

ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова  
праця на правах рукопису

**КАРАУЛОВ ВІТАЛІЙ ДМИТРОВИЧ**

УДК 504.4 : 54

**ДИСЕРТАЦІЯ**

**«ПРИГАЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ  
ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ»**

Спеціальність 101 – Екологія

Галузь знань – 10 «Природничі науки»

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії з екології

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

\_\_\_\_\_ В.Д. Караулов

Науковий керівник: Юрасов Сергій Миколайович, кандидат технічних наук,  
доцент

**Одеса – 2024**

## АНОТАЦІЯ

*Караулов В.Д.* Іригаційний потенціал водних об'єктів Одеської області.  
– Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 101 – Екологія галузі знань 10 – Природничі науки – Одеський державний екологічний університет МОН України, м. Одеса, 2024.

Дисертаційна робота присвячена визначенню іригаційного потенціалу водних ресурсів Одеської області, більша частина якої знаходиться у степовій зоні з дуже посушливими кліматичними умовами і суттєвим дефіцитом вологи для сільгоспкультур. Особливості агрокліматичних умов зумовлюють розвиток зрошувального землеробства на даній території. Специфікою дослідження була його спрямованість на кількісне і якісне оцінювання можливостей зрошення в Одеській області з використанням імовірного підходу та з врахуванням вимог норм країн ЄС в частині обмеження ризику погіршення якості вод. На даний час така інформація відсутня. Значна частина дослідження була присвячена апробації і уточненню запропонованих методик оцінювання іригаційних властивостей вод. Основні результати дисертаційної роботи вперше отримані у вітчизняній практиці екологічних досліджень.

**Вступ** містить актуальність вибору теми дисертаційної роботи, її зв'язок з науково-дослідницькими темами університету, наукову новизну отриманих результатів. Відповідно сформульованої мети роботи визначені завдання дослідження, а також його об'єкт, предмет і методи. Показано практичне значення отриманих результатів, особистий внесок здобувача, апробація і публікація результатів дослідження, структура та обсяг роботи.

У **першому розділі** надається огляд існуючих методик оцінки якості іригаційних вод вітчизняних і зарубіжних авторів. Обрані найбільш поширені показники якості вод, що підходять для рішення сформульованого завдання

роботи. Показано недоліки методики оцінки небезпеки іригаційного засолення ґрунту за показником суми токсичних солей у еквівалентах хлорид-іонів. Виконано вдосконалення цієї методики на основі запропонованої детальної типізації іригаційних вод, де для кожного підтипу вод є свій специфічний набір гіпотетичних солей. Орієнтуючись на цей набір для кожного підтипу вод отримані розрахункові формули для показника суми токсичних солей у еквівалентах хлорид-іонів. Крім того запропоновано визначення ризику погіршення якості іригаційних вод (або імовірності перевищення нормативу) за окремими показниками. У вітчизняних нормах таких обмежень немає, тому пропонується використовувати європейські стандарти. Це дозволяє привести оцінку якості вод за вітчизняними нормами у відповідність до вимог норм країн ЄС.

**Другий розділ** присвячений загальній характеристиці природних умов Одеської області, особливостям її рельєфу і ґрунтового покриву, агрокліматичним умовам та особливостям її іригаційної системи.

Одеська область: розташована на південному заході України, її площа становить 33,3 тис.км<sup>2</sup>; поділена на 7 адміністративних районів (раніше 26); знаходиться у двох геоботанічних областях: Європейсько-Сибірській лісостеповій області (Подільський район) та Євразійській степовій області (райони Березівський, Роздільнянський, Одеський, Білгород-Дністровський, Болградський та Ізмаїльський). Її ґрунтовий покрив поділяється на дві зони: лісостепову зону потужних чорноземів і ґрунтів підзолистих й реградованих та степову зону з двома підзонами – степу північного і степу південного; агрокліматичні умови поділяються на чотири зони – північну, центральну з двома підзонами (першою і другою) та південну. Межі зон співпадають з межами геоботанічних провінцій і смуг та з особливостями розподілу ґрунтів на території області.

До складу Басейнового управління водних ресурсів річок Причорномор'я та нижнього Дунаю входять 4 міжрайонні управління водного господарства (МУВГ): Білгород-Дністровське, Болградське,

Дністровське, Кілійське та одне управління водного господарства (УВГ) – Ізмаїльське. Усі зрошувальні системи Одещини розташовано у смузі південного степу, їх площа становить 227 тис.га., що складає 11% її сільгоспугідь.

У **третьому розділі** дана загальна характеристика і оцінка якості поверхневих і підземних (грунтових і дренажних) вод у районах розташування масивів зрошення Одеської області.

Доведено, що програма державного моніторингу поверхневих вод включає спостереження на 20 водних об'єктах у 25 пунктах, розташованих на території чотирьох водних басейнах області: річки Дністер; річки Південний Буг; річок Причорномор'я; річки Дунай.

Крупні річки Одещини Дунай і Дністер (з своєю протокою Турунчук) є основними джерелами зрошення. Мінералізація вод Дунаю і Дністра найменша із усіх проаналізованих водних об'єктів, вона складає 355 і 452 мг/дм<sup>3</sup> відповідно. Води Дунаю за усіма основними іригаційними показниками на 100% придатні для зрошення. Їх можна рахувати еталоном іригаційних вод. Води Дністра потребують «обмеженого застосування» при поливі за мінералізацією і вмістом магнію (ризик погіршення якості вод за магнієм становить 25-27%).

У басейнах річок Південний Буг і Дністер усі їх притоки (крім річки Кучурган) мають мінералізацію до 1 г/дм<sup>3</sup>. За мінералізацією ці води відносяться до класу 2 з характеристикою – потребують «обмеженого застосування». За співвідношенням аніонів сприяють натрієвому і магнієвому осолонцюванню. Води усіх середніх і малих річок, водосховищ (крім великих Придунайських) та ставків, розташованих у басейні Дунаю і у смузі південного степу басейну річок Причорномор'я не придатні для зрошення. Води середніх і малих річок північної частини басейну річок Причорномор'я за мінералізацією відносяться до класу 3 – «підвищено небезпечні». Води ставків цієї частини не придатні для зрошення без хімічної меліорації та розбавлення маломінералізованою водою.

Ґрунтові і дренажні води басейнів Дністра (південної частини), річок Причорномор'я та Дунаю непридатні для зрошення.

**Четвертий розділ** присвячено оцінці іригаційного потенціалу водних об'єктів Одеської області.

До іригаційного потенціалу водних об'єктів території входять: річковий стік, води акумульовані в озерах, водосховищах, ставках і у підземних водоносних горизонтах. Ця величина відображає можливість покрити потреб сільського господарства у зрошувальних водах на даній території. Іригаційний потенціал водних об'єктів не включає води не придатні для зрошення. Він змінюється у часі у залежності від водного режиму поверхневих водних об'єктів і ґрунтових вод. Як і водний режим він може бути представлений середньобагаторічними характеристиками, а також характеристиками з деякою забезпеченістю.

У даному дослідженні іригаційний потенціал водних ресурсів Одещини розглянутий по чотирьох басейнах: річки Дністер, річки Південний Буг, річок Причорномор'я і річки Дунай. До іригаційного потенціалу увійшли: стік річок за зрошувальний період року (ЗПР), середнього по водності та маловодних років із забезпеченістю 75 і 95% за відрахуванням 75% стоку у найгірший за водністю місяць року з 95% забезпеченістю; об'єми озер, ставків і корисні об'єми водосховищ; об'єми водозабору за ЗПР прогнозних запасів міжпластових вод районів, водозабір в яких можливо нарощувати (запаси міжпластових вод, які є спрацьованими, або близькими до спрацювання – не враховані).

За мінералізацією вод малих і середніх річок Одеську область можна поділити на 3 зони: північну – з мінералізацією вод менш 1 г/дм<sup>3</sup>, центральну – 1–3 г/дм<sup>3</sup> і південну – більш 3 г/дм<sup>3</sup>. Північна зона охоплює північну частину басейну Дністра і басейн Південного Бугу. У центральну зону входить південна частина басейну річки Дністер та північна частина басейну річок Причорномор'я. І у третю зону входить південна частина басейну річок Причорномор'я і басейн Дунаю.

Середньобагаторічний сумарний стік річок Одеської області складає 208500 млн м<sup>3</sup>/рік, з них: на басейн Дунаю приходиться 198400 млн м<sup>3</sup>/рік; Дністра – 9777 млн м<sup>3</sup>/рік; П.Бугу – 139,3 млн м<sup>3</sup>/рік; річок Причорномор'я – 236,1 млн м<sup>3</sup>/рік. У іригаційний потенціал не увійшов стік середніх і малих річок південної частини басейну річок Причорномор'я (смуга південного степу) і басейну Дунаю. Стік з цієї території дорівнює 181,2 млн м<sup>3</sup>/рік.

Об'єм ставків і водосховищ становить 198,0 і 934,1 млн м<sup>3</sup> відповідно. Їх іригаційний потенціал становить 1014 млн м<sup>3</sup> за відрахуванням об'єму ставків, розташованих у другій і третій зонах за мінералізацією (118,0 млн м<sup>3</sup>).

В Одеській області тільки на території 11 (з 26) колишніх районів є запаси підземних вод яки можна нарощувати. На території інших 15 районів запаси підземних вод є спрацьованими або близькими до спрацювання. У цілому за іригаційний потенціал області можна вважати відбір 515,8 тис.м<sup>3</sup>/добу, або 94,1 млн м<sup>3</sup>/ЗПР. із загального об'єму 268,9 млн м<sup>3</sup>/рік.

Складовими середньобагаторічного іригаційного потенціалу Одеської області протягом ЗПР є: стік річок – 78690 млн м<sup>3</sup>/ЗПР; запаси вод у ставках і водосховищах – 1014 млн м<sup>3</sup>; водозабір міжпластових вод – 94,1 млн м<sup>3</sup>/ЗПР. Усього сумарний річний іригаційний потенціал області складає 79800 млн м<sup>3</sup>. Розподіл потенціалу по водних басейнах вкрай нерівномірний: на частку басейну Дунаю приходиться 92,4%; Дністра – 7,2%; річок Причорномор'я – 0,22%; південного Бугу – 0,15%.

При середньої зрошувальної нормі 3500 м<sup>3</sup>/га у середній за водністю рік складові іригаційного потенціалу області забезпечують полив: річковий стік – 22480 тис.га, ставки – 22,9 тис.га, водосховища - 267 тис.га, підземні води – 26,9 тис.га.

У **п'ятому розділі** визначені основні напрямки сталого розвитку зрошувального землеробства в умовах Одеської області при глобальному потепленні клімату і зростанні його посушливості на регіональному рівні.

Концепція сталого розвитку сільського господарства (у тому числі

зрошувального землеробства), незважаючи на поступове погіршення агрокліматичних умов, передбачає: зростання виробництва безпечних продуктів харчування, ціллю яких є задоволення потреб населення; забезпечення економічної ефективності виробництва цих продуктів; підвищення рівня життя селян, посилення міграційного потоку населення «місто-село» і стабілізацію демографічних процесів.

Особливості Одеської області роблять необхідним вжиття наступних основних напрямків щодо сталого розвитку її зрошувального землеробства: *технічних* (відновлення і поширення систем зрошення; раціональне транспортування вод від місця їх забору до подання на масиви зрошення; інноваційні способи зрошення); *біологічних* (сучасні підходи до структури посівів; оптимізація використання мінеральних і органічних добрив; використання раціональних режимів зрошування, селекція засухостійких сільгоспкультур); *управління* (моніторинг якості вод, розміщення зрошувальних фондів, проведення ремонтно-відновлених робіт; інноваційні підходи до обліку іригаційних вод і їх тарифікації).

Першочерговою технічною задачею являється відновлення існуючих зрошувальних систем за рахунок їхнього обладнання сучасними засобами забору та подачі води на ділянки зрошення (насосами, шлюзами, засобами поливу та ін.) з використанням сучасних матеріалів. Після реалізації цього завдання, подальше поширення площ зрошення раціонально виконати за рахунок засвоєння північної частини басейну Дунаю і пограничної з ній північної частини басейну річок Причорномор'я, що призведе до збільшення площ зрошення приблизно на 148 тис.га.

Найпрогресивнішим способом поливу овочевих і баштанних культур, картоплі, виноградників, плодових та ягідних культур є краплинне зрошення. Його також можливе використовувати й при вирощуванні рису. Краплинне зрошення може бути поверхневим і підґрунтовим. Норма поливу знижується у 2-3 рази.

Інноваційними напрямками сталого розвитку зрошувального

землеробства є застосування: біологічних методів ведення сільського господарства; адаптивних технологій вирощування сільськогосподарських культур, основою яких є біологізовані сівозміни; фертигації (внесення добрив та засобів боротьби з бур'янами, шкідниками та збудниками хвороб з поливною водою); селекції засухоустійких гібридів.

Першочерговим завданням вдосконалення управління водними ресурсами у зрошувальному землеробстві Одеської області є: забезпечення інформацією про якість вод її водних об'єктів на основі епізодичних експедиційних досліджень у зрошувальний період року; визначення водних об'єктів з іригаційною якістю вод і впорядкування їх розміщення у зрошувальних фондах з паспортизацією; на рівні обласної адміністрації надання їм статусу «водних об'єктів іригаційного призначення»; для обраних водних об'єктів вживання заходів щодо поліпшення їх стану (розчищення русла річок і ложа ставків, днопоглиблення, укріплення берегів тощо); обладнання систем зрошення сучасними засобами водозабору і подачі води на масиви зрошення; встановлення науково обґрунтованих лімітів на водокористування з врахуванням особливостей місцевих умов зрошування сільгоспкультур, площ поливів і їх режиму; встановлення тарифів на водокористування спираючись на техніко-економічні обґрунтування різних їх варіантів з урахуванням затрат на відновлення систем зрошення, нормативних термінів окупності, загального стану економіки держави, платіжної здатності юридичних і фізичних осіб.

## СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

*Статті, які входять до наукометричних баз даних*

*та до фахових видань України*

1. Yurasov S.M., Kuzmina V.A., **Karaulov V.D.** Irrigative Assessment of Sasyk Water Quality. *Environmental problems*. 2021. Vol. 6, Issue 2. P. 69–77. *Автору належить постановка задачі, формулювання методів дослідження і висновків роботи.*



2. Yurasov S.M., **Karaulov V.D.** Improvement of the Methodology for Assessing the Quality Of Irrigation Waters for the Danger of Soil Salinization. *Таврійський науковий вісник. Сер. «Сільськогосподарські науки»*. 2022. Вип. 128. С. 426–438. *Автору належить постановка задачі, формулювання методів дослідження і висновків роботи.*
3. **Караулов В.Д.**, Юрасов С.М. Аналіз мінливості іригаційних властивостей вод Кучурганського і Барабойського водосховищ. *Аграрні інновації*. 2022. Вип. 16. С. 31–37. *Автору належить формулювання ідеї, задач, методів дослідження і висновків роботи.*
4. Юрасов С. М., **Караулов В. Д.**, Житкевич М.Я. Іригаційні властивості вод і їх мінливість на прикладі водних об'єктів Одеської області. *Аграрні інновації*. 2023. Вип. 17. С. 62–68. *Автору належить постановка задачі, формулювання методів дослідження і висновків роботи.*
5. **Караулов В.Д.**, Юрасов С.М., Мудрак О.В., Мудрак Г.В. Іригаційний потенціал малих і середніх річок басейну Причорномор'я у межах Одеської області. *Збалансоване природокористування*. 2024. Вип. 1. *Автору належить постановка задачі, формулювання методів дослідження і висновків роботи.*

*Статті у інших вітчизняних виданнях*

6. Юрасов С.М., **Караулов В.Д.**, Перченко М.Г, Юдина Е.О., Грабко Н.В. Іригаційні властивості вод Кучурганського і Барабойського водосховищ. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2021. № 27. С. 106–116. *Автору належить постановка задачі, формулювання методів дослідження, формулювання висновків.*
7. **Караулов В.Д.**, Юрасов С.М. Недоліки методики ДСТУ 2730:2015 оцінки якості вод за небезпекою іригаційного засолення ґрунту і її удосконалення. *Грааль науки*. 2022. Вип. 23. С. 183–195. *Автору належить постановка задачі, формулювання методів дослідження, формулювання висновків.*
8. **Караулов В.Д.**, Житкевич М.Я., Юрасов С.М. Удосконалення методики

оцінки якості іригаційних вод у ДСТУ 2730:2015. *Грааль науки*. 2023. Вип. 25. С. 190–197. *Автору належить постановка задачі, формулювання методів дослідження, формулювання висновків.*

*Публікації в матеріалах конференцій*

9. **Караулов В.**, Юрасов С. Оцінки іригаційної якості вод Барабойського водосховища за небезпекою засолення ґрунту. *Trends of modern science and practice. Proceedings of the V International Scientific and Practical Conference*. Ankara, Turkey, 2022. С. 26–29. *Автору належить постановка задачі, формулювання методів дослідження, формулювання висновків.*
10. **Караулов В.**, Юрасов С. Оцінка якості вод Сасицького водосховища за небезпекою іригаційного засолення ґрунту. *Science, trends and perspectives of development. Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції*. Будапешт, Угорщина, 2022. С. 22–26. *Автору належить постановка задачі, формулювання методів дослідження, формулювання висновків.*
11. **Караулов В.**, Юрасов С. Оцінка якості вод Кучурганського водосховища за небезпекою іригаційного засолення ґрунту. *Topical issues of modern science, society and education. Proceedings of the 8th International scientific and practical conference*. Харків, 2022. С. 32–38. *Автору належить постановка задачі, формулювання методів дослідження, формулювання висновків.*

**Ключові слова:** іригаційний потенціал, водні ресурси, якість вод, річковий стік, підземні води, ризик погіршення, детальна типізація.

## ABSTRACT

*Karaulov V.D.* Irrigation potential of water objects in the Odesa region. – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Dissertation for obtaining the scientific degree of Doctor of Philosophy in specialty 101 – Ecology of the field of knowledge 10 – Natural sciences – Odesa State Ecological University of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Odesa, 2024.

The dissertation is devoted to determining the irrigation potential of water resources in the Odesa region, most of which is located in the steppe zone with very arid climatic conditions and a significant moisture deficit for agricultural crops. The peculiarities of agro-climatic conditions determine the development of irrigated agriculture in this area. The specificity of the study was its focus on quantitative and qualitative assessment of irrigation opportunities in the Odesa region using a probabilistic approach and taking into account the requirements of the norms of the EU countries in terms of limiting the risk of water quality deterioration. Currently, there is no such information. A significant part of the study was devoted to the approval and clarification of the proposed methods for assessing the irrigation properties of waters. The main results of the dissertation were obtained for the first time in domestic practice.

**The introduction** contains the relevance of the choice of the topic of the dissertation, its connection with the research topics of the university, and the scientific novelty of the obtained results. According to the formulated goal of the work, the tasks of the research, as well as its object, subject and methods, are defined. The practical significance of the obtained results, the personal contribution of the acquirer, the approval and publication of the research results, the structure and scope of the work are shown.

**The first chapter** provides an overview of existing methods of assessing the quality of irrigation water by domestic and foreign authors. The most common indicators of water quality, which are suitable for solving the formulated work task, are selected. The shortcomings of the method of assessing the danger of

irrigation salinization of the soil based on the indicator of the amount of toxic salts in chloride ion equivalents are shown. This technique has been improved on the basis of the proposed detailed typification of irrigation waters, where each subtype of water has its own specific set of hypothetical salts. Based on this set, calculation formulas for the indicator of the amount of toxic salts in equivalents of chloride ions were obtained for each subtype of water. In addition, it is proposed to determine the risk of deterioration of the quality of irrigation water (or the probability of exceeding the standard) according to individual indicators. There are no such restrictions in domestic regulations, so it is suggested to use the European standard. There are no such restrictions in domestic regulations, so it is suggested to use European standards. This makes it possible to bring the assessment of water quality according to domestic standards into compliance with the requirements of the standards of the EU countries.

**The second chapter** is devoted to the general characteristics of the natural conditions of the Odesa region, features of its relief and soil cover, agro-climatic conditions and features of its irrigation system.

Odesa region: located in the south-west of Ukraine, its area is 33.3 thousand km<sup>2</sup>; divided into 7 administrative districts (previously 26); is located in two geobotanical regions: the European-Siberian forest-steppe region (Podilsky district) and the Eurasian steppe region (Berezivsky, Rozdilnianskyi, Odesa, Bilhorod-Dnistrovskyi, Bolhradskyi and Izmailskyi districts). Its soil cover is divided into two zones: the forest-steppe zone of thick chernozems and podzolic and regraded soils and the steppe zone with two subzones - the northern steppe and the southern steppe; agro-climatic conditions are divided into four zones - northern, central with two subzones (first and second) and southern. The boundaries of the zones coincide with the boundaries of geobotanical provinces and zones and with the peculiarities of the distribution of soils in the territory of the region.

The Basin Management of Water Resources of the Black Sea and Lower Danube Rivers includes 4 inter-district water management departments (MIWDs):

Bilhorod-Dnistrovske, Bolhradsk, Dnistrovsk, Kiliyske and one water management department (VMD) Izmailske. All irrigation systems of Odesa are located in the southern steppe zone, their area is 227,000 ha, which is 11% of its agricultural land.

**In the third chapter**, a general description and assessment of the quality of surface and underground (soil and drainage) water in the areas of the irrigation massifs of the Odesa region is given.

It has been proven that the state surface water monitoring program includes monitoring of 20 water bodies in 25 points located on the territory of four water basins of the region: the Dniester River; the Southern Bug River; rivers of the Black Sea region; the Danube river.

The large rivers of Odesa, the Danube and the Dniester (with its Turunchuk strait) are the main sources of irrigation. The mineralization of the waters of the Danube and Dniester is the lowest of all analyzed water bodies, it is 355 and 452 mg/dm<sup>3</sup>, respectively. The waters of the Danube are 100% suitable for irrigation according to all the main irrigation parameters. They can be considered the standard of irrigation water. The Dniester waters require a "careful approach" when irrigating based on mineralization and magnesium content (the risk of deterioration of water quality based on magnesium is 25-27%).

In the basins of the Southern Bug and Dniester rivers, all their tributaries (except the Kuchurgan River) have mineralization up to 1 g/dm<sup>3</sup>. According to mineralization, these waters belong to class 2 with the characteristic - "requires a careful approach". According to the ratio of anions, they contribute to sodium and magnesium salinization. The waters of all medium and small rivers, reservoirs (except large Danube ones) and ponds located in the Danube basin and in the southern steppe strip of the Black Sea river basin are not suitable for irrigation. The waters of medium and small rivers of the northern part of the Black Sea river basin belong to class 3 - "highly dangerous" in terms of mineralization. The waters of the ponds of this part are not suitable for irrigation without chemical reclamation and dilution with low mineralized water.

Soil and drainage waters of the Dniester (southern part) basins, Black Sea and Danube rivers are unsuitable for irrigation.

**The fourth chapter** is devoted to the assessment of the irrigation potential of water bodies in Odesa region.

The irrigation potential of the territory's water bodies includes: river runoff, water accumulated in lakes, reservoirs, ponds, and underground aquifers. This value reflects the ability to cover the needs of agriculture in irrigation water in this area. The irrigation potential of water bodies does not include water unsuitable for irrigation. It changes over time depending on the water regime of surface water bodies and groundwater. Like the water regime, it can be represented by average multi-year characteristics, as well as characteristics with some security.

In this study, the irrigation potential of Odesa's water resources is considered in four basins: the Dniester River, the Southern Bug River, the Black Sea River, and the Danube River. Irrigation potential includes: river runoff during the irrigation period of the year (IPY), average water level and low water years with 75 and 95% coverage, minus 75% of the flow in the worst month of the year with 95% coverage; volumes of lakes, ponds and useful volumes of reservoirs; volumes of water intake under the IPY of forecast reserves of artesian water in areas where water intake can be increased (reserves of artesian water that are activated or close to activation are not taken into account).

According to the mineralization of the waters of small and medium-sized rivers, Odesa region can be divided into 3 zones: northern – with water mineralization of less than 1 g/dm<sup>3</sup>, central – 1–3 g/dm<sup>3</sup>, and southern – more than 3 g/dm<sup>3</sup>. The northern zone covers the northern part of the Dniester basin and the Southern Bug basin. The central zone includes the southern part of the Dniester river basin and the northern part of the Black Sea river basin. And the third zone includes the southern part of the Black Sea river basin and the Danube basin

The average long-term total flow of the rivers of the Odesa region is 208,500 million m<sup>3</sup>/year, of which: the Danube basin accounts for 198,400 million m<sup>3</sup>/year; Dniester – 9777 million m<sup>3</sup>/year; P. Bugu – 139.3 million

m<sup>3</sup>/year; rivers of the Black Sea region – 236.1 million m<sup>3</sup>/year. The irrigation potential did not include the runoff of medium and small rivers in the southern part of the Black Sea river basin (the strip of the southern steppe) and the Danube basin. The flow from this territory is equal to 181.2 million m<sup>3</sup>/year.

The volume of ponds and reservoirs is 198.0 and 934.1 million m<sup>3</sup>, respectively. Their irrigation potential is 1,014 million m<sup>3</sup>, excluding the volume of ponds located in the second and third mineralization zones (118.0 million m<sup>3</sup>).

In the Odesa region, only 11 (out of 26) former districts have reserves of underground water that can be increased. In the territory of the other 15 districts, groundwater resources are developed or close to being developed. In general, the irrigation potential of the region can be considered to be 515.8 thousand m<sup>3</sup>/day, or 94.1 million m<sup>3</sup>/IPY. from the total volume of 268.9 million m<sup>3</sup>/year.

The components of the average multi-year irrigation potential of the Odesa region during the IPY are: river runoff - 78,690 million m<sup>3</sup>/IPY; water reserves in ponds and reservoirs – 1,014 million m<sup>3</sup>; water intake from artesian waters – 94.1 million m<sup>3</sup>/IPY. The total annual irrigation potential of the region is 79,800 million m<sup>3</sup>. The distribution of potential across water basins is extremely uneven: the Danube basin accounts for 92.4%; Dniester – 7.2%; rivers of the Black Sea region – 0.22%; southern Bug – 0.15%.

With an average irrigation rate of 3,500 m<sup>3</sup>/ha in an average water year, the components of the region's irrigation potential provide irrigation: river runoff - 22,480 thousand hectares, ponds – 22.9 thousand hectares, reservoirs – 267 thousand hectares, groundwater – 26.9 thousand hectares.

**In the fifth chapter**, the main directions of sustainable development of irrigated agriculture in the conditions of the Odesa region with global warming of the climate and the increase of its aridity at the regional level are determined.

The concept of sustainable development of agriculture (including irrigated agriculture), despite the gradual deterioration of agro-climatic conditions, provides for: growth in the production of safe food products, the purpose of which is to meet the needs of the population; ensuring the economic efficiency of the production of

these products; raising the standard of living of villagers, increasing the migratory flow of the "city-rural" population, and stabilizing demographic processes.

The peculiarities of the Odesa region make it necessary to use the following main directions for the sustainable development of its irrigated agriculture: technical (restoration and expansion of irrigation systems; rational transportation of water from the place of its intake to supply to the irrigation arrays; innovative methods of irrigation); biological (modern approaches to the structure of crops; optimization of the use of mineral and organic fertilizers; use of rational irrigation regimes, selection of drought-resistant agricultural crops); management (water quality monitoring, placement of irrigation funds, repair and restoration works; innovative approaches to accounting for irrigation water and its pricing).

The primary technical task is to restore the existing irrigation systems by equipping them with modern means of water intake and supply to irrigation areas (pumps, sluice gates, irrigation devices, etc.) using modern materials. After the implementation of this task, the further expansion of irrigation areas can be rationally carried out at the expense of the development of the northern part of the Danube basin and the bordering northern part of the Black Sea river basin, which will lead to an increase in irrigation areas by approximately 148 thousand hectares.

The most advanced method of watering vegetable and melon crops, potatoes, vineyards, fruit and berry crops is drip irrigation. It can also be used when growing rice. Drip irrigation can be surface and subsoil. The rate of watering is reduced by 2-3 times.

