на основі замірів дренажного стоку. Дренажний стік змінюється з врахуванням регіональних особливостей і закономірностей його формування (геологічні, геоморфологічні та гідрогеологічні умови, ступінь дренаваності території, періодів року тощо).

Необхідною умовою ефективної роботи горизонтального дренажу в будь – яких природно – господарських умовах є технічний стан всіх його гідротехнічних споруд. Для оцінки технічного стану відкритих колодязів колекторно – дренажної мережі запропонований числовий критерій (К), який визначається за формулою 1:

$$K = \frac{A + A_1}{B + B_1 + 1}, \quad (1)$$

де А – оцінка за задовільний стан колодязів на ділянці горизонтального дренажу, яка визначається числом, одержаним від поділу відсотку колодязів, на яких немає технічних порушень (тобто без дефектів) на 10;

A_1 – оцінка за задовільний стан колодязів;

В – оцінка за незадовільний стан колодязів;

B_1 – оцінка за незадовільний стан гирлових колодязів.

Оцінки A_1 , В, B_1 – визначаються аналогічно оцінці А. В знаменнику приведені одиниця, щоб величина К не стала безкінечною, коли відсутні дефекти. На основі статистичної обробки результатів обстеження ділянок закритого горизонтального дренажу на площі понад 25,0 тис. га в зоні Північно–Кримського каналу, Інгулецької та Краснознам'янської зрошувальних систем визначено, що технічний стан дренажу добрий при $K > 3$, задовільний при $K=1-3$, незадовільний – при $K < 1$. На основі оцінки технічного стану відкритих дренажних колодязів визначаються заходи із поточного та капітального ремонту та їх черговість (табл. 1).

Запропонований також метод динамічного контролю технічної ефективності закритого горизонтального дренажу при оперативній оцінці інформації, яку несе дренажний стік, застосування закономірностей та особливостей формування дренажного стоку на вивчаємій території при вирішенні двох типів задач.

Перша задача – непряме визначення характеристик, безпосередні заміри яких відсутні або неможливі при підтоплених дренах. Наприклад, визначення середньозваженого значення рівня ґрунтових вод між дренами з достатньою точністю – 90 % і більше, використовуючі залежності модуля дренажного стоку (q , л/с з га) від напору в середині міждренної відстані (Δh), за формулою 2.

$$H = H_{др} - \Delta h \quad (2)$$

де H – середньозважене значення рівня ґрунтових вод між дренами, м;

$H_{др}$ – глибина закладення дрени, м;

Δh – напір в середині міждренної відстані.

Аналогічно можливо визначати величину модуля дренажного стоку при підтоплених дренах за даними рівней ґрунтових вод в середині міждренної відстані.

Таблиця 1

**Схема оцінки технічного стану відкритих дренажних колодязів
і дрен системи закритого горизонтального дренажу**

Критерій K в балах	Технічний стан дренажних колодязів	Інженерні заходи з покращення технічного стану колодязів
менше 1	Незадовільний. Можливе масове засмічення та підтоплення дрен, вихід їх з робочого стану.	Ремонт більшої частини колодязів, промивка дрен. Зміна порушених верхніх залізобетонних кілець, відновлення їх, ремонт кришок, очистка колодязів, промивка дрен, обкоси рослинності біля колодязів.
1-3	Задовільний. Можливе зниження ефективності функціонування дрен.	Ремонт і відновлення до 30% колодязів, очистка колодязів.
більше 3	Добрий.	Регулярний контроль технічного стану та профілактичні очистки колодязів.

Це відношення $q = f(\Delta h)$ залежить, в першу чергу, від міждренної відстані, визначається для кожного зрошуваного масиву і уточнюється для ділянок дренажу.

Друга задача – скорочення замірів вивчаємих показників. Наприклад, несуттєві зміни (коефіцієнт варіації $V < 10\%$) мінералізації та хімічного складу дренажних вод впродовж року дозволяє одержувати достовірну інформацію за двома хімічними аналізами води замість чотирьох. Мінералізація та хімічний склад дренажних вод можуть з достатньою достовірністю характеризувати мінералізацію та хімічний склад ґрунтових вод зони насичення, з якої формується дренажний стік (до 9-10 м нижче дрени).

