

---

# МЕЛІОРАЦІЯ І РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТІВ

---

## MELIORATION AND SOIL FERTILITY

УДК 631.6:626.8

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.33>

---

### ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ НОРМУВАННЯ МЕЛІОРАТИВНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА ЗРОШУВАНІ ҐРУНТИ СУХОСТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

---

**Морозов О.В.** – д.с.-г.н., професор, професор кафедри гідротехнічного будівництва, водної інженерії та водних технологій,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

**Морозов В.В.** – к.с.-г.н., професор, професор кафедри гідротехнічного будівництва, водної інженерії та водних технологій,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

**Козленко Є.В.** – к.с.-г.н., докторант,

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

Актуальною проблемою сучасного розвитку меліоративного ґрунтознавства та сільськогосподарських меліорацій є нормування меліоративних навантажень на ґрунтовий покрив, прогнозування і сталого управління ґрунтовими ресурсами зрошуваних ландшафтів сухостепової зони України. Об'єкт дослідження – процес теоретико-методологічного обґрунтування нормування еколого-меліоративних навантажень на ґрунтовий покрив зрошуваних ландшафтів в типових умовах сухостепової зони України. Предметом дослідження є комплекс природно-господарських умов, факторів і показників формування еколого-агроекологічного стану зрошуваних земель та родючості ґрунтів. Мета дослідження – розробка теоретико-методологічних засад для обґрунтування основних критеріїв нормування меліоративних навантажень на ґрунти зрошуваних ландшафтів в сухостеповій зоні. Відповідно до мети вирішувались завдання:

1) розробка теоретико-методологічного обґрунтування визначень і критеріїв нормування еколого-меліоративних навантажень на ґрунтовий покрив для забезпечення стійкого розвитку та високої продуктивності зрошуваних ґрунтів і агроландшафтів;

2) обґрунтування застосування системного підходу як основного методу формування інформаційного забезпечення еколого-агроекологічного моніторингу (ЕАММ) та режиму зрошуваних ґрунтів і агроландшафтів, а також нормування меліоративного навантаження.

Методи дослідження: системний аналіз і системний підхід, спостереження, аналіз, синтез, гіпотеза, експеримент, індукція і дедукція, узагальнення та спеціальні методи досліджень: польовий; лабораторний, історичний, розрахунковий, вимірально-ваговий. Розроблені системні принципи формування інтегрованої інформації про стан та ефективність використання меліорованих земель за допомогою еколого-агроекологічного моніторингу. На основі системних принципів і методів формування інтегрованої інформації про стан та ефективність використання меліорованих земель розробляється новий напрям моніторингових досліджень – формування наукових засад експертних систем еколого-агроекологічного моніторингу.

Основною метою наукового обґрунтування меліоративних навантажень на ґрунти є: одержання проектних показників урожайності сільськогосподарських культур відповідної якості та стабільне збереження екологоагроекологічного стану зрошуваних

---

ландшафтів і ґрунтів. У цьому зв'язку мета обґрунтування меліоративних навантажень на ґрунти цілком співпадає з метою формування оптимального еколого-меліоративного режиму зрошуваних ландшафтів і ґрунтів, а це дозволяє зробити важливий науковий висновок, що для обґрунтування критеріїв меліоративних навантажень на ґрунти доцільно застосовувати принципи і методи, які розробляються при обґрунтуванні формування оптимального еколого-агримеліоративного режиму та щорічної оцінки його ефективності.

**Ключові слова:** ґрунти, родючість, зрошення, меліоративне навантаження, нормування, моніторинг, еколого-агримеліоративний режим.

**Morozov O.V., Morozov V.V., Kozlenko Ye.V. Theoretical and methodological principles of standardization of reclamation loads on irrigated soils of the dry steppe zone of Ukraine**

An urgent problem of modern development of reclamation soil science and agricultural reclamation is standardization of reclamation loads on the soil cover, forecasting and sustainable management of soil resources of irrigated landscapes of the dry steppe zone of Ukraine. The subject of the study is a complex of natural and economic conditions, factors and indicators of the formation of ecological and agro-ameliorative condition of irrigated lands and soil fertility. The purpose of the study is to develop theoretical and methodological principles for substantiation of basic criteria for standardization of reclamation loads on irrigated landscapes in the dry steppe zone. The tasks to be performed:

- development of theoretical and methodological substantiation of definitions and criteria of standardization of ecological and reclamation loads on the soil cover to ensure sustainable development and high productivity of irrigated soils and agrolandscapes;

- substantiation of application of the system approach as a basic method of the formation of information support of ecological and agro-ameliorative monitoring and the mode of irrigated soils and agrolandscapes and also standardization of reclamation loads.

The research methods: system analysis and system approach, observation, analysis, synthesis, hypothesis, experiment, induction and deduction, generalization and special research methods: field; laboratory, historical, calculation, measuring and weighing. System principles of the formation of the integrated information on the condition and efficiency of using the reclaimed soils by means of ecological and agro-ameliorative monitoring are developed. On the basis of system principles and methods of the formation of the integrated information about the condition and efficiency of using the reclaimed lands, a new direction of monitoring research is being developed – formation of scientific principles of expert systems of the ecological and agro-ameliorative monitoring.

The main purpose of scientific substantiation of reclamation loads on soils is: to obtain design indexes of crop yields of appropriate quality and stable preservation of ecological and agro-ameliorative condition of irrigated landscapes and soils. In this regard, the purpose of substantiation of reclamation loads on soils coincides with the aim of the formation of the optimal ecological-ameliorative regime of irrigated landscapes and soils, and this allows us to draw an important scientific conclusion that to substantiate the criteria of reclamation loads on soils it is advisable to apply principles and methods developed when substantiating the formation of the optimal ecological and agro-ameliorative regime and the annual assessment of its efficiency.

**Key words:** soils, fertility, irrigation, reclamation load, standardization, monitoring, ecological and agroreclamation regime.