Innovative areas of sustainable development of irrigated agriculture are the use of: biological methods of farming; adaptive technologies for growing agricultural crops, the basis of which is biological crop rotation; fertigation (application of fertilizers and means of combating weeds, pests and pathogens with irrigation water); selection of drought-resistant hybrids.

The primary task of improving the management of water resources in irrigated agriculture of the Odesa region is: providing information about the quality of water in its water bodies on the basis of episodic expeditionary research in the



warm period of the year; determination of water bodies with irrigation water quality and arrangement of their placement in irrigation funds with certification; at the level of the regional administration, granting them the status of "irrigation water objects"; for selected water bodies, taking measures to improve their condition (clearing riverbeds and pond beds, dredging, strengthening banks, etc.); equipment of irrigation systems with modern means of water intake and water supply to irrigation arrays; establishment of scientifically based limits on water use, taking into account the peculiarities of local conditions for irrigation of agricultural crops, irrigation areas and their regime; establishment of tariffs for water use based on the technical and economic justification of their various options, taking into account the costs of restoring irrigation systems, regulatory payback periods, the general state of the state economy, and the solvency of legal entities and individuals.

## SPYSOK NAUKOVYH PRATS

*Statti, yaki vkhodiat do naukometrychkykh baz danykh  
ta do fakhovykh vydan Ukrainy*

1. Yurasov S.M., Kuzmina V.A., **Karaulov V.D.** Irrigative Assessment of Sasyk Water Quality. *Environmental problems*. 2021. Vol. 6, Issue 2. Pp. 69 – 77.
2. Yurasov S.M., **Karaulov V.D.** Improvement of the Methodology for Assessing the Quality Of Irrigation Waters for the Danger of Soil Salinization. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Ser. «Silskohospodarski nauky»*. 2022. Vyp. 128. S. 426 – 438.
3. **Karaulov V.D.**, Yurasov S.M. Analiz minlyvosti iryhatsiinykh vlastyvostei vod Kuchurhanskoho i Baraboiskoho vodoskhovyshch. *Ahrarni innovatsii*. 2022. Vyp. 16. S. 31 – 37.
4. Yurasov S. M., **Karaulov V. D.**, Zhytkevych M.Ia. Iryhatsiini vlastyvosti vod i yikh minlyvist na prykladi vodnykh ob'iektiv Odeskoi oblasti. *Ahrarni innovatsii*. 2023. Vyp. 17. S. 62 – 68.
5. **Karaulov V.D.**, Yurasov S.M., Mudrak O.V, Mudrak H.V. Iryhatsiinyi

potentsial malykh i serednikh richok baseinu Prychornomoria u mezhakh Odeskoi oblasti. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia*. 2024. Vyp. 1.

*Statti u inshykh vitchyznianykh vydanniakh*

6. Yurasov S.M., **Karaulov V.D.**, Perchenko M.H, Yudyna E.O., Hrabko N.V. Iryhatsiini vlastyvosti vod Kuchurhanskoho i Baraboiskoho vodoskhovyshch. *Ukrainskyi hidrometeorolohichnyi zhurnal*. 2021. № 27. S. 106 – 116.
7. **Karaulov V.D.**, Yurasov S.M. Nedoliky metodyky DSTU 2730:2015 otsinky yakosti vod za nebezpekoiu iryhatsiinoho zasolennia gruntu i yii udoskonalennia. *Hraal nauky*. 2022. Vyp. 23. S. 183 – 195.
8. **Karaulov V.D.**, Zhytkevych M.Ia., Yurasov S.M. Udoskonalennia metodyky otsinky yakosti iryhatsiinykh vod u DSTU 2730:2015. *Hraal nauky*. 2023. Vyp. 25. S. 190 – 197.

*Publikatsii v materialakh konferentsii*

9. **Karaulov V.**, Yurasov S. Otsinky iryhatsiinoi yakosti vod Baraboiskoho vodoskhovyshcha za nebezpekoiu zasolennia gruntu. *Trends of modern science and practice. Proceedings of the V International Scientific and Practical Conference*. Ankara, Turkey, 2022. S. 26–29.
10. **Karaulov V.**, Yurasov S. Otsinka yakosti vod Sasytskoho vodoskhovyshcha za nebezpekoiu iryhatsiinoho zasolennia gruntu. *Science, trends and perspectives of development. Materialy VII Mezhdunarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii*. Budapest, Hungary, 2022. S. 22 – 26.
11. **Karaulov V.**, Yurasov S. Otsinka yakosti vod Kuchurhanskoho vodoskhovyshcha za nebezpekoiu iryhatsiinoho zasolennia gruntu. *Topical issues of modern science, society and education. Proceedings of the 8th International scientific and practical conference*. Kharkiv, 2022. S. 32 – 38.

**Key words:** irrigation potential, water resources, water quality, river flow, groundwater, risk of deterioration, detailed typification.

## З М І С Т

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	21
ВСТУП .....	22
1 ОГЛЯД МЕТОДИК ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ІРИГАЦІЙНИХ ВОД .....	28
1.1. Вимоги до якості іригаційних вод та їх класифікація .....	28
1.2. Детальна типізація іригаційних вод та її практичне використання .....	42
1.3. Ризик погіршення якості іригаційних вод .....	49
Висновки до розділу 1 .....	52
2 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНИХ УМОВ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ .....	55
2.1 Загальна характеристика території .....	55
2.2 Особливості рельєфу та геоботаничне районування .....	58
2.3 Земельні ресурси і ґрунтовий покрив .....	61
2.4. Агрокліматичні умови .....	65
2.5. Особливості іригаційної системи Одеської області .....	69
Висновки до розділу 2 .....	79
3 СУЧАСНИЙ СТАН ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ У РАЙОНАХ РОЗТАШУВАННЯ МАССИВІВ ЗРОШЕННЯ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ .....	82
3.1. Якість поверхневих вод у районах розташування масивів зрошення .....	82
3.2. Якість ґрунтових і дренажних вод на масивах зрошення .....	132
Висновки до розділу 3 .....	137
4 ІРИГАЦІЙНІ МОЖЛИВОСТІ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ .....	141
4.1. Іригаційний потенціал поверхневих водних об'єктів .....	142
4.2. Іригаційний потенціал підземних вод .....	168
Висновки до розділу 4 .....	175
5 ЗАГАЛЬНІ НАПРЯМКИ ЩОДО СТАЛОГО РОЗВИТКУ ЗРОШУВАЛЬНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА В УМОВАХ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ .....	180

5.1. Технічні заходи сталого розвитку зрошувального землеробства .....	181
5.2. Біологічні заходи сталого розвитку зрошувального землеробства .....	187
5.3. Удосконалення управління водними ресурсами у зрошувальному землеробстві .....	191
Висновки до розділу 5 .....	192
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	197
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	202
ДОДАТКИ .....	216

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

БУВР – Басейнове управління водних ресурсів

ВДСХ – водосховище

ГНС – головна насосна станція

ЗПР – зрошувальний період року

ЗС – зрошувальна система

КМУ – кабінет міністрів України

ЛС – лісостепова зона

МУВГ – міжрайонні управління водного господарства

НААН – національна академія аграрних наук України

ПТ – поливний трубопровід

РЗС – рисова зрошувальна система

СА – підзона північного степу

СБ – підзона південного степу

УВГ – управління водного господарства

$e(rCl)$  – показник суми токсичних солей в еквівалентах хлорид-іонів

$SAR$  – коефіцієнт адсорбції натрію

$SDI$  – «*subsurface drip irrigation*» (підповерхневе краплинне зрошення)

## ВСТУП

*Актуальність теми.* Більша частина Одеської області розташована в степовій зоні, яка характеризується дуже посушливими кліматичними умовами. Середньорічна кількість опадів становить 450 мм, при показниках річного випаровування вологи з 1 га посівів 750–850 мм. Дефіцит вологи для рослин становить 300–400 мм/га. Посилення посушливості кліматичних умов зумовлює поширення іригації земель як способу інтенсифікації землеробства і зменшення його залежності від наслідків глобального потеплення.

З початку 1960 по 1990 рр. в Одеській області відбувався бурний розвиток іригаційного будівництва. За цей період в області були побудовані зрошувальні системи (ЗС) на площі 227 тис.га. У 1991 році полив становив 157 тис.га. Але за останні роки площі регулярно зрошуваних земель скоротилися до 40 тис.га, тобто роль масивів зрошення значно знизилась в продовольчому забезпеченні області.

Проблема іригації сільгоспугідь Одещини залишається дуже актуальною. Водні ресурси вкрай нерівномірно розташовані по території області. Найкращими джерелами іригаційних вод є річки Дунай і Дністер, однак ці джерела іригаційних вод віддалені одне від одного і від масивів зрошення. Існуюча іригаційна система зношена на 80%, необхідне її відновлення. Сьогодні обласною адміністрацією вже приймаються рішення про реконструкцію мереж деяких радянських ЗС (наприклад Нижньо-Дністровської і Дунай-Дністровської).

Пошук іригаційних вод змушує утворювати штучні водойми для накопичення вод з метою їх подальшого використання для поливу (але води у цих водоймах часто не відповідають очікуваним проектним кондиціям, наприклад Сасик).

Крім річок Дунай і Дністер іригаційний потенціал території області складає велика кількість малих річок і ставків, а також суттєві запаси підземних вод. Оцінка цього потенціалу є важним завданням.

Існує багато методик оцінки якості іригаційних вод. Деякими з них важко користуватися на практиці при масових розрахунках. Наприклад, методика ДСТУ 2730:2015 визначення небезпеки іригаційного засолення ґрунту за показником суми токсичних солей в еквівалентах хлорид-іонів потребує на аналіз гіпотетичних солей з розрахунком токсичних іонів. Робити такий аналіз за кожен термін спостережень для оцінки параметрів закону розподілу класифікаційного показника практично неможливе (особливе, якщо довжина рядів спостережень дуже велика і становить десятки значень).

Крім того, у вітчизняній практиці при оцінці якості іригаційних вод, як правило, використовують усереднені за деякий період часу значення показників. Такий підхід не можна рахувати вірним, оскільки склад вод протягом зрошувального періоду року (ЗПР) може дуже сильно змінюватися. Відсутність урахування мінливості якості іригаційних вод може привести до того, що протягом ЗПР у деякі проміжки часу (сумарно до 50%) при поливі будуть використовуватися непридатні для зрошення води.

У зв'язку з вищенаведеним, оцінка іригаційних можливостей поверхневих і підземних водних об'єктів Одеської області, аналіз мінливості іригаційних властивостей їх вод, а також удосконалення методик оцінки якості іригаційних вод є *актуальним завданням*.

***Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.***

Дисертаційна робота виконана у рамках науково-дослідних робіт Одеського державного екологічного університету (ОДЕКУ): «Техногенне навантаження на складові довкілля регіонів північно-західного Причорномор'я» (№ ДР 0120U105060, 2021-2022); «Методичні підходи до оцінки екологічних ризиків внаслідок антропогенного впливу на природні складові довкілля» (№ ДР 0123U102904, 2023-2026).

Тема роботи відповідає:

- національній політиці у сфері охорони і раціонального використання водних ресурсів, яка закріплена низкою програмних документів, серед яких

основними є: Водний кодекс України від 6 червня 1995 року № 213/95-ВР; Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25 червня 1991 року № 1264-XII; Закон України «Про аквакультуру» від 18 вересня 2012 року № 5293-VI; Закон України «Загальнодержавна програма розвитку водного господарства» від 17 січня 2002 року № 2988-III; Водна стратегія України на період до 2050 року, схвалено КМУ розпорядженням № 1134-р від 09.12.2022;

- політиці Європейського Співтовариства у сфері регулювання якості вод, яка закріплена Директивами Ради ЄС, серед яких основними є: COUNCIL DIRECTIVE 75/440/EEC of 16 June 1975 concerning the quality required of surface water intended for the abstraction of drinking water in the Member States; COUNCIL DIRECTIVE 76/160/EEC of 8 December 1975 concerning the quality of bathing water; COUNCIL DIRECTIVE 78/659/EEC of 18 July 1978 on the quality of fresh waters needing protection or improvement in order to support fish life; COUNCIL DIRECTIVE 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption; Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy; DIRECTIVE (EU) 2020/2184 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2020 on the quality of water intended for human consumption.

**Метою дослідження** є кількісна і якісна оцінка іригаційного потенціалу водних ресурсів Одеської області і розподіл складових цього потенціалу по водних басейнах. Для досягнення цієї мети вирішувалися такі *задачі*:

- проаналізувати методики оцінки якості іригаційних вод і обрати показники для вирішення поставленого завдання;
- надати характеристику природних умов масивів зрошення Одеської області;
- дати оцінку сучасного стану водних об'єктів, що знаходяться у районах розташування масивів зрошення в Одеській області;



- розробити детальну типізацію іригаційних вод, де для кожного їх підтипу є свій індивідуальний набір гіпотетичних солей, та на її основі вдосконалити методику оцінки небезпеки іригаційного засолення ґрунту;

- проаналізувати мінливість іригаційних показників якості вод, визначити параметри законів їх розподілу та оцінити ризик використання непридатних для зрошення вод при поливі сільгоспугідь;

- оцінити іригаційні властивості водних об'єктів Одеської області і просторово-часову мінливість цих властивостей;

- визначити іригаційний потенціал водних об'єктів і проаналізувати його розподіл по водних басейнах Одеської області;

- запропонувати загальні напрямки щодо сталого розвитку зрошувального землеробства в Одеській області.

**Об'єктом дослідження** є якість водних ресурсів південних регіонів України, які є об'єктами можливого використання для потреб зрошення.

**Предметом дослідження** є оцінка іригаційного потенціалу водних об'єктів Одеської області.

**Методи дослідження.** При дослідженні були використані методи: первинної і вторинної статистичної обробки вихідних даних, лінійного регресійного аналізу, математичного моделювання і прогнозування, інтерпретації отриманих результатів та їх картографічного відображення, ГІС технологій при обробці супутникової інформації.