При оцінці ефективності функціонування закритого горизонтального дренажу кількісними показниками можуть слугувати: індекс повноти меліорації зрошувальної ділянки з дренажем (I_m), який запропонований Р.О. Басром і Б.В. Лютаєвим [9] та чисельно дорівнює відношенню фактичної середньорічної глибини залягання ґрунтових вод (H_{cp}) до критичної глибини ґрунтових вод ($H_{кр}$), значення якої може бути прийнято в зоні досліджень 1,8-2,2 м; а також індекс повноти

сільськогосподарського освоєння земель (I_0), який чисельно дорівнює відношенню фактичної урожайності до проектної.

Оцінка фактичної (на відповідний термін дослідження) технічної ефективності функціонування дренажу і дренажної ділянки, як природно – технічної, ландшафтно – меліоративної системи, в цілому визначається за показником рівня використання дренажних земель (E_ϕ) за формулою 3:

$$E_\phi = J_m \times J_o \quad (3)$$

Про ефективне використання дренажних земель свідчить показник E_ϕ , що дорівнює 1,0, або більший.

Необхідним питанням при експлуатації систем закритого горизонтального дренажу є забезпечення його надійності, яка характеризується безперервним функціонуванням; збереження проектних значень всіх його параметрів і характеристик впродовж запланованого періоду його роботи; стійкістю еколого – економічних характеристик; перспективністю [8].

Запланований період функціонування закритого горизонтального дренажу в проектному режимі при умовах забезпечення його доброго технічного стану, за даними багаторічних досліджень на зрошуваних масивах сухостепової зони України, може прийматися в проектах як мінімум 50 років.

Для визначення величини міждренної відстані при проектуванні закритого горизонтального дренажу в зоні досліджень в першу чергу рекомендується застосовувати формулу В.М. Шестакова. Як показує практика, оптимальні міждренні відстані на зрошуваних масивах сухостепової зони України знаходяться в межах 200-400м при середній глибині закладки дрен 3,0 м в залежності від геофільтраційних схем, в яких ключову роль відіграють коефіцієнти фільтрації ґрунтоутворних порід та їх потужність до водоопіру. Величина розрахункового модуля дренажного стоку при проектуванні горизонтального дренажу може бути прийнята в межах 0,03-0,04 л/с з 1га.

Узагальнення результатів проведених досліджень [2-7, 9] та виробничого досвіду багаторічного функціонування закритого горизонтального дренажу на безстічних і слабодренажних масивах в сухостеповій зоні України дозволили сформувати систему показників, які можуть застосовуватися при оцінці технічної, еколого – меліоративної ефективності та надійності дренажу (табл. 2). Однією з практичних рекомендацій є необхідність враховувати при проектуванні і експлуатації горизонтального дренажу розширений перелік характеристик його функціонування (табл. 2).

Висновки і пропозиції.

1. При відновленні, реконструкції, модернізації та подальшому розвитку зрошення із закритих внутрішньогосподарських систем і дренажу на безстічних і слабодренажних землях водорозподільних масивів і приморських низовин сухостепової зони України необхідним є системний підхід в дослідженнях та забезпеченні ефективного функціонування закритого горизонтального дренажу в багаторічний період.

2. При експлуатації закритого горизонтального дренажу, яку повинні здійснювати водогосподарські організації Держводагентства України, основними задачами яких є:

- контроль та забезпечення належного технічного стану відкритих дренажних колодязів та дренажних насосних станцій;

- забезпечення функціонування колекторно-дренажної мережі в проектному режимі із постійним моніторингом її ефективності.

Таблиця 2

Система показників для комплексної оцінки технічної та еколого-меліоративної ефективності закритого горизонтального дренажу