**Постановка проблеми.** Зрошення – один із найбільш вагомих антропогенних факторів підвищення продуктивності земель посушливої зони України. Але додаткове надходження вологи в умовах зрошення приводить до зміни характеру і направленості ґрунтових процесів. Визначення цих процесів, їхніх закономірностей є актуальною проблемою для розвитку сучасного зрошуваного землеробства. Особливе місце в системах ведення землеробства на поливних землях за умов довготривалого зрошення займають питання формування сприятливих умов для різних сільськогосподарських культур, еколого-меліоративного стану земель, поживного режиму ґрунту та вологозабезпеченості.

Інтенсифікація використання поливних земель за умов довготривалого зрошення без наукового обґрунтування призводить до погіршення еколого-меліоративного стану і поживного режиму ґрунту, незадовільного фітосанітарного стану посівів, деградації ґрунтів та опустелювання земель, що викликає необхідність

підвищення доз внесення мінеральних добрив, меліорантів та засобів захисту рослин. У цілому хімічне навантаження на агроценози зростає в 2-3 рази, що негативно впливає на довкілля.

Стабілізувати й поступово підвищити ефективність використання зрошуваних земель в Україні можна лише за рахунок перегляду підходів до нормування меліоративних навантажень на зрошувані ґрунти.

Багаторічними дослідженнями провідних українських вчених виявлено, що в зрошуваних ґрунтах проходять зворотні та незворотні процеси (вторинне засолення, осолонцювання, підтоплення, руйнація макро- і мікроструктури, внос органічних і поживних речовин тощо) [21; 22]. Закономірності розвитку ґрунтоутворних процесів залежать від багатьох факторів: тривалості зрошення, способу поливу, якості зрошувальної води, агротехніки вирощування сільськогосподарських культур, застосування добрив і меліорантів. Тобто сучасні ґрунтові процеси та режими залежать від конкретних умов зони, регіону, меліоративного стану ґрунту та історії його використання [6].

Але дослідження з використання поливних земель у сучасній науковій літературі недостатньою мірою аналізують нормування меліоративних навантажень на зрошувані ґрунти за умов довготривалого зрошення. У зв'язку із цим виникає необхідність проведення комплексних досліджень та систематизації даних із використання зрошуваних земель, визначення закономірностей розвитку ґрунтових процесів за умов їх довготривалого зрошення.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У сухостеповій зоні України, яка характеризується недостатнім природним зволоженням, зрошення є одним із найважливіших факторів ґрунтоутворення, меліорації, підвищення родючості і продуктивності ґрунтів. Роль зрошення суттєво зростає в умовах глобальних і регіональних змін клімату, підвищення його посушливості. Найкращі результати в підвищенні родючості зрошуваних ґрунтів дають їх комплексні ландшафтні меліорації, які включають біологічні, хімічні та фізичні методи впливу на всі компоненти ґрунтів і агроландшафтів [1; 2].

Однак узагальнення багаторічного (1957–2020 рр.) досвіду зрошення в сухостеповій зоні України свідчить про наявність комплексу проблем: підтоплення, вторинного засолення і осолонцювання ґрунтів, їх деградації, погіршення фізичних і хімічних властивостей, зниження вмісту гумусу та інших, що в цілому знижує родючість і продуктивність ґрунтів. Це, в першу чергу, відноситься до азональних галогенних ґрунтів. До **галогенних** відносяться ґрунти, у формуванні яких суттєву роль відіграють процеси міграції легкорозчинних солей. До них належать і засолені ґрунти. Значний внесок у вивченні засоленних ґрунтів зробили вітчизняні вчені К.Д. Глінка, В.С. Богдан, М.О. Димо, В.А. Ковда, О.Н. Соколовський, О.М. Можейко, І.М. Гоголев, В.П. Золотун та інші. Засолені ґрунти поширені на всіх континентах, особливо в сухих степах, напівпустелях і пустелях суббореального і субтропічного поясів. В Україні ця група ґрунтів поширена в регіоні Південного Степу, де розташовані основні зрошувальні системи. Галогенно-гідроморфні ґрунти формуються під впливом багаторічного зрошення та підняття мінералізованих ґрунтових вод (ГВ).

У Південному регіоні України галогенні і галогенно-гідроморфні ґрунти займають, переважно, всю зону недостатнього природного зволоження, тобто зону зрошення (Г.С. Гринь, 1969) [3]. Ці ґрунти, в основному, сформувалися на лесових ґрунтоутворних породах. Дослідження галогенезу ґрунтів України, сформованих на лесових ґрунтоутворних породах, присвячені роботи О.М. Гринченка, Г.С. Гриня,

О.М. Можейка, І.М. Гоголева, В.П. Золотуна, Г.В. Новікової, С.А. Балюка, Б.А. Тупіцина, М.І. Полупана, Є.В. Приходько та інших вчених, в яких головна увага приділена пізнанню генетичної природи і агрономічних властивостей галогенних ґрунтів з метою розробки ефективних прийомів їх меліорації, окультурювання, підвищення їх родючості і продуктивності [1–6]. У зоні зрошення України зональними, в основному, є каштанові, слабо- і середньосолонцюваті ґрунти, темно-каштанові, чорноземи південні, чорноземи звичайні та їх підтипи. Для всіх цих ґрунтів сухостепової зони України актуальним питанням є нормування еколого-меліоративних навантажень на ґрунтовий покрив і агроландшафти.

Теоретико-методологічною основою у вирішенні сучасних проблем ландшафтних меліорацій галогенних, галогенно-гідроморфних та полугідроморфних ґрунтів є докучаєвська **парадигма** природознавства, в якій основою є **система** теоретичних положень (постулатів):

- природа – єдине ціле, окремі елементи якого знаходяться в постійній взаємодії і розвитку;
- всі найважливіші фізико-географічні та природничо-історичні елементи знаходяться між собою в генетичному зв'язку;
- природа не робить стрибків, не терпить безладу, хаосу, випадковостей;
- всі багаточисельні співвідношення і взаємодії підпорядковуються законам, що управляють їх віковими змінами;
- в центрі сучасного вчення «про співвідношення між так званою живою і мертвою природою» знаходиться ґрунтознавство: *«Почвы и грунты суть зеркало ... отражение ... непосредственный результат совокупного ... векового взаимодействия почвообразователей»* [7].