***Наукова новизна отриманих результатів.***

*У дослідженні вперше:*

– надано визначення іригаційного потенціалу водних об'єктів території та запропоновано оцінку його складових;

– виконано кількісну і якісну оцінку складових потенціалу по водних басейнах Одеської області;

– встановлено і обґрунтовано просторова закономірність мінливості якості річкових вод на території Одеської області;

– запропоновано та обґрунтовано детальну типізацію іригаційних вод,

де кожен підтип іригаційних вод має свій специфічний набір гіпотетичних солей;

- запропонований імовірнісний підхід до оцінки якості іригаційних вод;

- запропоновано методика оцінки ризику погіршення якості іригаційних вод за окремими показниками.

*Удосконалено:*

- діючи методики оцінки якості іригаційних вод у частині врахування мінливості їх складу і властивостей у часі;

- методика ДСТУ 2730:2015 визначення небезпеки іригаційного засолення ґрунтів за показником суми токсичних солей в еквівалентах хлорид-іонів на основі детальної типізації іригаційних вод.

*Отримало подальший розвиток:*

- методичні підходи до оцінки якості вод водних об'єктів, яки можуть використовуватися для нужд іригації;

- методичні підходи прогнозування ризику погіршення якості іригаційних вод за окремими показниками з врахуванням особливостей їх мінливості у часі.

***Практичне значення одержаних результатів.*** Якісна і кількісна оцінка складових іригаційного потенціалу водних ресурсів Одеської області і їх розподіл по водних басейнах області може бути використана при розробці комплексних заходів щодо сталого розвитку зрошувального землеробства в Одеській області. Надасть можливість прийняття обґрунтованих рішень щодо поширення площ зрошувального землеробства у водних басейнах Одеської області. Запропоновані методики можуть успішно використовуватися при оцінки якості природних вод, у тому числі й іригаційних вод. Крім того, результати роботи впроваджені у навчальний процес підготовки бакалаврів в ОДЕКУ при викладанні навчальних дисциплін: «Методи оцінки якості природних вод». Вдосконалена методика ДСТУ 2730:2015 впроваджена в діяльність Укрпівденгіпровдгосп у сфері інжинірингу, геології та геодезії

фізичної особи-підприємця.

**Особистий внесок пошукувача.** Дисертаційна робота є самостійно виконаним науковим дослідженням, в якому викладено авторський підхід до оцінки іригаційного потенціалу водних об'єктів і закономірностей просторового розподілу водних ресурсів на території Одеської області, запропонований імовірнісний підхід при оцінці якості вод, запропоновано детальну типізацію іригаційних вод, удосконалено методикку ДСТУ 2730:2015 визначення небезпеки іригаційного засолення ґрунту за показником суми токсичних солей в еквівалентах хлорид-іонів. Усі наукові результати, викладені у дисертації, отримані автором особисто. З наукових праць, опублікованих у співавторстві, у роботі використані ті ідеї та положення, які є результатом особистої роботи пошукувача.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення дисертаційного дослідження доповідалися та обговорювалися на наукових конференціях загальнодержавного та міжнародного рівня: TRENDS OF MODERN SCIENCE AND PRACTICE. Proceedings of the V International Scientific and Practical Conference. Ankara, Turkey. February 8 – 11, 2022; VII Міжнародна науково-практична конференція «SCIENCE, TRENDS AND PERSPECTIVES OF DEVELOPMENT». February 21 – 23, 2022, Budapest, Hungary; Topical issues of modern science, society and education. Proceedings of the 8th International scientific and practical conference. SPC “Sci-conf.com.ua”. Kharkiv, Ukraine.

**Публікації.** На тему дисертаційного дослідження опубліковано 11 наукових робіт, з них: 5 статті у наукових фахових виданнях України, 3 у інших періодичних виданнях України, 3 тези доповідей на міжнародних (2) і всеукраїнських (1) науково-технічних конференціях.

**Структура та обсяг дисертаційної роботи.** Дисертаційна робота складається з вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних літературних джерел (134 найменування) та додатків, містить 101 таблицю, 26 рисунків. Матеріали дисертаційної роботи викладено на 181 сторінки основного тексту, загальний обсяг роботи дорівнює 215 сторінок.

# 1 ОГЛЯД МЕТОДИК ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ІРИГАЦІЙНИХ ВОД

## 1.1 Вимоги до якості іригаційних вод та їх класифікація

Оцінки якості іригаційних вод присвячено роботи багатьох вітчизняних та зарубіжних авторів. Слід відмітити роботи: С.А. Балюка [1], В.І. Доценко [2], Ю.В. Задорожного [3], П.С. Лозовіцького [4], Ю.К. Маркова [5], О.В. Морозова [6], Д.М. Онопрієнко [2], М.І. Ромащенко [7], С.І. Сніжко [8], В.А. Сташука [9]. Основні положення оцінки якості іригаційних вод відображені у нормативних документах [10-12]. Серед зарубіжних авторів слід згадати роботи: Т. Abbasi [13], В.М. Amin [14], R.S. Ayers [15], S.G. Chornyy [16], G. Hussain [17], P.C. Mishra [18], J.C. Nnaji [19], G. Nikolaou [20], P.R. Shaikh [21], I. Szabolch [22], K. Darab [22], M. Stansfury [23], M. Zaman [24].

У розробці вітчизняних систем іригаційних критеріїв **екологічних** [9] і **агрономічних** [10, 11] приймали участь: С.А. Балюк, В.Я. Ладних, П.І. Кукоба, Л.О. Часова, М.А. Захарова, Г.Я. Чегринець, Р.Г. Нікула, Г.І. Корчак, Л.В. Григор'єва, І.В. Мудрий, М.І. Ромащенко, Т.О. Грінченко, С.Я.Бездніна; Л.І. Воротинцева; О.А. Недоцюк, О.А. Носоненко.

При аналізі згаданих джерел встановлено, що у цілому показники якості іригаційних вод можна поділити на чотири частини і розташувати у наступної послідовності (за їх значенням): концентрація солей; співвідношення головних іонів; концентрація токсичних елементів, які можуть негативно впливати на сільськогосподарські рослини та навколишнє середовище у цілому; концентрація біогенних елементів. Слід зазначити, що усі показники якості іригаційних вод мають велике значення, але послідовність оцінки вимальовується такою: якщо за мінералізацією вода не придатна для зрошення – не має сенсу розглядати інші показники; якщо за мінералізацією вода може бути використана для зрошення, тоді необхідне

аналізувати співвідношення головних іонів (мекв./дм<sup>3</sup>), яке може бути представлене у вигляді різниці концентрації іонів (наприклад, токсична лужність), або у вигляді частки від ділення концентрації іонів (наприклад, відношення концентрації натрію з калієм до сумі концентрацій кальцію та магнію); якщо за другою частиною показників вода придатна для зрошення, тоді необхідне аналізувати концентрацію токсичних і біогенних елементів.

Концентрація солей.

Мінералізація води визначається концентрацією головних іонів [25-27]: катіонів – калій ( $K^+$ ), натрій ( $Na^+$ ), магній ( $Mg^{2+}$ ) і кальцій ( $Ca^{2+}$ ); аніонів – хлориди ( $Cl^-$ ), сульфати ( $SO_4^{2-}$ ), карбонати ( $CO_3^{2-}$ ) і гідрокарбонати ( $HCO_3^-$ ). Зазвичай розглядають суму калію з натрієм ( $Na^+ + K^+$ ) і карбонатів з гідрокарбонатами ( $CO_3^{2-} + HCO_3^-$ ).

Поливи водою з високою мінералізацією можуть призвести до засолення ґрунтів, яке може бути нейтральним (представленим хлоридами і сульфатами натрію і магнію) і лужним (представленим карбонатами і гідрокарбонатами натрію і магнію).

Однакова кількість солей у ґрунті може по різному впливати на сільськогосподарські рослини у залежності від набору цих солей та їх концентрації. У табл. 1.1 представлена токсичність основних солей, що зустрічаються у ґрунті і воді.

Таблиця 1.1 – Токсичність солей у ґрунті і воді за В.А. Ковдою

$NaCl$	$Na_2SO_4$	$Na_2CO_3$	$NaHCO_3$
$MgCl_2$	$MgSO_4$	$MgCO_3$	$Mg(HCO_3)_2$
$CaCl_2$	$CaSO_4$	$CaCO_3$	$Ca(HCO_3)_2$

Солі, розташовані вище подвійної риси у табл. 1.1, шкідливі для рослин. Забезпечення правильного балансу між різними іонами у воді та ґрунті є ключовим моментом зрошувального землеробства (посилання на літературні джерела містяться у [28-30]).

Сода звичайна ( $Na_2CO_3$ ) і питна сода ( $NaHCO_3$ ) можуть викликати засолення токсичне для багатьох сільськогосподарських рослин. Солі  $NaCl$ ,  $CaCl_2$ ,  $Na_2SO_4$ ,  $MgCl_2$  та  $MgSO_4$  також можуть негативно впливати на зростання рослин. У деяких літературних джерелах солі магнію вважають завжди токсичними (посилання на літературні джерела містяться у [28-30]) (у табл. 1.1 виділено сірим).

В.А. Ковда токсичність солей розташовує у наступній послідовності:  $Na_2CO_3 > NaHCO_3 > NaCl > CaCl_2 > Na_2SO_4 > MgCl_2 > MgSO_4$ .

Існує інша шкала відносної токсичності солей (табл. 1.2) (посилання на літературні джерела містяться у [28-30]).

Таблиця 1.2 – Токсичність основних солей

Сіль	$Na_2CO_3$	$NaCl$	$NaHCO_3$	$Na_2SO_4$
Ступінь токсичності	10	3	3	1

Ризик засолення ґрунтів у наслідок використання поливних вод з різною мінералізацією за О.М. Костяковим оцінюється у такий спосіб:

- клас 1 «хороша вода придатна для зрошення» – до 0,4 г/дм<sup>3</sup>;
- клас 2 «обмеженого застосування» – від 0,4 до 1,0 г/дм<sup>3</sup>;
- клас 3 «підвищена небезпека для рослин» – від 1,0 до 3,0 г/дм<sup>3</sup>;
- клас 4 «вторинне засолення при довгому використанні» – більше 3 г/дм<sup>3</sup>.

Шкідливий вплив різних солей на ґрунт і рослини залежить від властивостей самого ґрунту (посилання на літературні джерела містяться у [28]), тому для вод з підвищеною мінералізацією (1,0–3,0 г/дм<sup>3</sup>) необхідний аналіз хімічного складу солей.

При наявності у воді  $NaCl$  або  $Na_2SO_4$  застосування її для поливу можливе лише на легких і дренажних ґрунтах. Якщо у воді переважає сода ( $Na_2CO_3$ ), то для поливу можливе застосування такої води тільки при внесенні гіпсу ( $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ). При взаємодії гіпсу з содою остання

перетворюється у  $Na_2SO_4$  – менш токсичну сіль. Натрієві води при відсутності кальцію можуть викликати осолонцювання ґрунтів.

Для вод низької мінералізації дуже важливою є діагностика лужності за вмістом  $Na_2CO_3$  [3]. Вода з концентрацією  $Na_2CO_3$  більше 2,5 мекв/дм<sup>3</sup> «не придатна для зрошення»; якщо концентрація становить 1,25–2,5 мекв/дм<sup>3</sup> – вода «умовно придатна для зрошення», при концентрації менш 1,25 мекв/дм<sup>3</sup> – вода «придатна для зрошення» [3].

На думку I. Szabolch та K. Darab карбонатна лужність води не повинна перевищувати 0,333 мекв/дм<sup>3</sup> [22].

Необхідно зазначити, що води з однаковим вмістом соди можуть бути придатні для одних ґрунтів і не придатні для інших. Наприклад, такі води можуть бути небезпечними для ґрунтів з  $pH > 7$ , а при ґрунту  $pH < 7$  можуть покращувати його стан.

Класифікація вод за мінералізацією у США інша ніж О.М. Костякова (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 – Шкала солоності зрошувальної води [2]

Класифікація вод за мінералізацією (США)	$M_3$ , г/дм <sup>3</sup>
1. Вода низької солоності. Придатна для зрошення більшості культур на більшості ґрунтів.	$\leq 0,20$
2. Вода середньої солоності. Використовують за умов помірного вилуговування. Культури середньої солестійкості можна вирощувати, не вживаючи заходів для боротьби із засоленням.	$0,20 < M_3 \leq 0,50$
3. Висока солоність води. Навіть при хорошому дренажі можуть знадобитися заходи щодо боротьби із засоленням. Слід вибирати культури, які мають високу солестійкість	$0,50 < M_3 \leq 1,00$
4. Вода дуже високої солоності, непридатна для зрошення у звичайних умовах. Полив за таких умов: висока проникність ґрунтів, дренаж, солестійкість культур.	$1,00 < M_3 \leq 3,00$

У США межі класів придатності вод для поливу нижче і цих класів 5: до п'ятого класу якості відносяться води з мінералізацією більше 3 мг/дм<sup>3</sup>.

Існує класифікація (С.Я. Бездніна), де з мінералізацією вод враховується вміст (мекв/дм<sup>3</sup>) іонів натрію у відсотках від суми катіонів

(рис. 1.1). у цей класифікації 5 класів і 16 підкласів. Води цілком придатні для зрошення усіх типів ґрунтів при  $M_3 \leq 0,5$  мг/дм<sup>3</sup> і  $(rNa^+ + rK^+) / (rNa^+ + rK^+ + rMg^{2+} + rCa^{2+}) \leq 0,6$  (тут і далі по тексту індекс  $r$  перед іоном ( $rNa^+$ ,  $rK^+$ ,  $rMg^{2+}$  та інш.) означає, що концентрація іону має еквівалентний вираз, мекв./дм<sup>3</sup>).