Показники середньозваженої технічної ефективності горизонтального дренажу	Одиниця виміру	Оцінка технічної ефективності дренажу			
		висока	задовільна	низька	незадовільна
1. Середньорічний модуль дренажного стоку	л/с з 1 га	0,05-0,10 >10	0,03-0,05	0,01-0,03	<0,01
2. Швидкість спрацювання РГВ після підйому, пов'язаного з інтенсивним інфільтраційним живленням ГВ	см/добу	3,0-5,0	1,0-3,0	1,0	0,0
3. Відношення річного дренажного стоку до водоподачі у вегетаційний період	%	>30,0	20,0-30,0	10,0-20,0	<10,0
4. Відношення річного дренажного стоку до приходу сумарної кількості води на ділянку впродовж року	%	>15,0	10,0-15,0	5,0-10,0	<5,0
5. Відношення річного дренажного стоку до приходу сумарної кількості води на ділянку впродовж вегетаційного періоду	%	>20,0	15,0-20,0	10,0-15,0	<10,0
6. Зміни мінералізації дренажних вод	г/дм ³	зниження	зниження стабільне	стабільна (без змін)	стабільне підвищення
7. Зміни мінералізації ґрунтових вод	г/дм ³	зниження	зниження стабільне	стабільне підвищення	стабільне підвищення
8. Зміни засоленості ґрунтів шару 0-100 см	%	зниження стабільне	зниження періодичне	стабільна засоленість	стабільне підвищення
9. Урожайність сільськогосподарських культур: – зміни урожайності	т/га	зростання, стабільна проектна	стабільна проектна	нижча за проектну	нижча за проектну, стабільне зниження
10. Відношення фактичної урожайності до проектної	т/га	>1,0	1,0	0,8-1,0	<0,8
11. Показник рівня використання меліорованих земель (зрошення + дренаж)	-	>1,0	1,0	0,9-1,0	<0,9

3. Для реалізації цих основних задач розроблено і пропонується службі експлуатації дренажних систем комплексний метод динамічного контролю технічного стану та ефективності закритого горизонтального дренажу, який включає:

– оцінку технічного стану колекторно – дренажної мережі та алгоритм застосування її при плануванні і здійсненні інженерних заходів з покращення технічного стану колекторно – дренажних систем;

– застосування результатів досліджень з формування дренажного стоку і хімічного складу дренажних вод для визначення та підвищення ефективності систем закритого горизонтального дренажу.

3. В процесі всього терміну експлуатації систем закритого горизонтального дренажу необхідне забезпечення його належного технічного стану та еколого – меліоративної ефективності у відповідності з технічним паспортом дренажної ділянки.

4. В технічному паспорті дренажної ділянки закритого горизонтального дренажу, який є складовою частиною проекту дренажу, необхідно обов'язково вказувати два види показників: 1 – технічні параметри (площа (га), наявність дренажної насосної станції (ДНС) та характеристику насосно – силового обладнання, параметри дренажу (глибина закладки дрен, міждренна відстань, діаметр та матеріал дрен і колекторів, матеріал фільтрів, діаметр гравійної обсыпки дрен; 2 – еколого – меліоративні характеристики: розрахунковий модуль дренажного стоку, мінералізація і хімічний склад ґрунтових (дренажних) вод, засоленість ґрунтів (загальна і токсична), критична глибина залягання ґрунтових вод, величина найменшої вологості (НВ), проектна урожайність усіх сільськогосподарських культур, які вирощуються на зрошуваній дренажній ділянці, умови відведення дренажних вод, гранично – допустимі концентрації хімічних речовин в дренажній воді, оцінка можливості використання дренажних вод для зрошення сільськогосподарських культур, в т.ч. в перспективі з урахуванням прогнозів мінералізації та хімічного складу дренажних вод.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Стратегія зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року. Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 14 серпня 2019 р. № 668-р.

2. Рисові зрошувальні системи і використання дренажно-скидних вод: Монографія / В.В. Дудченко, В.Г. Корбергер, В.В. Морозов, О.В. Морозов, К.В. Дудченко. Херсон : ФОП Грінь Д.С., 2016. 212 с.

3. Харламов О.І. Ефективність систематичного горизонтального дренажу самопливного та примусового типу на слабостічних та безстічних територіях зрошуваних масивів. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених *«Роль меліорації та водного господарства у забезпеченні сталого розвитку землеробства»*.

4. Савчук Д.П., Харламов О.І., Котикович І.В. Ефективність закритого горизонтального дренажу на фоні зрошення ДМ «Фрегат». *Меліорація і водне господарство*. 2018. Вип. 1 (107). С. 30–36.

5. Савчук Д.П., Харламов О.І., Котикович І.В. Горизонтальний дренаж на фоні зрошення дощувальною машиною «Фрегат». *Водне господарство України*. 2019. № 1-2. С. 12–18.

6. Харламов О.І. Ефективність систематичного горизонтального дренажу на слабостічних та безстічних територіях зрошуваних масивів. *Вісник аграрної науки*. Київ : «Аграрна наука». 2019. № 1. С. 72–82.