**Докучаєвська** системна природничо-наукова **парадигма** (від грецьк. – приклад, модель, зразок) є сукупністю фундаментальних наукових уявлень, настанов і термінів, яка визнана, приймається і розділяється науковим співтовариством, є моделлю постановки проблем на сучасному етапі розвитку ґрунтознавства та їх вирішення, в тому числі і при меліорації зрошуваних ґрунтів на півдні України.

**Постановка завдання.** У сучасних умовах для раціонального використання і комплексних меліорацій ґрунтів зони зрошення актуальними питаннями є розвиток методології і методики досліджень зрошуваних ґрунтів, впливу зрошення на умови, фактори формування і проблеми ґрунтоутворного процесу, розробка методологічних засад і критеріїв нормування меліоративних навантажень на ґрунти та формування експертних систем еколого-агромеліоративного моніторингу.

**Мета дослідження** – теоретико-методологічне обґрунтування критеріїв нормування меліоративних навантажень на ґрунтовий покрив зрошуваних ландшафтів сухостепової зони України. Відповідно до поставленої мети вирішувались завдання:

- 1) сформулювати основні теоретико-методологічні засади обґрунтування критеріїв нормування еколого-меліоративних навантажень на зрошені ґрунти для забезпечення в багаторічній перспективі їх родючості і високої продуктивності;
- 2) обґрунтувати застосування системного підходу до формування інформаційного забезпечення моніторингу, формування його експертних систем та оптимального еколого-меліоративного режиму зрошуваних земель, а також нормативного меліоративного навантаження на ґрунти.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Під впливом науково обґрунтованих способів гідромеліорації ґрунтів збільшується потужність гумусового шару, покращується структура ґрунту і якість гумусу, підвищується вміст

загального азоту, фосфору, калію, оптимізується водно-сольовий режим, знижується лужність, підвищується біологічна активність ґрунту, що призводить до зростання урожайності сільськогосподарських культур. Меліоровані родючі зрошувані ґрунти, в даному випадку це чорноземи південні та темно-каштанові, є базою для застосування інтенсивних і природоохоронних технологій вирощування сільськогосподарських культур, основою сталого і продуктивного зрошуваного землеробства.

Під час аналізу та узагальнення результатів польових і лабораторних досліджень впливу багаторічного зрошення на ґрунти сформульовані науково-методологічні і методичні аспекти, що необхідні для обґрунтування меліоративного навантаження. У процесі одержання сільськогосподарської продукції на зрошувальних системах людиною здійснюється зовнішній вплив на агроландшафти, в першу чергу на ґрунти (динамічний, постійний, тимчасовий), який викликає зміни стану всіх елементів ґрунтів та агроландшафтів. Під навантаженням на ґрунти і агроландшафти розуміється антропогенно-техногенний вплив, який викликає зміни окремих властивостей компонентів ґрунтів і ландшафтів, що можуть привести до порушень виконання агроландшафтом заданих соціально-економічних функцій.

Для сільськогосподарських і природоохоронних цілей необхідним є нормування еколого-меліоративних навантажень на ландшафти і ґрунти, тобто величини антропогенного впливу, який не призводить до порушень соціально-економічних функцій агроландшафту і ґрунтів. Критичним або гранично допустимим навантаженням вважаються таке навантаження, при перевищенні якого відбувається порушення структури ландшафтів, властивостей ґрунтів та їх функцій. Критерії нормування меліоративних навантажень на ґрунтовий покрив для кожних ґрунтових, ландшафтних, сільськогосподарських і водогосподарських умов обґрунтовуються в результаті проведення відповідних досліджень, в т.ч. балансових.

Доцільно розрізняти навантаження на природні та антропогенні ландшафти. Для природних ландшафтів будь-який вплив є навантаженням, а для збалансованого антропогенного ландшафту, яким є ландшафтно-меліоративна система (ЛМС), навантаженням можливо вважати вплив, який здійснюється понад проектно-запланованого (наприклад, перевищення зрошувальних норм на ЛМС у порівнянні з науково-обґрунтованими). При перевищенні нормативного навантаження природні властивості ландшафтів і ґрунтів суттєво порушуються, що призводить до зміни всього антропогенного ландшафту. Обґрунтування нормативного еколого-меліоративного навантаження на ландшафт і визначення гранично-допустимих навантажень (критеріїв нормування еколого-меліоративних навантажень на ґрунтовий покрив) є важливою задачею при планування заходів з використання, охорони і меліорації ландшафтів і ґрунтів.

Під сучасною **методологією дослідження** зрошуваних ґрунтів розуміється, в першу чергу, сукупність методів, які застосовуються в дослідженнях, а також вчення про методи досліджень, принципи або способи теоретичної і практичної діяльності з вивчення або реалізації відповідних питань. До методології відноситься створення наукових концепцій як системи знань, а також розробка нових наукових доктрин, парадигм і гіпотез. Зміна мети, об'єкта і предмета досліджень змінює методологію і методи досліджень. Методологія досліджень ґрунтоутворного процесу в умовах богарного і зрошуваного землеробства суттєво відрізняється. Аналіз накопиченого в Світі і в Україні багаторічного (понад 50–60 років) досвіду досліджень зрошуваних ґрунтів дозволяє відмітити їх відмінності від досліджень богарних ґрунтів .