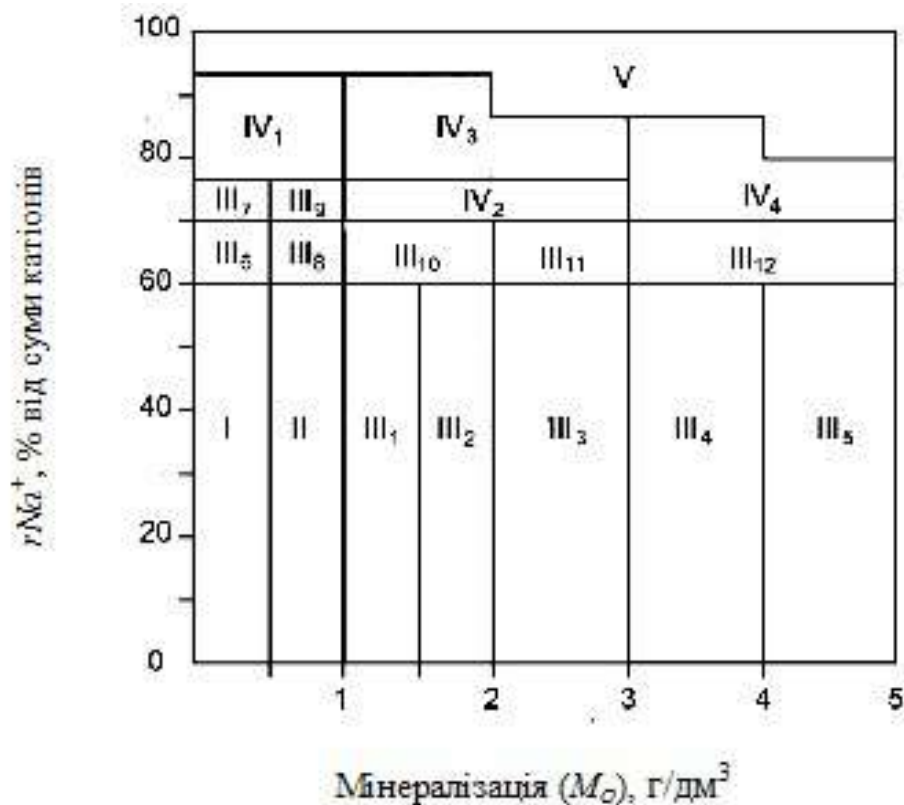


Рис. 1.1 – Класифікація мінералізованих вод за ступенем їх придатності для зрошення (С.Я. Бездніна):

- I – води цілком придатні для зрошення усіх типів ґрунтів;
  - II – води придатні для зрошення більшості типів ґрунтів;
  - III – води обмежено придатні (III<sub>1-5</sub> – потребують поліпшення розведенням, III<sub>6-7</sub> – потребують хімічної меліорації, III<sub>8-12</sub> – потребують розведення та хімічної меліорації);
  - IV – води умовно придатні (IV<sub>1</sub> – потребують хімічної меліорації, IV<sub>2-4</sub> – потребують розведення та хімічної меліорації);
  - V – води не придатні для зрошення.
- Надмірна насиченість ґрунтів обмінним натрієм (солонцюватість)



негативно впливає на їх родючість [2-5].

Ґрунти, з лужною реакцією, високою дисперсністю мінеральної частини, зв'язністю, набуханням при зволоженні, сильним ущільненням і твердістю при висушенні у наслідок надмірної кількості обмінного натрію у гумусовому горизонті, називають солонцями.

Солонцюваті ґрунти за кількістю поглиненого натрію (% від ємності катіонного обміну) підрозділяють на: несолонцюваті ґрунти (<3%); слабосолонцюваті (3–5%); середньосолонцюваті (5–10%); сильносолонцюваті (10–15%).

В свою чергу за згаданим показником солонці поділяють на: малонатрієві (10–20%); середньонатрієві (20–40%); багатонатрієві (>40%).

На практиці у водних витяжках з ґрунту виділяють: 1) лужність карбонатів лужних металів – іон  $CO_3^{2-}$ , представлену головним чином содою –  $Na_2CO_3$ ; 2) лужність гідрокарбонатів лужних металів – іон  $HCO_3^-$ , представлену головним чином гідрокарбонатом натрію –  $NaHCO_3$ . Таке виділення важливо тому, що ці солі найбільш шкідливі (особливо  $Na_2CO_3$ ) і їх присутність може вказувати на солонцюватість ґрунту.

Розчинені у воді солі знаходяться у неї в іонному стані. Зазвичай результати хімічних аналізів теж представляють у іонному вигляді. Однак, іноді необхідне мати уявлення про склад окремих видів розчинних солей у воді.

Головні іони, що є складовими мінералізації води, можуть бути токсичними і нетоксичними [12]. Токсичними вважають іони, здатні утворювати токсичні солі. Іони  $Cl^-$  і  $Na^+$  завжди токсичні. Інші головні іони можуть бути як токсичними, так і нетоксичними. Це залежить від їх взаємного врівноваження:  $Ca^{2+}$  з  $Cl^-$  дає токсичні солі, а з  $HCO_3^-$  і  $SO_4^{2-}$  – нетоксичні;  $CO_3^{2-}$  і  $HCO_3^-$  з  $Na^+$  дають найтоксичніші для рослин солі. Виділення токсичних іонів виконується шляхом уявлення мінералізації води у вигляді суми гіпотетичних солей.

Для подання аналізу води у вигляді гіпотетичних солей, головні іони

з'єднують за схемою (посилання на літературні джерела містяться у [28-30]): аніони –  $NO_3^-$ ;  $Cl^-$ ;  $SO_4^{2-}$ ;  $CO_3^{2-}$ ;  $HCO_3^-$ ; катіони –  $K^+$ ;  $Na^+$ ;  $Mg^{2+}$ ;  $Ca^{2+}$ ;  $Fe^{2+}$ ;  $Mn^{2+}$ . Гіпотетичне врівноваження головних іонів можна записати так: аніони –  $Cl^-$ ;  $SO_4^{2-}$ ;  $(CO_3^{2-}+HCO_3^-)$ ; катіони –  $(K^++Na^+)$ ;  $Mg^{2+}$ ;  $Ca^{2+}$ .

Для зручності ідентифікації гіпотетичних солей Роджерсом була запропонована графічна методика (рис. 1.2). Зміст аніонів та катіонів у мекв/дм<sup>3</sup> або у %-екв представляють у вигляді двох паралельних рядків, розташованих горизонтально, і по розташуванню відрізків, що відповідають вмісту іонів у воді, оцінюють вид і концентрацію передбачуваних солей.

$rCl^-$	$rSO_4^{2-}$	$rCO_3^{2-}$	$rHCO_3^-$		
$NaCl$	$Na_2SO_4$	$Na_2CO_3$	$NaHCO_3$	$Mg(HCO_3)_2$	$Ca(HCO_3)_2$
$rNa^+$				$rMg^{2+}$	$rCa^{2+}$
0				100%	

Рис. 1.2 – Графічний спосіб Роджерса визначення гіпотетичних солей у водах типу I за О.А. Альокінім ( $rHCO_3^- > rCa^{2+} + rMg^{2+}$ )

На рис. 1.2 у водах типу I за А.О. Альокінім представлена ідентифікація гіпотетичних солей. Послідовність врівноваження іонів взята з Довідникового керівництва гідрогеолога (посилання у джерелі [28]), вона співпадає з послідовністю у [12].

Найбільш несприятливим є якісний склад гіпотетичних солей у першому типі вод, у них можуть міститися найтоксичніші для рослин солі – карбонат ( $Na_2CO_3$ ) і гідрокарбонат ( $NaHCO_3$ ) натрію. Необхідне відмітити, що нетоксична для рослин сіль гідрокарбонат магнію  $Mg(HCO_3)_2$  може теж викликати залуження ґрунтів.

Спосіб Роджерса дає можливість лише орієнтовано одержати уявлення про розчинені у воді солі. Оскільки іони у воді у переважній більшості знаходяться у незв'язному стані.

Залишкова карбонатність натрію (ЗКН по Ітону) є однією з

характеристик лужності води (посилання у джерелі [28]):

$$ЗКН = (rCO_3^{2-} + rHCO_3^-) - (rCa^{2+} + rMg^{2+})$$

або

$$ЗКН = rNa^+ - (rCl^- + rSO_4^{2-}).$$

Згідно з класифікацією Ітона, вода з  $ЗКН > 2,5$  мекв/дм<sup>3</sup>, не придатна для зрошення, при  $1,25 \leq ЗКН \leq 2,5$  мекв/дм<sup>3</sup> її можна використовувати в обмеженому обсязі, а при  $ЗКН < 1,25$  мекв/дм<sup>3</sup> вона безпечна.

Показник  $ЗКН$  має суттєвий недолік – не враховується шкідливий вплив магнію на ґрунт. У ДСТУ 2730:2015 цей недолік враховано – запропоновано показник «токсична лужність» ( $rHCO_3^- - rCa^{2+}$ ) і розроблена шкала оцінювання класу іригаційних вод.

В ДСТУ 2730:2015 [12] небезпека іригаційного засолення ґрунту оцінюється за показником суми токсичних солей в еквівалентах хлорид-іонів  $e(rCl^-)$ . Цю суму обчислюють за формулою:

$$e(rCl^-) = rCl^- + 0,2(rSO_4^{2-})_T + 0,4(rHCO_3^-)_T + 5rCO_3^{2-}, \quad (1.1)$$

де  $rCl^-$  – кількість хлоридів, мекв/дм<sup>3</sup>;  $(rSO_4^{2-})_T$  – кількість токсичних сульфатів, мекв/дм<sup>3</sup>;  $(rHCO_3^-)_T$  – кількість токсичних гідрокарбонатів, мекв/дм<sup>3</sup>;  $rCO_3^{2-}$  – кількість токсичних карбонатів, мекв/дм<sup>3</sup>.

Таблиця 1.4 – Оцінка якості зрошувальної води за небезпекою іригаційного засолення ґрунту (ДСТУ 2730:2015)

Концентрація токсичних іонів у еквівалентах хлорид-іонів за групами ґрунтів за їх гранулометричним складом у шарі 0-100 см, мекв/дм <sup>3</sup>						Клас якості води
Піщаний	Супіщаний	Легко-суглинковий	Середньо-суглинковий	Важко-суглинковий	Глинистий	
< 30	< 26	< 22	< 18	< 14	< 10	I
30 ÷ 40	26 ÷ 36	22 ÷ 32	18 ÷ 28	14 ÷ 24	10 ÷ 20	II
≥ 40	≥ 36	≥ 32	≥ 28	≥ 24	≥ 20	III

Послідовність врівноваження іонів надано у табл. 1.5

Таблиця 1.5 – Схема зв'язування іонів у токсичні й нетоксичні солі (ДСТУ 2730:2015)

Іони	$CO_3^{2-}$	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$
$Ca^{2+}$	–	2	5	8
$Mg^{2+}$	–	3	6	9
$Na^+ + K^+$	1	4	7	10

Співвідношення іонів.

Найбільш поширеною є оцінка якості іригаційних вод за співвідношенням іонів.

Лужний коефіцієнт Х. Стеблера, розраховується за формулами [2, 16]:

$$K_a = 288/(5rCl^-), \quad \text{при } rCl^- > rNa^+ \quad (\text{III}),$$

$$K_a = 288/(rNa^+ + 4rCl^-), \quad \text{при } rCl^- + rSO_4^{2-} > rNa^+ > rCl^- \quad (\text{II}),$$

$$K_a = 288/(10rNa^+ - 5rCl^- - 9rSO_4^{2-}), \quad \text{при } rNa^+ > rCl^- + rSO_4^{2-} \quad (\text{I}),$$

де  $rNa^+$ ,  $rCl^-$ ,  $rSO_4^{2-}$  – концентрація іонів, мг-екв/дм<sup>3</sup>.

Вода класифікується таким чином:

- $K_a \geq 18$  – «необмежено придатна для зрошення всіх культур» (клас 1);
- $18 > K_a \geq 6$  – «придатна для зрошення більшості культур у залежності від ґрунтово-кліматичних умов» (клас 2);
- $6 > K_a \geq 1,2$  – «обмежено придатна для зрошення солестійких культур за умови хорошого штучного дренажу, проведення промивних поливів і меліоративних заходів» (клас 3) (наприклад, внесення емульсії гіпсу у воду);
- $K_a < 1,2$  – «непридатна для зрошення» (клас 4).

І.М. Антипов-Каратаєв і Г.М. Кадер запропонували наступне співвідношення [2]:

$$K = (Ca^{2+} + Mg^{2+})/Na^+ \geq 0,23M_3,$$

де  $M_3$  – загальна концентрація розчинних солей у воді, г/дм<sup>3</sup>;

$Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$  – концентрація катіонів у ммоль/дм<sup>3</sup>.

Вони вважають, що критичне співвідношення катіонів  $[(Ca^{2+} + Mg^{2+})/Na^+]_{10}$ , при якому кількість поглиненого натрію досягає 10% від ємності катіонного обміну (ЄКО) ґрунту дорівнює  $0,23M_3$ . Тому, при

$K < 0,23M_3$  вода непридатна для зрошення.

Методика М.Ф. Буданова (натрієве осолонцювання):

- при мінералізації вод  $\leq 1$  г/дм<sup>3</sup>: співвідношенні натрію до кальцію ( $k_{Na1}$ ) повинно бути не більше 1; співвідношення натрію до суми кальцію і магнію ( $k_{Na2}$ ) – не більше 0,7;

- при мінералізації вод 1–3 г/дм<sup>3</sup>, необхідне виконання перших двох умов та додатково: сума ( $r\Sigma\hat{e}$ ) головних іонів, поділена на суму кальцію і магнію, ( $k_{4-6}$ ) не повинна перевищувати: 4 – для середньо- і важкосуглинкових ґрунтів; 5 – для легкосуглинкових ґрунтів; 6 – для супіщаних і піщаних ґрунтів:

$$1) k_{Na1} = rNa^+/rCa^{2+} \leq 1,0;$$

$$2) k_{Na2} = rNa^+/(rCa^{2+} + rMg^{2+}) \leq 0,70;$$

$$3) k_{4-6} = r\Sigma\hat{e}/(rCa^{2+} + rMg^{2+}) \leq B.$$

За А.М. Можейко і Т.К. Воротником небезпека осолонцювання оцінюється за умовою:

$$k_{Na3} = (Na^+ + K^+) / (Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^+ + K^+) \leq 0,65,$$

де  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$  і  $Mg^{2+}$  – концентрація катіонів у ммоль/дм<sup>3</sup>.

При  $k_{Na3} \leq 0,65$  вода сприятлива для поливу (клас 1),  $0,65 < k_{Na3} \leq 0,75$  – несприятлива (клас 2),  $k_{Na3} > 0,75$  – дуже несприятлива, викликає осолонцювання ґрунту (клас 3).