7. Козленко Є.В., Морозов О.В., Морозов В.В. Інгулецька зрошувальна система: стан, проблеми та перспективи розвитку : монографія [за ред. д.с.-г.н., проф. О.В. Морозова]. Херсон : Айлант, 2020. 204 с.

8. Морозов В.В. Основи системного аналізу в гідромеліорації. Навч. посібник. Херсон: Вид-во ХДУ, 2008. 64 с.

9. Лютаев Б.В., Баер Р.А. К вопросу оценки эффективности работы дренажа. В кн.: Методы дренирования территории при мелиоративном строительстве. Киев: об-во «Знание» УССР, 1978. с. 3.

10. Ушкаренко В.А., Колесников В.В., Морозов В.В. и др. Эффективное использование засоленных земель Степного Крыма: монография. Херсон: Айлант, 2010. 188 с.

REFERENCES:

1. Stratehiiia zroshennia ta drenazhu v Ukraini na period do 2030 roku. (2019) Skhvaleno rozporiadzhenniam Kabinetu Ministriv Ukrainyvid 14 serpnia 2019. № 668-r. 1. Irrigation and drainage strategy in Ukraine until 2030. Approved by the order of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated August 14, 2019 № 668-r. [in Ukrainian].

2. Dudchenko, V.V., Korberher, V.H., Morozov, V.V., Morozov, O.V., Dudchenko, K.V. (2016) *Rysovi zroshuvalni systemy i vykorystannia drenazhno-skydnykh vod [Rice irrigation systems and the use of drainage and wastewater]*. Kherson: FOP Hrin D.S. [in Ukrainian].

3. Kharlamov, O.I. (2018) Efektyvnist systematychnoho horyzontalnoho drenazhu samoplyvnoho ta prymusovoho typu na slabostichnykh ta bezstichnykh terytoriiakh zroshuvanykh masyviv [Efficiency of systematic horizontal drainage of self-flowing and forced type in weakly drained and non-drained territories of irrigated massifs]. Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference of Young Scientists "The role of land reclamation and water management in ensuring sustainable development of agriculture". [in Ukrainian].

4. Savchuk D.P., Kharlamov O.I., Kotykovych I.V. (2018) Efektyvnist zakrytoho horyzontalnoho drenazhu na foni zroshennia DM "Frehat". The efficiency of closed horizontal drainage against the background of irrigation DM "Frigate". *Melioratsiia i vodne hospodarstvo – Land reclamation and water management*. 1 (107). 30-36 [in Ukrainian].

5. Savchuk, D.P., Kharlamov, O.I., Kotykovych, I.V. (2019) Horyzontalni drenazh na foni zroshennia doshchuvalnoiu mashynoiu "Frehat" Horizontal drainage on the background of irrigation by sprinkler "Frigate". *Vodne hospodarstvo Ukrainy – Water management of Ukraine*, 1–2. 12–18. [in Ukrainian].

6. Kharlamov, O.I. (2019) Efektyvnist systematychnoho horyzontalnoho drenazhu na slabostichnykh ta bezstichnykh terytoriiakh zroshuvanykh masyviv. Efficiency of systematic horizontal drainage in weakly drained and drained areas of irrigated massifs. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*. Kyiv: "Ahrarna nauka". 1. 72-82 [in Ukrainian].

7. Kozlenko, Ye.V., Morozov, O.V., Morozov, V.V. (2020) *Inhuletska zroshuvalna systema: stan, problemy ta perspektyvy rozvytku [Ingulets irrigation system: state, problems and prospects of development]*. O.V. Morozov (Ed.) Kherson: Ailant. [in Ukrainian].

8. Morozov, V.V. (2008) *Osnovy systemnoho analizu v hidromelioratsii. [Fundamentals of system analysis in land reclamation]*. Kherson: Vyd-vo KhDU [in Ukrainian].

9. Lyutaev, B.V., Baer, R.A. (1978) K voprosu otsenki effektivnosti roboti drenazha. On the question of assessing the effectiveness of drainage. *Metodi drenirovaniya territorii pri meliorativnom stroitelstve – Methods of drainage of the territory during reclamation construction*. Kyiv: Ob-vo "Znanie" USSR. [in Ukrainian].

10. Ushkarenko, V.O., Kolesnikov, V.V., Morozov, V.V., Morozov, O.V. i dr. (2010) Эффективное использование засоленных земель Степного Крыма. [Effective use of saline lands of the Steppe Crimea]. Kherson: Ailant. [in Ukrainian].