Зрошувані ґрунти впродовж багатьох років і десятиріч знаходяться у вегетаційний період (квітень-вересень) під впливом інтенсивного антропогенного гідрохімічного навантаження, що являє собою зрошення. При цьому змінюється водно-сольовий баланс і режим ґрунтів, ґрунтотворних порід і підґрунтових вод. Зрошувальна вода являє собою розчин різної мінералізації і хімічного складу, який привносить в ґрунти значну кількість солей, що розподіляються в кореновому шарі ґрунту, розчиняє солі, що вміщуються в ґрунтах і ґрунтотворних породах. Інфільтраційне живлення сприяє підйому підґрунтових вод до критичних відміток та метаморфізму їх хімічного складу, що змінює не тільки гідрохімічний стан ґрунтотворних порід і ґрунтів, змінюються також ґрунти і агроландшафти в цілому [7].

У сухостеповій зоні в процесі багаторічного зрошення виникають нові проблеми, яких не було в богарному землеробстві: підтоплення, деградація, вторинне засолення і осолонцювання ґрунтів та ін. Для боротьби з підтопленням і вторинним засоленням ґрунтів використовується штучний дренаж – горизонтальний і вертикальний. При цьому виникають нові еколого-економічні проблеми: відведення дренажних вод, які не завжди можуть використовуватися для зрошення в силу їх високої мінералізації та невідповідності хімічного складу іригаційним критеріям [2; 7; 8; 9] та фінансування витрат електроенергії на функціонування дренажу.

Питання порушення екологічної рівноваги сухостепових агроєкосистем в процесі зрошення пов'язані не тільки зі зміною водно-сольового балансу ґрунтів і земель, а також із глобальними і регіональними змінами клімату, в першу чергу із підвищенням посушливості клімату та зміною режиму атмосферних опадів.

Вирішення багатьох проблем, пов'язаних з еколого-меліоративним навантаженням на зрошувальних системах, виходять за рамки традиційних дисциплінарних знань ґрунтознавства і вимагають розроблення і розвитку теоретико-методологічного апарату та нових методів досліджень на основі міждисциплінарного системного аналізу і підходу, що в цілому є розвитком докучаєвської парадигми природознавства.

**Метою досліджень ґрунтів** в умовах зрошувальних систем є одержання комплексної системної інформації про стан всієї вивчаємої системи, яку можливо охарактеризувати як геосистему, агроєкосистему або ландшафтно-меліоративну систему (ЛМС) для підтримання її в нормативному екологічному стані, збереження родючості і продуктивності ґрунтів. Завдання досліджень ґрунтотворних процесів полягають у вивченні в часі і просторі всіх характеристик елементів, що складають предмет досліджень, а також розробці методичних рекомендацій щодо критеріїв нормування меліоративних навантажень на ґрунтовий покрив, подальшого покращення стану ґрунтів та оптимізації всіх умов і факторів ґрунтотворного процесу.

**Основою методології моніторингових досліджень ґрунтотворного процесу** в обґрунтуванні критеріїв нормування меліоративних навантажень на ґрунтовий покрив та еколого-меліоративного режиму ґрунтів в умовах зрошувальних систем є **системний аналіз і підхід**. Зрошувані землі, в першу чергу ґрунти, являють собою елемент антропогенного ландшафту як складної динамічної системи. **Антропогенний ландшафт** – це складна, відкрита динамічна система, яка складається з багатьох елементів, таких як ґрунти, ґрунтотворні породи, підґрунтові води та ін. (які, у свою чергу, складаються теж із ряду елементів – мінеральних, органічних тощо).

Суттєве значення у вивченні і управлінні станом зрошуваних ґрунтів у складі агроландшафтів мають характеристики зв'язків між цими складовими елементами. На сучасному етапі розвитку науки і техніки системний метод або системний аналіз (СА) є основним методом дослідження складних систем (А.С. Образцов, 1990) [10]. Під системним аналізом розуміється систематизоване (побудоване на підставі відповідного набору правил) вивчення складного об'єкту, яке проводиться з метою визначення можливостей покращення функціонування цього об'єкту (А.Г. Маміконов, 1981) [11]. Системний метод досліджень, безумовно, спирається на математичний апарат, але не є вірним ототожнювання його тільки з будь-яким математичним методом або групою методів. Системний аналіз являє собою сукупність наукових методів і практичних прийомів вирішення проблем в умовах невизначеності, яка дозволяє прийняти оптимальне рішення при врахуванні всіх основних факторів, умов і явищ, які впливають на проблему в цілому.

Системний аналіз у розробці оптимального еколого-меліоративного режиму зрошуваних ґрунтів та обґрунтуванні критеріїв меліоративного навантаження на ґрунтовий покрив враховує принципову складність вивчаемого об'єкта (наприклад, ґрунту, ландшафту, ландшафтно-меліоративної системи, води як системи тощо) його взаємозв'язок з оточуючим природним середовищем, а також неспостережність ряду його властивостей. Головною метою системного аналізу в меліоративних дослідженнях є перетворення складної для розуміння і вирішення проблеми в чітку низку задач з альтернативними варіантами рішення. Системний аналіз є методологією пізнання частин (елементів) на підставі цілісності об'єкта, на відміну від методологічного підходу, що зорієнтований на пізнання цілого через вивчення його складових [12; 13; 14].

Системний аналіз формує у фахівців ґрунтознавства, гідромеліорації і зрошуваного землеробства навички економічно та екологічно грамотного підходу до вирішення складних проблем, дозволяє поєднати знання із спеціальних дисциплін ґрунтознавства, меліоративної гідрогеології, гідромеліорації з економікою, екологією та геоінформатикою. Системний аналіз спрямований на одержання оптимальних техніко-економічних рішень. Застосування СА як ключового методу вирішення проблем комплексної меліорації ґрунтів і ландшафтів є новим і перспективним напрямом розвитку методології меліоративного ґрунтознавства.

Застосування системного аналізу в меліоративних дослідженнях є стратегією наукового пошуку, яка хоч і використовує математичний апарат і концепції, але в рамках систематизованого наукового підходу до вирішення складних проблем, сприяючи організації наших знань таким чином, щоб допомогти передбачити результати впливу на ґрунти, як систему, всіх умов і факторів ґрунтоутворного процесу, вибрати найкращі рішення [8].