I. Szabolch і K. Darab небезпеку магнієвого осолонцювання ґрунту оцінюють за співвідношенням катіонів [22]:

$$k_{Mg} = rMg^{2+} / (rCa^{2+} + rMg^{2+}) \leq 0,50.$$

Вміст магнію  $rMg^{2+}$  у воді не викликає осолонцювання, якщо  $k_{Mg}$  не перевищує 0,5.

В іригаційної практиці США небезпеку осолонцювання ґрунту оцінюють за коефіцієнтом адсорбції натрію  $SAR$  ( $SAR$  – *Sodium Adsorption Ratio*). Цей показник розраховується за формулою Гапона [2, 17-21]:

$$SAR = rNa^+ / [0,5(rCa^{2+} + rMg^{2+})]^{0,5},$$

де  $rNa^+$ ,  $rCa^{2+}$ ,  $rMg^{2+}$  – концентрація катіонів, мекв/дм<sup>3</sup>.

Таблиця 1.6 – Класифікація небезпеки осолонцювання за показником *SAR*

Показник <i>SAR</i>	Небезпека осолонцювання
$\leq 10$	мала
$10 \div 18$	середня
$18 \div 26$	висока
$> 26$	дуже висока

За значенням *SAR* дається оцінка небезпеки осолонцювання ґрунтів (табл. 1.6).

Концентрація токсичних іонів.

Для різних рослин токсичними є різні речовини, тому перелік токсичних іонів залежить від того, яки сільгоспкультури розглядаються.

Токсичними для рослин є іони:  $B^{3+}$ ,  $Na^+$ ,  $Cl^-$ , важких металів –  $As^{3+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ , нітратів ( $NO_3^-$ ), загальної лужності ( $HCO_3^-$ ) і *pH*. Підвищений вміст у поливних водах токсичних іонів може привести до їх накопичення у листі рослин, викликати їх опік при дощуванні у денний час.

У табл. 1.7 наведена класифікація поливних вод, яка залежить від концентрації іонів  $Na^+$ ,  $Cl^-$ ,  $HCO_3^-$ ,  $B^{3+}$  і  $NO_3^-$  та від способів поливу.

Таблиця 1.7 – Токсичність іонів для сільськогосподарських культур при поверхневих поливах і дощуванні

Іон	Спосіб поливу	Якість води		
		Добра	Середня	Погана
$Na^+$ , моль/дм <sup>3</sup>	Поверхневий полив	$\leq 3$	$>3 \div \leq 9$	$>9$
	Дощування	$\leq 3$		$>3$
$Cl^-$ , моль/дм <sup>3</sup>	Поверхневий полив	$\leq 4$	$>4 \div \leq 10$	$>10$
	Дощування	$\leq 3$		$>3$
$HCO_3^-$ , моль/дм <sup>3</sup>	Дощування	$\leq 1,5$	$>1,5 \div \leq 8,5$	$>8,5$
$B^{3+}$ , моль/дм <sup>3</sup>	При будь-якому поливі	$\leq 0,065$	$>0,065 \div \leq 0,268$	$>0,268$
$NO_3^-$ , моль/дм <sup>3</sup>	При будь-якому поливі	$\leq 0,081$	$>0,081 \div \leq 0,484$	$>0,484$

Екологічні критерії якості води для зрошення ВНД 33-5.5-02-97 розроблені з метою охорони довкілля та здоров'я населення [10]. Оцінка якості води проводиться з урахуванням стійкості ґрунтових систем, санітарно-гігієнічного та гідрохімічного стану вод водних об'єктів (поверхневих і підземних).

В методики [10] передбачається два класи води: "придатна" (І клас) та "обмежено придатна" (ІІ клас). Води ІІ класу використовуються за умов екологічного контролю та застосування агроеліоративних заходів.

Клас води встановлюють за найгіршим показником.

Нормування якості води для зрошення за екологічними критеріями, відповідно [10], передбачає поділ на дві групи показників:

а) Перша група (табл. 1.9) – включає властивості води та вміст речовин, які у певній кількості необхідні для нормального функціонування агроєкосистеми.

б) Друга група – включає властивості води та вміст речовин, які негативно впливають на стан і функціонування агроєкосистеми та компонентів навколишнього природного середовища.

*Перша група* (табл. 1.9) містить такі загально-екологічні та еколого-гігієнічні показники (мг/дм<sup>3</sup>): вміст азоту; вміст мікроелементів (*Mn, Fe, Cu, B, Co, Zn, Mo*) і *F*; величина БСК<sub>5</sub>, мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>.

*Друга група* містить такі показники:

а) *еколого-токсикологічні* (мг/дм<sup>3</sup>): вміст важких металів (*Pb, Hg, Cd, Se, As, ΣCr, V, Ni, I*); вміст пестицидів; вміст фенолів, ціанідів; вміст нафти і нафтопродуктів; вміст детергентів;

б) *санітарно-бактеріологічні*: наявність бактерій групи кишкової палички (колі-індекс); наявність фагів кишкової палички (індекс колі-фагів); наявність патогенної мікрофлори; наявність життєздатних яєць гельмінтів; радіоактивні речовини.

Клас якості зрошувальної води за показником вмісту макроелементів і мікроелементів встановлюють за табл. 1.8.

Таблиця 1.8 – Оцінка якості зрошувальної води за вмістом мікроелементів та важких металів (мг/дм<sup>3</sup>)

Назва елементу	Оцінка якості води	
	I клас	II клас
Алюміній	< 2,0	2,0 – 5,0
Літій	< 1,0	1,0 – 2,5
Залізо*	< 2,0 (0,3)**	2,0 – 5,0
Цинк*	< 0,5	0,5 – 1,0
Марганець*	< 0,5	0,5 – 1,0
Хром (Cr <sup>3+</sup> )*	< 0,2	0,2 – 0,5
Молібден	< 0,005	0,005 – 0,01
Ванадій	< 0,05	0,05 – 0,1
Вольфрам	< 0,03	0,03 – 0,05
Вісмут	< 0,05	0,05 – 0,1
Фтор	< 0,8	0,8 – 1,5
Бор*	< 0,2	0,2 – 0,5
Селен	< 0,01	0,01 – 0,02
Нікель*	< 0,08	0,08 – 0,2
Мідь*	< 0,08	0,08 – 0,2
Хром (Cr <sup>6+</sup> )*	< 0,05	0,05 – 0,1
Кобальт*	< 0,02	0,02 – 0,05
Свинець*	< 0,02	0,02 – 0,05
Кадмій*	< 0,005	0,005 – 0,01
Ртуть*	< 0,002	0,002 – 0,005
Берилій	< 0,05	0,05 – 0,1
Миш'як	< 0,02	0,02 – 0,05

Примітки: \* Пріоритетна група елементів згідно з ГОСТ 17.1.2.03; \*\* для крапельного зрошення.

Оцінка якості води за вмістом пестицидів виконується за табл. 1.9. Процедура оцінки включає [10]:

1. Перевірка вмісту пестицидів за ГДК (гранично допустимими концентраціями) (перелік пестицидів наведено згідно ГОСТ 17.4.1.02 та СанПіН 4630).

2. Класифікація води у залежності від ступеня небезпеки пестицидів (табл. 10):

- клас I "придатна": Якщо вміст пестицидів, віднесених до класу "мало



небезпечні", не перевищує 2 ГДК;

- клас II "обмежено придатна": якщо вміст пестицидів, віднесених до класу "мало небезпечні", перевищує 2 ГДК, але не перевищує ГДК пестицидів, віднесених до класів "помірно небезпечні" та "дуже небезпечні".

- Вода вважається непридатною для зрошення, якщо перевищено ГДК пестицидів, віднесених до класів "помірно небезпечні" та "дуже небезпечні".

3. Оцінка за еколого-гігієнічними та еколого-токсикологічними показниками (табл. 10).

Таблиця 1.9 – Гранично допустимі концентрації пестицидів у зрошувальній воді

Найменування пестициду	ГДК у зрошувальній воді, мг/дм <sup>3</sup>
Дактал (3)	1,0
Дилор (4)	0,1
Полікарбацин (4)	2,0
Прометрін (3)	3,0
Трихлорацетат натрію	5,0
Цинеб	0,03
2,4-Д амінна сіль	0,2
Далапон	2,0
Карбофос	0,05
Пропанід	0,1
Сімазін	0,02
Трефлан	1,0
Хлорофос	0,05
Ялан (ордрам)	0,07
Рогор	0,03
Атразін	0,05
Гексахлорбутадиєн	0,01
ДДТ	0,1
ПХК (поліхлоркамфен)	0,005
ПХП (поліхлорпінен)	0,02
Севін	0,1
Метафос	0,02
Гептахлор	0,05
ГХЦХ	0,02
Гранозан	0,0001

Таблиця 1.10 – Гранично допустимі концентрації БСК<sub>5</sub>, фенолів, ціанідів, нафти, нафтопродуктів та детергентів у зрошувальній воді

Найменування речовини	ГДК у зрошувальній воді, мг/дм <sup>3</sup>
БСК <sub>5</sub> , мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	10,0
Феноли	0,005
Ціаніди	0,05
Нафта багатосірчана	0,2
Нафта інша та нафтопродукти	0,3
Детергенти	0,1

Враховуючи ці аспекти, проводиться комплексна оцінка якості води з урахуванням не лише вмісту пестицидів, але й інших хімічних та фізичних показників, що можуть впливати на ґрунти та рослини. Основна мета - забезпечення безпеки вирощуваної продукції та уникнення негативних наслідків для навколишнього середовища.

Оцінка зрошувальної води за небезпекою погіршення санітарно-бактеріологічного стану природного середовища здійснюється за табл. 1.10. Гігієнічні вимоги до зрошувальної води включають контроль за різними показниками:

1. Колі-індекс: не повинен перевищувати 1000 одиниць у 1 дм<sup>3</sup>.
2. Індекс колі-фагів: не повинен перевищувати 100 одиниць у 1 дм<sup>3</sup>.
3. Вміст епідеміологічно небезпечних збудників: не допускається вміст збудників тифу, паратифу, патогенних ешерихій, сальмонел, оскільки ці мікроорганізми можуть призвести до захворювань.
4. Вміст життєздатних яєць гельмінтів: не допускається вміст живих яєць гельмінтів, оскільки це може становити ризик для здоров'я людини при використанні такої води для зрошення.

## 1.2 Детальна типізація іригаційних вод та її практичне використання

Методика оцінки небезпеки іригаційного засолення ґрунту,

запропонована у ДСТУ 2730:2015 [12], має такі недоліки:

по-перше, при кожному розрахунку показника  $e(rCl^-)$  необхідно виконувати аналіз гіпотетичних солей та визначати токсичні іони (табл. 1.4), що не є зручним особливо при масових розрахунках [12];

по-друге, у формулі (1.1) не враховується те, що в залежності від того, якими катіонами врівноваженні гідрокарбонат-іони, вони можуть бути такими ж токсичними, як і карбонат-іони, завдяки утворенню у воді питної соді ( $NaHCO_3$ ). Цю частину іонів  $HCO_3^-$  у формулі (1.1) необхідно об'єднати з іонами  $CO_3^{2-}$ , що утворюють звичайну соду ( $Na_2CO_3$ ) і мають коефіцієнт 5. Або, якщо вважати, що  $NaHCO_3$  така ж токсична, як і  $NaCl$ , то як і  $Cl^-$  вона повинна мати коефіцієнт 1.

Усунення згаданих недоліків можливо зробити шляхом визначення типів іригаційних вод, що мають свої, специфічні для кожного типу набори гіпотетичних солей. У цьому разі для кожного типу вод можна визначити набір токсичних іонів і надати розрахункову формулу суми токсичних солей у еквівалентах хлорид-іонів [28-30].



Рис. 1.3 – Класифікація природних вод за О.А. Альокінім

Найпоширенішою класифікацією природних вод – є класифікація О.А. Альокіна (далі базова класифікація) (рис. 1.3). У неї природні води поділені на класи (за переважаючим аніоном), на групи (за переважаючим катіоном) та на типи (за співвідношенням аніонів та катіонів).

Природні води одного типу за базовою класифікацією можуть мати

різні набори гіпотетичних солей.

В роботі [26] на основі базової класифікації природних вод запропоновано її деталізацію, де підтипи вод відрізняються вмістом переважаючого (класоутворюючого) аніону (рис.1.4): підтип *a* – вміст аніона більш 75% в еквівалентах; *б* – від 50% до 75%; *в* – менш 50%.

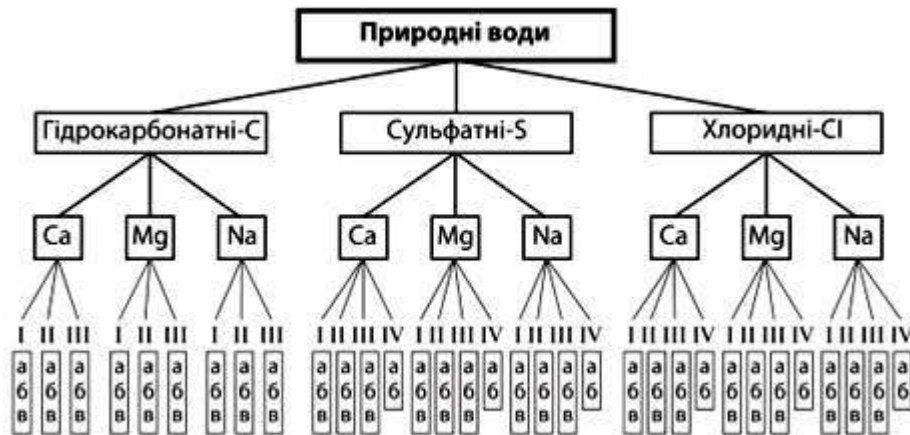


Рис. 1.4 – Схема вдосконалення [26] базової класифікації природних вод

Схема вдосконалення базової класифікації природних вод у [26] (рис. 1.4) має суттєві недоліки, які полягають у наступному.