Наприклад, у межах вивчаемого агроландшафту це вибір найкращого рішення системної структури посівних площ, систем сівозмін, обробки ґрунтів, управління ґрунтоутворним процесом, використання сільськогосподарських технологій, меліоративних заходів, параметрів зрошувальної і дренажної системи, організаційних структур тощо.

Системний підхід не існує у вигляді строгої методологічної концепції. Це скоріш напрям методології, в основу якого покладено дослідження об'єкту як системи. При меліорації ґрунтів і зрошуваних ландшафтів, де основним досліджуваним об'єктом є антропогенний ландшафт (в першу чергу – ґрунти) або природно-технічна ландшафтно-меліоративна система, системний підхід сприяє більш строгому, логічному обґрунтуванню постановки проблем і задач, вибору

стратегії їх вивчення, орієнтує дослідження на розкриття цілісності вивчаємого об'єкта, на виявлення складних взаємозалежностей і можливих наслідків проєктів та прийнятих управлінських рішень.

Науковим методом системний аналіз стає лише тоді, коли на всіх етапах він спирається на кількісний аналіз проблеми, використовуючи адекватні моделі і ПЕОМ. В основному ландшафтно-меліоративні системи включають у себе елементи і фактори, які піддаються строгій кількісній оцінці. Наприклад, це основні показники еколого-меліоративного режиму: зрошувальні (поливні) норми, дренажний стік, вологість ґрунту, його загальна і токсична засоленість, рівень, мінералізація і хімічний склад ґрунтових та дренажних вод, іригаційні показники якості зрошувальної води тощо.

Дослідження, в процесі яких *предмет дослідження поступово стає об'єктом досліджень*, свідчать про розвиток відповідної методології як науки. На першому етапі ландшафтно- і ґрунтово-меліоративних досліджень іноді є доцільним відокремлення (обмеження) вивчаємої системи від зовнішнього середовища, з яким взаємодіє або буде взаємодіяти ця система.

У процесі багаторічного зрошення окультурювання і меліорація ґрунтів може розглядатися в системі окультурювання і меліорації ландшафтів. Меліорація ландшафтів являє собою діяльність, спрямовану на поліпшення ландшафтів з метою оптимізації функціональної взаємодії природно-територіальних комплексів (ландшафтів) і технічних (меліоративних) систем. У результаті здійснення ландшафтних меліорацій формуються ландшафтно-меліоративні системи (ЛМС), які складаються з трьох блоків: природного, технічного та управлінського і являють собою складні співвідношення процесів самоорганізації та управління. У природному блоці основним об'єктом досліджень є ґрунтотвірні процеси.

Гідромеліоративна система (ГМС) складається зі зрошувальної системи (ЗС) та дренажно-колекторної системи (ДКС) або осушувальної системи, які сумісно із системою агротехнологій впливають на середовище або ландшафт, формуючи його еколого-меліоративний стан. Під час взаємодії функціонування всіх елементів гідромеліоративної системи, кліматичних і водогосподарських факторів формується урожай сільськогосподарських культур.

Гідромеліоративна система являє собою комплекс інженерних споруд, за допомогою яких створюються необхідні водний, сольовий, тепловий і поживний режим, які забезпечують одержання економічно обґрунтованої кількості сільськогосподарської продукції у багаторічному розрізі.

Для оптимального управління гідромеліоративною системою збирається інформація про середовище, еколого-меліоративний стан агроландшафту, сільськогосподарські культури, агротехнології та за допомогою математичних моделей і прогнозів з урахуванням техніко-економічних показників в системі еколого-агромеліоративного моніторингу (ЕАММ) систематизується, обробляється, оцінюється та передається в систему управління, звідки поступають команди в системи ГМС.

Проектування гідромеліоративної системи зумовлено земельними, водними і трудовими ресурсами; кліматичними, ґрунтовими, гідрогеологічними, економічними та екологічними умовами; адміністративно-господарськими особливостями. Базуючись на цих умовах, визначається сівозміна, яка вимагає відповідного режиму зрошення і параметрів зрошувальної мережі, а також параметрів дренажної мережі, які формують урожай з урахуванням водно-сольового режиму, тепло-поживного режиму, рівнів підґрунтових вод (РПВ) та сумарного випаровування.



Науково-обґрунтованим співвідношенням між зрошенням та дренажем можливо сформувати сприятливий еколого-агромеліоративний режим ґрунту і агроландшафту в цілому. Актуальними задачами сучасних сільськогосподарських гідротехнічних меліорацій є проектування, реконструкція, будівництво та експлуатація досконалих гідромеліоративних систем, під якими розуміються, в першу чергу, закриті зрошувальні та дренажні мережі, системи краплинного зрошення, раціональне управління та автоматизація їх роботи.

Необхідно, щоб параметри гідромеліоративних систем були визначені в оптимальних діапазонах з урахуванням вищевказаних режимів. Тому задача оптимізації параметрів гідромеліоративних систем є дуже важливою, і вирішуючи її, слід враховувати розвиток і еволюцію ґрунтово-гідрологічного процесу та інших елементів ландшафту.

Під оптимізацією гідромеліоративної системи розуміється таке співвідношення параметрів зрошувальної та дренажно-колекторної мереж, які з урахуванням кліматичних, ґрунтових, ландшафтних, гідрологічних умов та біології культурних рослин на підставі інженерно-економічних розрахунків дозволяють досягнути ефективності системи в одержанні сільськогосподарської продукції при виправданих витратах.

Ключовим елементом управління ґрунтоутворним процесом є формування еколого-меліоративного режиму зрошуваних ґрунтів та ландшафтів. Основи **меліоративного режиму зрошуваних ґрунтів** розроблені провідними вітчизняними вченими – гідромеліораторами та ґрунтознавцями: І.П. Айдаровим, О.І. Головановим [15], В.А. Духовним, Н.М. Решеткіною та іншими вченими.

Під *еколого-агромеліоративним режимом* (ЕМР) зрошуваних ґрунтів (земель) розуміється сукупність вимог до регулюємих показників ґрунтоутворного процесу, формування яких забезпечує відповідний еколого-меліоративний стан агроландшафту, підвищення родючості і продуктивності ґрунтів, одержання екологічно чистої сільськогосподарської продукції.

Принципи і методи формування еколого-агромеліоративного режиму зрошуваних земель є необхідною науково-методологічною складовою частиною еколого-агромеліоративного моніторингу зрошуваних земель.

Із метою покращення інформаційного забезпечення моніторингу зрошуваних земель доцільно використання системних принципів і методів формування інтегрованої інформації про стан, стійкість та ефективність використання зрошуваних ґрунтів (в умовах зрошення в якості об'єкта досліджень доцільно застосовувати термін «земель») за допомогою еколого-агромеліоративного моніторингу (ЕАММ) [16; 17].

Системний підхід, як провідний метод моніторингових досліджень, включає спостереження за станом ґрунтів (земель) та ступенем їх трансформації; оцінку і аналіз еколого-агромеліоративного стану (ЕАМС) земель; стану агроіригаційного навантаження на землі; еколого-агромеліоративної ситуації, напрямів її розвитку, шляхів управління нею.

Теоретико-методологічна концепція формування інформаційного забезпечення сучасного еколого-меліоративного моніторингу розроблена М.І. Ромащенко, С.А. Балюком та іншими вченими. Система управління продуктивністю та екологічною стійкістю меліорованих земель за даними моніторингу будується на принципах методології системного аналізу і підходу (Л.М. Рекс, 1978 [18; 19]; О.С. Образцов, 1991 [10]; М.З. Згуровський, Н.Д. Панкратова, 2007 [20], В.В. Морозов, 2008 [8] та інші), що відіграють роль «зв'язуючої ланки» між методологією

окремих напрямів моніторингу меліорованих земель, яка поєднує в цілісну систему наукових знань інформацію комплексного впливу сільськогосподарських гідротехнічних меліорацій на еколого-агромеліоративний стан і стійкість земель і ґрунтів.

Одним з основних методологічних завдань теоретико-методологічного обґрунтування моніторингу меліорованих земель є розробка наукових положень (принципів) формування об'єднаної, комплексної (інтегрованої) інформації про стан, стійкість та ефективність використання меліорованих земель у системі моніторингу зрошуваних земель.

Це принципи: цілісності, структурності, взаємозалежності вивчаємої системи і оточуючого середовища, ієрархічності, багатоваріантності описання системи, зворотного зв'язку та ін. [8]. Розгляд показників еколого-агромеліоративного стану меліорованих земель із позицій, що характеризують властивості складних систем, дозволяє сформулювати основні системні принципи формування інтегрованої інформації моніторингових досліджень.

Розроблені принципи формування інтегрованої інформації про стан, стійкість, надійність та ефективність використання меліорованих земель є частиною теоретико-методологічного обґрунтування при організації і впровадженні у практику меліоративного землеробства нової геоінформаційної системи (ГІС) еколого-агромеліоративного моніторингу меліорованих земель.

Еколого-агромеліоративний моніторинг, що розглядається як геоінформаційна система і фактично відіграє роль зворотного зв'язку в системі формування еколого-агромеліоративного стану меліорованих земель, де система меліоративного землеробства, розглядається як складна відкрита динамічна система з вільним входом і виходом, яку можливо в дослідженнях методично відобразити у вигляді «чорної або сірої скрині».

Розглядаючи *концепцію* як відповідний *спосіб розуміння* вивчаємих ґрунтотворних і ландшафтотворних процесів, як *провідний задум* подальшого цілеспрямованого, інтенсивного використання ґрунтів з урахуванням необхідності їх охорони, підвищення їх родючості і продуктивності, можливо сформувати її як концепцію сталого розвитку ґрунтів під впливом антропогенної діяльності і природної еволюції агроландшафтів в умовах автоморфного та полугідроморфного еколого-меліоративного режиму на принципах нормованого природозберігаючого режиму земледококористування.

Концептуальна модель формування сталого еколог-агромеліоративного режиму ґрунтів у складі ландшафтно-меліоративної системи виступає як регулятор впливу меліоративної діяльності людини, визначає результативність та ефективність меліоративних заходів, що відображаються під час формування еколого-меліоративного режиму зрошуваних земель.

Як *доктрина досліджень* зрошуваних ґрунтів як керівного теоретико-методологічного положення може розглядатись системний підхід і аналіз під час формування оптимального еколого-меліоративного режиму зрошуваних земель при вирішенні проблем, кількість яких постійно зростає в умовах ускладнення агроєкосистеми в умовах її еволюції під впливом багаторічного (50-60 років) зрошення.

Під час аналізу й узагальнення нових міждисциплінарних даних результатів досліджень, що одержуються в процесі вивчення системних властивостей еколого-агромеліоративного стану земель та їх еколого-меліоративного режиму, *формуються нові інтегровані знання*, як основа сучасної *парадигми методології досліджень* ґрунтів і агроландшафтів в умовах зрошення. У результаті аналізу

і узагальнення одержаних даних одержані тимчасові значення нормативного навантаження на основні типи ґрунтів сухостепової зони (таблиця).

Оцінка сучасного стану ґрунтового покриву за індикаторами (табл.) показала, що:

1. Рівень підґрунтових вод не перевищує допустимі середньорічні значення на зрошуваних ділянках з працюючим дренажем.
2. Мінералізація підґрунтових вод на досліджених ділянках в основному знаходиться нижче критичного значення.
3. Вміст легкорозчинних солей в орному шарі ґрунту не перевищує допустимих значень на всіх досліджених ділянках.
4. Вміст іонів хлору у водній витяжці ґрунту не перевищує допустимих значень на всіх досліджених ділянках.
5. Вміст токсичних солей в ґрунті на всіх стаціонарних ділянках не перевищує допустимих значень.