Сульфатні та хлоридні води, кальцієвої чи магнієвої груп не можуть бути першого типу, через неможливість такого співвідношення аніонів і катіонів для них. Це можна показати, використовуючи рівність 100% сум концентрацій аніонів та катіонів у %-еквівалентної формі та співвідношення іонів у типах природних вод базової класифікації:

$$(rHCO_3^- + rSO_4^{2-} + rCl^-) = (rCa^{2+} + rMg^{2+} + rNa^+) = 100\%; \quad (1.2)$$

$$I - rHCO_3^- > (rCa^{2+} + rMg^{2+}) \quad \text{або} \quad rNa^+ > rCl^- + rSO_4^{2-}; \quad (1.3)$$

$$II - rHCO_3^- \leq (rCa^{2+} + rMg^{2+}) \leq (rHCO_3^- + rSO_4^{2-}) \quad \text{або} \quad rCl^- \leq rNa^+ \leq rCl^- + rSO_4^{2-}; \quad (1.4)$$

$$III - (rCa^{2+} + rMg^{2+}) > (rHCO_3^- + rSO_4^{2-}) \quad \text{або} \quad rNa^+ \leq rCl^-. \quad (1.5)$$

Покажемо, що води з позначенням  $S^{Ca}_1$ ,  $S^{Mg}_1$ ,  $Cl^{Ca}_1$  і  $Cl^{Mg}_1$  не існують [28-30].

У прийнятих позначеннях переважними є: аніони –  $SO_4^{2-}$  або  $Cl^-$ ;

катиони –  $Ca^{2+}$  або  $Mg^{2+}$ . Відповідно (1.2), тільки при  $rHCO_3^- < 50\%$  є ймовірність того, що або  $SO_4^{2-}$ , або  $Cl^-$  можуть бути переважаючими. Води типу I мають співвідношення (1.3):  $rHCO_3^- > (rCa^{2+} + rMg^{2+})$ . Звідси слідує, що  $(rCa^{2+} + rMg^{2+}) < 50\%$ , но тоді  $rNa^+ > 50\%$ , отже він є переважним і визначає групу вод, тобто, якщо сульфатні або хлоридні води першого типу, то це лише натрієва група:  $S^{Na}_I$  або  $Cl^{Na}_I$ . Таким чином  $S^{Ca}_I$ ,  $S^{Mg}_I$ ,  $Cl^{Ca}_I$  и  $Cl^{Mg}_I$  відсутні у природних водах [28-30].

У роботах [28-30] детально розглянуто недоліки типізації у [26] і доказано неможливість існування вод з позначеннями:  $C^{Ca}_{Ib}$ ,  $C^{Mg}_{Ib}$ ,  $C^{Na}_{IIIa}$ ,  $Cl^{Ca}_{IIa}$ ,  $Cl^{Ca}_{IIb}$ ,  $Cl^{Mg}_{IIa}$ ,  $Cl^{Mg}_{IIb}$  і  $S^{Na}_{IIIa}$ . У цієї класифікації води одного підтипу теж можуть мати різні набори гіпотетичних солей.

Кожний підтип вод будуть мати свій специфічний набір гіпотетичних солей, якщо типи природних вод I, II і III за базовою класифікацією (посилання у джерелі [28]) поділити на підтипи (I, IIa, IIb, IIIa, IIIb, IIIв) [28] за схемою на рис. 1.5.

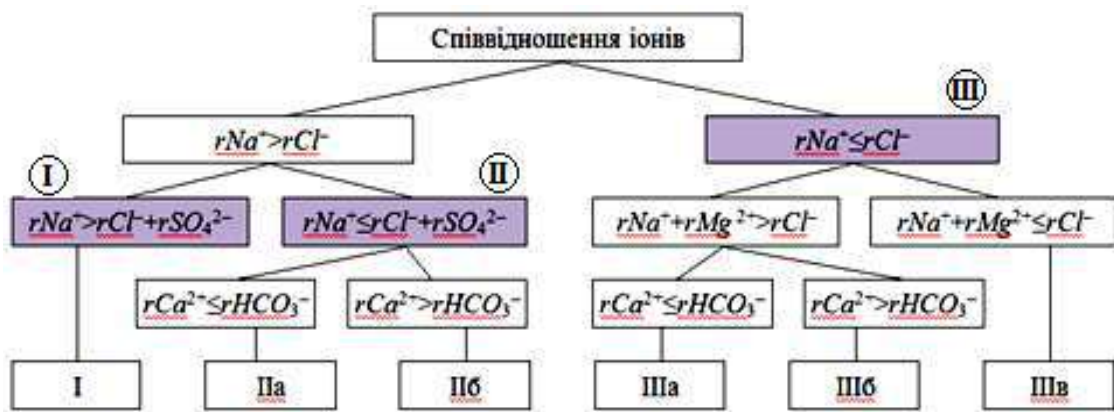


Рис. 1.5 – Схема детальної типізації іригаційних вод [28-30]

У базовій класифікації є води типу IV ( $rHCO_3^- = 0$ ). Ці води тут не розглядаються, оскільки до них належать кислі болотні, шахтні і вулканічні води, а також води, сильно забруднені промисловими стоками (посилання у джерелі [28]), які не придатні для зрошення.

У послідовності взаємного врівноваження головних іонів, викладеної вище, для цих підтипів вод можна скласти набори гіпотетичних солей:

I	– NaCl,	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ,	NaHCO <sub>3</sub> ,	Mg(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ,	Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ;
IIa	– NaCl,	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ,	MgSO <sub>4</sub> ,	Mg(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ,	Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ;
IIб	– NaCl,	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ,	MgSO <sub>4</sub> ,	CaSO <sub>4</sub> ,	Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ;
IIIa	– NaCl,	MgCl <sub>2</sub> ,	MgSO <sub>4</sub> ,	Mg(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ,	Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ;
IIIб	– NaCl,	MgCl <sub>2</sub> ,	MgSO <sub>4</sub> ,	CaSO <sub>4</sub> ,	Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ;
IIIв	– NaCl,	MgCl <sub>2</sub> ,	CaCl <sub>2</sub> ,	CaSO <sub>4</sub> ,	Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .

Визначення кількості токсичних головних іонів у воді показано у табл. 1.11.

В таблиці 1.11: світло-сірим виділено нетоксичні солі (іони); у осередку таблиці на перетині стовпця і рядка стоїть позначення (формула розрахунку) концентрації (мекв./дм<sup>3</sup>) іонів у воді, що входять до складу гіпотетичної солі (які врівноважують один одного та складають гіпотетичну сіль).

Для перерахунку концентрації іонів з еквівалентної форми (мг-екв/дм<sup>3</sup>) у вагову (мг/дм<sup>3</sup>) необхідно їх еквівалентну концентрацію помножити на відповідні коефіцієнти, яки мають наступні значення: CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> – 30,00; HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> – 61,02; SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> – 48,03; Cl<sup>-</sup> – 35,45; Ca<sup>2+</sup> – 20,04; Mg<sup>2+</sup> – 12,15; Na<sup>+</sup> – 22,99; K<sup>+</sup> – 39,10.

Для кожного підтипу вод у таблиці 1.11 приведені формули розрахунку концентрації гіпотетичних токсичних солей у ваговій формі.

Розрахунок концентрації солі за таблицею 1.11 розглянемо на прикладі вод підтипу I (табл. 1.11(1)). Питна сода NaHCO<sub>3</sub> гіпотетично присутня у воді за рахунок взаємного врівноваження частини іонів Na<sup>+</sup> і частини іонів HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>. У еквівалентах ці частини дорівнюють ( $rHCO_3^- - rCa^{2+} - rMg^{2+}$ ). Вагова концентрація згаданої частини іонів натрію дорівнює  $22,99 * (rHCO_3^- - rCa^{2+} - rMg^{2+})$ , а частина гідрокарбонат-іонів –  $61,02 * (rHCO_3^- - rCa^{2+} - rMg^{2+})$ , звідси концентрація питної соди NaHCO<sub>3</sub> складає  $84,01 * (rHCO_3^- - rCa^{2+} - rMg^{2+})$ .

Посоховим О.В. було запропоновано розділити води типу III на два підтипи: IIIa ( $rNa^+ + rMg^{2+} > rCl^-$ ) и IIIб ( $rNa^+ + rMg^{2+} < rCl^-$ ) (посилання у джерелі [28]). Води підтипу IIIб характерні для сильно мінералізованих вод лагунного походження.

Таблиця 1.11 – Склад гіпотетичних солей у різних підтипах вод (послідовність врівноваження іонів взято з Довідникового керівництва гідрогеолога (посилання у джерелах [28-30])) (пропозиція автора)

1) Концентрація токсичних для рослин солей (іонів), мг/дм<sup>3</sup>:

$$NaCl = 58,4 \cdot rCl^-; Na_2SO_4 = 71,0 \cdot rSO_4^{2-}; NaHCO_3 = 84,0 \cdot (rNa^+ - rCl^- - rSO_4^{2-} - rCO_3^{2-});$$

Іон	$rNa^+$	$rMg^{2+}$	$rCa^{2+}$	Підтип І
$rCl^-$	$rCl^-$	0	0	$rCl^- + rSO_4^{2-} < rNa^+$
$rSO_4^{2-}$	$rSO_4^{2-}$	0	0	
$rHCO_3^-$	$rHCO_3^- - rCa^{2+} - rMg^{2+}$	$rMg^{2+}$	$rCa^{2+}$	

2) —“—:  $NaCl = 58,4 \cdot rCl^-; Na_2SO_4 = 71,0 \cdot (rNa^+ - rCl^-); MgSO_4 = 60,2 \cdot (rCl^- + rSO_4^{2-} - rNa^+)$ .

Іон	$rNa^+$	$rMg^{2+}$	$rCa^{2+}$	Підтип Іа
$rCl^-$	$rCl^-$	0	0	$rCl^- < rNa^+$ $rCl^- + rSO_4^{2-} \geq rNa^+$ $rHCO_3^- \geq rCa^{2+}$
$rSO_4^{2-}$	$rNa^+ - rCl^-$	$rCl^- + rSO_4^{2-} - rNa^+$	0	
$rHCO_3^-$	0	$rHCO_3^- - rCa^{2+}$	$rCa^{2+}$	

3) —“—:  $NaCl = 58,4 \cdot rCl^-; Na_2SO_4 = 71,0 \cdot (rNa^+ - rCl^-); MgSO_4 = 60,2 \cdot rMg^{2+}$ .

Іон	$rNa^+$	$rMg^{2+}$	$rCa^{2+}$	Підтип Іб
$rCl^-$	$rCl^-$	0	0	$rCl^- < rNa^+$ $rCl^- + rSO_4^{2-} \geq rNa^+$ $rHCO_3^- < rCa^{2+}$
$rSO_4^{2-}$	$rNa^+ - rCl^-$	$rMg^{2+}$	$rCa^{2+} - rHCO_3^-$	
$rHCO_3^-$	0	0	$rHCO_3^-$	

4) —“—:  $NaCl = 58,4 \cdot rNa^+; MgCl_2 = 47,6 \cdot (rCl^- - rNa^+); MgSO_4 = 60,2 \cdot rSO_4^{2-}$ .

Іон	$rNa^+$	$rMg^{2+}$	$rCa^{2+}$	Підтип ІІа
$rCl^-$	$rNa^+$	$rCl^- - rNa^+$	0	$rCl^- \geq rNa^+$ $rCl^- < rNa^+ + rMg^{2+}$ $rHCO_3^- \geq rCa^{2+}$
$rSO_4^{2-}$	0	$rSO_4^{2-}$	0	
$rHCO_3^-$	0	$rHCO_3^- - rCa^{2+}$	$rCa^{2+}$	

5) —“—:  $NaCl = 58,4 \cdot rNa^+; MgCl_2 = 47,6 \cdot (rCl^- - rNa^+); MgSO_4 = 60,2 \cdot (rNa^+ + rMg^{2+} - rCl^-)$ .

Іон	$rNa^+$	$rMg^{2+}$	$rCa^{2+}$	Підтип ІІб
$rCl^-$	$rNa^+$	$rCl^- - rNa^+$	0	$rCl^- \geq rNa^+$ $rCl^- < rNa^+ + rMg^{2+}$ $rHCO_3^- < rCa^{2+}$
$rSO_4^{2-}$	0	$rNa^+ + rMg^{2+} - rCl^-$	$rCa^{2+} - rHCO_3^-$	
$rHCO_3^-$	0	0	$rHCO_3^-$	

6) —“—:  $NaCl = 58,4 \cdot rNa^+; MgCl_2 = 47,6 \cdot rMg^{2+}; CaCl_2 = 55,5 \cdot (rCl^- - rNa^+ - rMg^{2+})$ .

Іон	$rNa^+$	$rMg^{2+}$	$rCa^{2+}$	Підтип ІІв
$rCl^-$	$rNa^+$	$rMg^{2+}$	$rCl^- - rNa^+ - rMg^{2+}$	$rCl^- \geq rNa^+ + rMg^{2+}$
$rSO_4^{2-}$	0	0	$rSO_4^{2-}$	
$rHCO_3^-$	0	0	$rHCO_3^-$	

Примітка:  $rHCO_3^-$  – розглядається як сума карбонатів і гідрокарбонатів.

Підтип ІІб по О.В. Посохову відповідає підтипу ІІв запропонованої

детальної типізації. Природні води цього підтипу можна виключити зі списку придатних для іригації вод. Але, при штучному підживленні водойми іноді можуть утворюватись води придатні для зрошення з співвідношенням іонів за підтипом Шв. Наприклад, у водосховищі Сасик води цього підтипу спостерігалися з ймовірністю 5% і мали найменшу мінералізацію з усього ряду спостережень (менш 1 г/дм<sup>3</sup>) [28-30].

Слід зазначити, що відповідно ДСТУ 2730:2015 [11, с.4, 7] при наявності карбонат-іонів в усіх водах гіпотетично присутня звичайна сода. Але  $Na_2CO_3$  присутня не завжди, тому її немає у наборах гіпотетичних солей, що розташовані перед табл. 1.11.