Таблиця 1

**Тимчасові індикатори (показники еколого-меліоративного режиму), які відображають вплив багаторічного нормативного меліоративного навантаження на основні типи ґрунтів сухостепової зони**

№	Індикатор еколого-меліоративного стану земель	Темно-каштановий солонцюватий	Лучно-каштановий солонцюватий	Чорнозем південний
1	Рівень ґрунтових вод (критична глибина РГВ), м (не вище)	1,8	1,6	2,0
2	Мінералізація ґрунтових вод, г/дм <sup>3</sup> (не вище)	3,0	3,0	2,8
3	Вміст легкорозчинних солей в орному шарі, % (не вище)	0,2	0,2	0,2
4	Вміст токсичних солей у водній витяжці ґрунту, % (не вище)	0,10	0,10	0,10
5	Урожайність озимої пшениці, т/га	4,5	4,0	5,0
6	Вміст гумусу, % (не менше)	2,2	2,0	2,5
7	Мінералізація зрошувальної води, г/куб.дм (не вище)	1,7	1,7	1,5
8	Вміст іону хлору в зрошувальній воді, мг-екв/куб.дм (не вище)	3,0	3,0	3,0
9	Вміст іону натрію в зрошувальній воді, мг-екв/куб.дм (не вище)	4,0	4,0	4,0
10	рН зрошувальної води	8,2	8,2	8,0

Меліоративні навантаження, при комплексній дії яких в багаторічному розрізі забезпечується ефективний еколого-агромеліоративний режим ґрунтів і агроландшафтів, можуть вважатися нормативними.

**Висновки і пропозиції.** Глобальні і регіональні зміни клімату в бік його посушливості зробили зрошення основним фактором забезпечення людства продовольством. Методологія досліджень ґрунтових процесів в умовах зрошення має суттєві відмінності від богарних умов, які полягають у зміні об'єкта, предмета і мети досліджень. Основним об'єктом досліджень в умовах зрошення є ґрунти

у складі агроландшафту, або ландшафтно-меліоративної системи. Основним методологічним аспектом досліджень ґрунотворного процесу є системний аналіз і підхід до вирішення проблем еколого-меліоративного режиму. Одним із ключових комплексних методів досліджень меліоративних навантажень на зрошуваних ґрунтах є метод моніторингових досліджень стану ґрунтів у складі ландшафтно-меліоративної системи.

Основним напрямом розвитку і вдосконалення моніторингових досліджень для покращення стану, підвищення стійкості та ефективності використання зрошуваних ґрунтів є формування інформаційного забезпечення еколого-агро-меліоративного моніторингу (ЕАММ) шляхом поєднання двох напрямів розвитку окремих видів галузевого моніторингу меліорованих земель (ММЗ): спеціалізації (поглиблення) та інтеграції (об'єднання у просторі і часі) на принципах і методах системного підходу та одержаних закономірностей, моделей, прогнозів і сценаріїв управління станом ґрунтів і земель в різних ландшафтно-географічних, кліматичних і водогосподарських умовах сухостепової зони. При цьому необхідним питанням є формування експертних систем еколого-агро-меліоративного моніторингу, основу яких повинні складати бази даних і бази знань для оптимального вирішення всіх завдань і проблем.

Основою методологічного забезпечення ЕАММ, об'єднання баз даних і знань, що характеризують ЕАМС земель, є принципи системного підходу для інтегрування даних різних видів ММЗ в єдиній, комплексній геоінформаційній системі ЕАММ: цілісності, структурності, взаємозалежності системи ЕАМС і оточуючого середовища, ієрархічності, спеціалізації та інтеграції, зворотного зв'язку та ін. Моніторингові дослідження і спостереження в системі ЕАММ необхідно організовувати і постійно здійснювати на регіональному та локальному рівнях. Для кожних ландшафтно-меліоративних і водогосподарських умов на зрошуваному масиві повинна працювати, як мінімум, одна дослідно-виробнича ділянка.

Об'єктом моніторингових досліджень повинні бути процеси просторової і часової мінливості стану меліорованих ґрунтів і агроландшафтів для організації геоінформаційної системи еколого-агро-меліоративного моніторингу. Предметом дослідження є комплекс природно-господарських умов, факторів і показників формування еколого-агро-меліоративного стану і режиму меліорованих агроландшафтів та родючості і продуктивності ґрунтів.

Для оцінки еколого-агро-меліоративного стану ґрунтів і агроландшафтів, вивчення закономірностей зміни їх стану під впливом тривалого гідромеліоративного навантаження необхідне використання сучасних методів математичного моделювання та прогнозування із застосуванням ГІС-технологій.

Оцінка, прогноз і оптимальне управління еколого-агро-меліоративним станом меліорованих земель і родючістю ґрунтів із застосуванням ГІС-технологій є основними завданнями еколого-агро-меліоративного моніторингу, базовою основою розробки і прийняття управлінських рішень щодо підвищення ефективності зрошуваного землеробства в сухостеповій зоні.

Розроблені системні принципи формування інтегрованої інформації (включаючи прогнози розвитку кожного показника ЕМР) про стан, стійкість та ефективність використання зрошуваних земель за допомогою ЕАММ є основою теоретико-методологічного обґрунтування меліоративного навантаження на ґрунти і агроландшафти.

На основі системних принципів і методів формування інтегрованої інформації про стан, стійкість та ефективність використання меліорованих земель за

допомогою еколого-агромеліоративного моніторингу (ЕАММ) розробляються нові методи моніторингових досліджень:

- 1) метод структурно-організаційного моделювання еколого-агромеліоративного стану і стійкості меліорованих ґрунтів і земель;
- 2) метод цільового прогнозування показників стану і стійкості зрошуваних земель та еколого-агромеліоративного режиму агроландшафтів;
- 3) метод інтегрованого управління продуктивністю, екологічною та економічною ефективністю використання зрошуваних земель;
- 4) метод індексного оцінювання результативності та ефективності еколого-меліоративного режиму зрошуваних ґрунтів і агроландшафтів.

У результаті проведення аналізу та узагальнення моніторингових досліджень основних показників еколого-агромеліоративного режиму і стану земель, родючості і продуктивності ґрунтів визначаються основні тенденції зміни вивчасмих показників в часі впродовж багаторічного періоду експлуатації зрошувальних систем. Маючи в сухостеповій зоні України 50-65 річний досвід впливу меліоративного навантаження на зрошувані ґрунти і агроландшафти, ми можемо з високим ступенем ймовірності системно прогнозувати тенденції і числові значення змін показників еколого-агромеліоративного режиму ґрунтів і агроландшафтів та корегувати меліоративні навантаження в комплексі із природоохоронними заходами.

Основною метою наукового обґрунтування меліоративних навантажень на ґрунти є: одержання проектних показників урожайності сільськогосподарських культур відповідної якості та стабільне збереження еколого-агромеліоративного стану зрошуваних ландшафтів і ґрунтів. У цьому зв'язку мета обґрунтування меліоративних навантажень на ґрунти цілком співпадає з метою формування оптимального еколого-меліоративного режиму зрошуваних ландшафтів і ґрунтів, а це дозволяє зробити важливий науковий висновок, що для обґрунтування критеріїв меліоративних навантажень на ґрунти доцільно застосовувати принципи і методи, які розробляються під час обґрунтування формування оптимального еколого-агромеліоративного режиму та щорічної оцінки його ефективності.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Приходько В.Е. Орошаемые степные почвы: функционирование, экология, продуктивность. Москва : Интеллект, 1996. 168 с.
2. Морозов В.В. Ландшафтні меліорації: навч. посіб. Херсон : Вид-во ХДУ, 2007. 224 с.
3. Гринь Г.С. Галогенез лесовых почво-грунтов Украины. Киев : Урожай, 1969. 218 с.
4. Меліорація ґрунтів (систематика, перспективи, інновації): колективна монографія / за ред. С.А. Балюка, М.І. Ромашенка, Р.С. Трускавецького. Херсон : Гринь Д.С., 2015. 668 с.
5. Ґрунтознавство в Україні: історія та сучасність : монографія / Д.Г. Тихоненко, В.А. Вергунов, М.О. Горін, В.В. Морозов та ін. / за ред. Д.Г. Тихоненка. Харків : Майдан, 2016. 408 с.
6. Адаптація агротехнологій до змін клімату: ґрунтово-агрохімічні аспекти: монографія / за наук. ред. С.А. Балюка, В.В. Медведєва, Б.С. Носка. Харків : Стильна типографія, 2018. 364 с.
7. Апарин Б.Ф. Естественная парадигма В.В. Докучаева. *Живые и биосферные системы*. 2016. № 16. URL : [http://jbkc.ru\(archive\)issue-16/article-1](http://jbkc.ru(archive)issue-16/article-1).
8. Морозов В.В. Основи системного аналізу в гідромеліорації: навчальний посібник. Херсон : Вид-во ХДУ, 2008. 64 с.

9. Моделювання і прогнозування для проектів геоінформаційних систем / Морозов В.В., Морозов О.В., Плоткін С.Я. та ін. / за ред. Морозова В.В. Херсон : Вид-во ХДУ, 2007. 328 с.
  10. Образцов А.С. Системный метод: применение в земледелии. Москва : Агропромиздат, 1990. 303 с.
  11. Мамиконов А.Г. Основы построения АСУ. Москва : Высшая школа, 1981. 247 с.
  12. Саркисян С.А., Голованов Л.В. Прогнозирование развития больших систем. Москва : Статистика, 1975. 192 с.
  13. Джефферс Дж. Введение в системный анализ: применение в экологии. Москва : Мир, 1981. 250 с.
  14. Бончковский Н.Ф. Применение системного анализа в водном хозяйстве. Применение системного анализа в ирригации и дренаже. Москва : Гидрометиздат, 1976. С. 10–20.
  15. Айдаров И.П., Голованов А.И., Никольский Ю.Н. Оптимизация мелиоративных режимов орошаемых и осушаемых сельскохозяйственных земель: рекомендации. Москва : ВО «Агропромиздат», 1990. 60 с.
  16. Інформаційно – обчислювальне забезпечення моніторингу меліорованих земель. Частина 1 – Методика організації системи інформаційного забезпечення моніторингових робіт на зрошуваних землях. Посібник 3 до ВБН 33-5.5-01-97 «Організація і ведення еколого – меліоративного моніторингу», частина 1 – Зрошувані землі. Київ : Держводгосп України, 2002. 65 с.
  17. Методика оцінки і прогнозу еколого-меліоративного стану меліорованих земель. Частина 1 – Методика оцінки і прогнозу еколого–меліоративного стану і стійкості земель при зрошенні (Посібник 2 до ВБН 33-5.5-01-97). Київ : Держводгосп України, 2002. 147 с.
  18. Рекс Л.М. Гидромелиоративная система. *Степные просторы*. № 8. 1978. С. 35–37.
  19. Рекс Л.М. Системное исследование мелиоративных процессов и систем, методология их проектирования : автореф. дис. ... д-ра техн. наук. Москва, 1986. 44 с.
  20. Згуровський М.З., Панкратова Н.Д. Основи системного аналізу : підручник. Київ : Видавнича група ВНУ, 2007. 544 с.
  21. Наукові засади розвитку зрошення земель в Україні. Київ : Аграр. наука, 2012. 28 с.
  22. Наукові основи адаптації систем землеробства до змін клімату в Південному Степу України : монографія / за наук. ред. член.-кор. НААН Р.А. Вожегової. Розділ 2. Теоретичні аспекти удосконалення водогосподарської діяльності на зрошуваних землях. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. 752 с.
-