Формула (1.1) суми токсичних солей в еквівалентах хлорид-іонів для різних підтипів вод буде мати наступний вигляд:

$$I \quad - e(rCl^-) = (rCl^- + rHCO_3^- - rCa^{2+} - rMg^{2+}) + 0,2(rSO_4^{2-}) + 0,4(rMg^{2+}) + 5rCO_3^{2-};$$

$$IIa, IIIa \quad - e(rCl^-) = rCl^- + 0,2(rSO_4^{2-}) + 0,4(rHCO_3^- - rCa^{2+}) + 5rCO_3^{2-};$$

$$IIb, IIIb \quad - e(rCl^-) = rCl^- + 0,2(rSO_4^{2-} + rHCO_3^- - rCa^{2+}) + 5rCO_3^{2-};$$

$$IIIv \quad - e(rCl^-) = rCl^- + 5rCO_3^{2-}.$$

При наявності у воді аніонів  $CO_3^{2-}$ , формула розрахунку  $e(rCl^-)$  визначається за зменшеною кількістю катіонів натрію –  $(rNa^+ - rCO_3^{2-})$ .

Інформація про групу і підтип іригаційних вод дає уявлення про їх властивості за багатьма іригаційними показниками (у тому числі у ДСТУ 2730:2015):

1) підтип вод дає можливість обрати формулу для розрахунку показника  $e(rCl^-)$ ;

2) у вод підтипів I, IIa і IIIa є токсична лужність  $(rHCO_3^- - rCa^{2+}) > 0$ , оскільки для них характерним є співвідношення  $rHCO_3^- > rCa^{2+}$ ;

3) у вод підтипів IIb, IIIb і IIIc токсична лужність відсутня;

4) для натрієвих вод завжди  $(rNa^+ + rK^+) / (rNa^+ + rK^+ + rCa^{2+} + rMg^{2+}) > 34\%$  (так як тільки при  $(rNa^+ + rK^+) > 34\%$  з'являється ймовірність того, що  $(rNa^+ + rK^+)$  будуть переважними),

5) також для натрієвих вод завжди  $(rNa^+ + rK^+) / (rCa^{2+} + rMg^{2+}) > 50\%$  і



$$(rNa^+ + rK^+)/rCa^{2+} > 1;$$

б) для магнеєвих вод завжди  $rMg^{2+}/(rCa^{2+} + rMg^{2+}) > 50\%$  і  $rMg^{2+}/rCa^{2+} > 1$ .

### 1.3 Ризик погіршення якості іригаційних вод

Розрахунок основних іригаційних співвідношень головних катіонів виконують за наступними формулами:

$$k_{Na1} = rNa^+/rCa^{2+} < 1,0; \quad (1.6)$$

$$k_{Na2} = rNa^+/(rCa^{2+} + rMg^{2+}) < 0,70; \quad (1.7)$$

$$k_{4-6} = r\Sigma\hat{e}/(rCa^{2+} + rMg^{2+}) \leq B; \quad (1.8)$$

$$k_{Na3} = (Na^+)/\Sigma(Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^+) < 0,65; \quad (1.9)$$

$$k_{Mg} = rMg^{2+}/(rCa^{2+} + rMg^{2+}) < 0,50. \quad (1.10)$$

У подальшому для оцінки іригаційного потенціалу водних об'єктів Одеської області обрано такі показники: мінералізація;  $pH$ ; співвідношення (1.6) – (1.10) та показник  $e(rCl)$ .

У вітчизняній практиці при оцінці якості вод, як правило, використовують середні значення показників за деякий період часу. Такий підхід може привести до того, що протягом зрошувального періоду поливи будуть достатньо часто проводитися водою, непридатною для зрошення, тобто з порушенням нормативів (допустимих співвідношень катіонів). Це буде відбуватися тому, що протягом зрошувального періоду склад і властивості вод можуть дуже сильно змінюватися (у тому числі вміст катіонів). Якщо співвідношення середніх концентрацій катіонів буде наближатися до нормативу, то частота поливів непридатною для зрошення водою буде наближатися до 50%. У цьому зв'язку, наряду з врахуванням нормативу співвідношення катіонів необхідне обмежити ймовірність перевищення цього нормативу (ризик погіршення якості води). Це відноситься до усіх іригаційних (і не тільки іригаційних) показників.

Згадане вище обмеження зроблено в країнах ЄС при оцінці якості вод за санітарними чи рибогосподарськими нормами. У директивах ЄС [35-40]

надається не тільки норматив показника, а також і допустима частота його перевищення. Наприклад, за деяким показником якість вод відповідає вимогам санітарних норм, якщо кількість перевищень нормативу за минулий період не перевищувала 10% від загальної кількості спостережень за розглянутий період. Це обмеження можна трактувати таким чином: у країнах ЄС ризик забруднення (погіршення якості) вод за окремим показником встановлено на рівні 10%.

В існуючих методиках, наприклад [41-44] та інших, ризики являють собою інтегральні узагальнені характеристики і не підходять для оцінювання ризиків погіршення якості вод для якихось практичних потреб. Оцінку такого ризику необхідно виконувати за окремими показниками.

Ризик погіршення якості вод за окремим іригаційним показником можна розглядати як ймовірність перевищення (забезпеченість) нормативу цього показника

$$R_{Hi} = 1 - P_i(H_i), \quad (1.11)$$

де  $R_{Hi}$  – ризик погіршення якості (забруднення) вод за  $i$ -им показником;

$P_i(H_i)$  – ймовірність того, що значення показника буде не більш за норматив, визначається за законом розподілу показника;

$H_i$  – норматив  $i$ -го показника.

При наявності часового тренду ризики необхідно розраховувати для різних моментів часу  $j$

$$R_{Hij} = 1 - P_{ij}(H_i). \quad (1.12)$$

Використовуючи закон розподілу нормованого по лінії тренду показника [46, 47] ризик погіршення якості (забруднення) вод у момент часу  $j$  розраховується за наступною формулою

$$R_{Hij} = 1 - P_{ij}(H_i/C_{TPij}), \quad (1.13)$$

де  $C_{TPi} = a_i * \exp(j b_i)$  – значення функції часового тренду  $i$ -го показника у момент часу  $j$ ;

$a_i$  – значення функції тренду  $i$ -го показника на початку періоду спостережень;

$j$  – момент часу (порядковий номер місяця при щомісячних спостереженнях), що відраховується з моменту початку періоду спостережень;

$b_i$  – параметр лінії тренду  $i$ -го показника.

Розрахунок  $P_{ij}(H_i/C_{TPij})$  можна виконати за допомогою табличного редактору *Excel*, тоді формула розрахунку ризику погіршення якості вод буде мати вигляд:

$$R_{Hij} = 1 - \text{ЛОГНОРМРАСП}(H_i/(a_i * \exp(j b_i)); 0; \check{G}_{HTi}), \quad (1.14)$$

де  $\text{ЛОГНОРМРАСП}()$  – оператор у табличному редакторі *Excel*;

$0$  і  $\check{G}_{HTi}$  – параметри логнормального розподілу нормованого по лінії експоненціального тренду  $i$ -го показника [46, 47].

За формулою (1.14) можна прогнозувати ризик погіршення якості вод у майбутньому, при умові: а) апроксимації часового тренду іригаційного показника експоненціальною залежністю; б) визначення параметрів логнормального розподілу нормованого по лінії експоненціального тренду іригаційного показника.

Таблиця 1.12 – Ризик погіршення класу якості іригаційних вод для різних типів ґрунтів [41] (пропозиція автора)

Водний об'єкт (параметри закону розподілу $e(rCt)$ : $\check{C}$ ; $\check{G}$ )						
Ризик (%) погіршення класу якості вод для різних ґрунтів						Клас якості води
Піщаний	Супіщаний	Легко-суглинковий	Середньо-суглинковий	Важко-суглинковий	Глинистий	
$1-P(30)$	$1-P(26)$	$1-P(22)$	$1-P(18)$	$1-P(14)$	$1-P(10)$	I
$1-P(40)$	$1-P(36)$	$1-P(32)$	$1-P(28)$	$1-P(24)$	$1-P(20)$	II

Ризик погіршення класу якості вод за показником  $e(rCt)$  для різних типів ґрунтів (табл. 1.12) можна визначити, використовуючи табл. 1.4 [12].

У вітчизняних нормах для вод будь якого призначення обмеження частоти перевищення нормативів не встановлено, але спираючись на досвід

країн ЄС можна рекомендувати у якості межі прийняти значення 10%.

Без врахування часового тренду розрахунок  $R_{Hi}$  можна виконати за формулою (1.15). При використанні логнормального закону розподілу і табличного редактору *Excel*, формула буде мати вигляд:

$$R_{Hi} = 1 - \text{ЛОГНОРМРАСП}(H_i; \check{C}; \check{G}), \quad (1.15)$$

де  $\check{C}$  і  $\check{G}$  – параметри логнормального розподілу показника.

**Висновки по розділу 1.** У розділі викладено: детальний огляд методик оцінки якості іригаційних вод, запропонування детальної типізації іригаційних вод на основі типізації природних вод О.А. Альокіна; запропонування формул розрахунку показника суми токсичних солей в еквівалентах хлорид-іонів для визначення небезпеки іригаційного засолення ґрунтів; запропонування імовірнісного підходу до оцінки якості іригаційних вод і визначення ризику погіршення якості цих вод. На основі вищевикладеної інформації можна зробити наступні висновки:

1. Якість іригаційних вод оцінюється за чотирма критеріями: концентрація солей, співвідношення головних катіонів, концентрація токсичних елементів, концентрація біогенних елементів. З них найбільш розповсюдженими є перші два критерії, вони прийняті у подальшому при визначенні іригаційного потенціалу водних об'єктів Одеської області.

2. Використання води з високою мінералізацією для поливу може призвести до засолення ґрунтів. Засолення може бути нейтральним (з хлоридами і сульфатами натрію і магнію) або лужним (з карбонатами і гідрокарбонатами натрію і магнію). При використанні вод з мінералізацією від 1 до 3 г/дм<sup>3</sup> необхідним є аналіз токсичних солей.

3. Шкідливий вплив різних солей на ґрунт і рослини залежить від властивостей ґрунту – при поливі легкопроникних ґрунтів граничний вміст токсичних солей у воді вище ніж для середніх і важких.

4. Токсичними називають іони яки можуть утворювати токсичні солі. У залежності від взаємного врівноваження головні іони можуть бути

токсичними і не токсичними: іон кальцію з хлорид-іоном токсичний, з гідрокарбонат-іоном – не токсичний, сульфат-іони з іонами натрію і магнію – токсичні, з іонами кальцію – не токсичні.

5. Токсичними для рослин є іони: бору ( $B^{3+}$ ), натрію ( $Na^+$ ), хлору ( $Cl^-$ ), важких металів ( $As^{3+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ), нітратів ( $NO_3^-$ ), загальної лужності ( $HCO_3^-$ ) і  $pH$ . Підвищений вміст у поливних водах токсичних іонів може привести до їх накопичення у листі рослин, викликати опік рослин (це може проявитися при дощуванні у денний час).

6. Нормування якості вод для зрошення за екологічними критеріями проводиться з позицій біологічної повноцінності та позитивного впливу на екологічне благополуччя об'єктів навколишнього природного середовища з врахуванням властивостей вод і вмістом речовин, які негативно впливають на стан та функціонування агроєкосистеми та компонентів навколишнього природного середовища.

7. Методикою оцінки небезпеки іригаційного засолення ґрунту в ДСТУ 2730:2015 важко користуватися на практиці, особливо при великій кількості розрахунків. Її вдосконалення можливе при використанні детальної типізації іригаційних вод на основі класифікації природних вод О.А. Альокина. У детальній типізації підтипи іригаційних вод мають свої специфічні набори гіпотетичних солей, що дозволяє для кожного підтипу вод визначити формулу розрахунку показника суми токсичних солей в еквівалентах хлорид-іонів. Це значно спрощує оцінювання небезпеки іригаційного засолення ґрунту.

8. У вітчизняній практиці при оцінки якості іригаційних вод як правило використовують середні значення показників за деякий попередній період часу. Такий підхід може привести до того, що протягом зрошувального періоду поливи будуть достатньо часто проводитися непридатною для зрошення водою, тобто з порушенням гранично допустимого співвідношення катіонів. Це буде відбуватися тому, що протягом зрошувального періоду склад і властивості вод можуть дуже сильно змінюватися. Для уникнення

цього недоліку необхідне оцінювання ризику погіршення якості іригаційної води за розглянутим показником.

9. Ризик погіршення якості вод за окремим іригаційним показником можна розглядати як імовірність перевищення (забезпеченість) нормативу цього показника. У країнах ЄС ризик погіршення якості вод за окремим показником встановлено на рівні 5 або 10% у залежності від призначення вод. У вітчизняних нормах немає таких обмежень, тому доцільним є використання досвіду країн ЄС.

## 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНИХ УМОВ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

### 2.1 Загальна характеристика Одеської області

Одеська область є прибережним і прикордонним регіоном України, розташованим на південному заході країни. Вона межує на заході з Молдовою та Румунією, а також має кордони з Миколаївською, Кіровоградською та Вінницькою областями. Область омивається Чорним морем на південному сході.

Площа Одеської області становить 33,3 тис. км<sup>2</sup>, населення складає 2382,2 тис. осіб. Область розділена на 7 адміністративних районів [48].

Територія Одеської області простягається з півночі на південь, її різні частини мають різні природні умови. Географічно область знаходиться у Північно-Західному Причорномор'ї, від гирла річки Дунай до Тилігульського лиману. Морське узбережжя розтягується на 300 км.

Гідрографічна мережа області входить до чотирьох водних басейнів: річок Причорномор'я, Дунаю, Дністра та Південного Бугу. На території області налічується близько 200 річок довжиною більш ніж 10 км.

Північна частина області знаходиться у лісостеповій зоні, у той час як середня і південна частини перебувають у степовій зоні. Ґрунтовий покрив представлений звичайними і південними чорноземами.

У Одеській області клімат є вологим і помірно континентальним, характеризується поєднанням рис континентального та морського. Зими тут м'які, з невеликою кількістю снігу і нестійкі; середня температура у січні коливається від -2°C на півдні до -5°C на півночі.

У весняний період характерна похмура погода та часті тумани через охолоджуючий вплив моря. Літа переважно спекотні та сухі; середня температура у липні зазвичай коливається від 21°C на північному заході до 23°C на півдні, а максимальна може сягати 36-39 °C (і навіть більше у

останні роки).

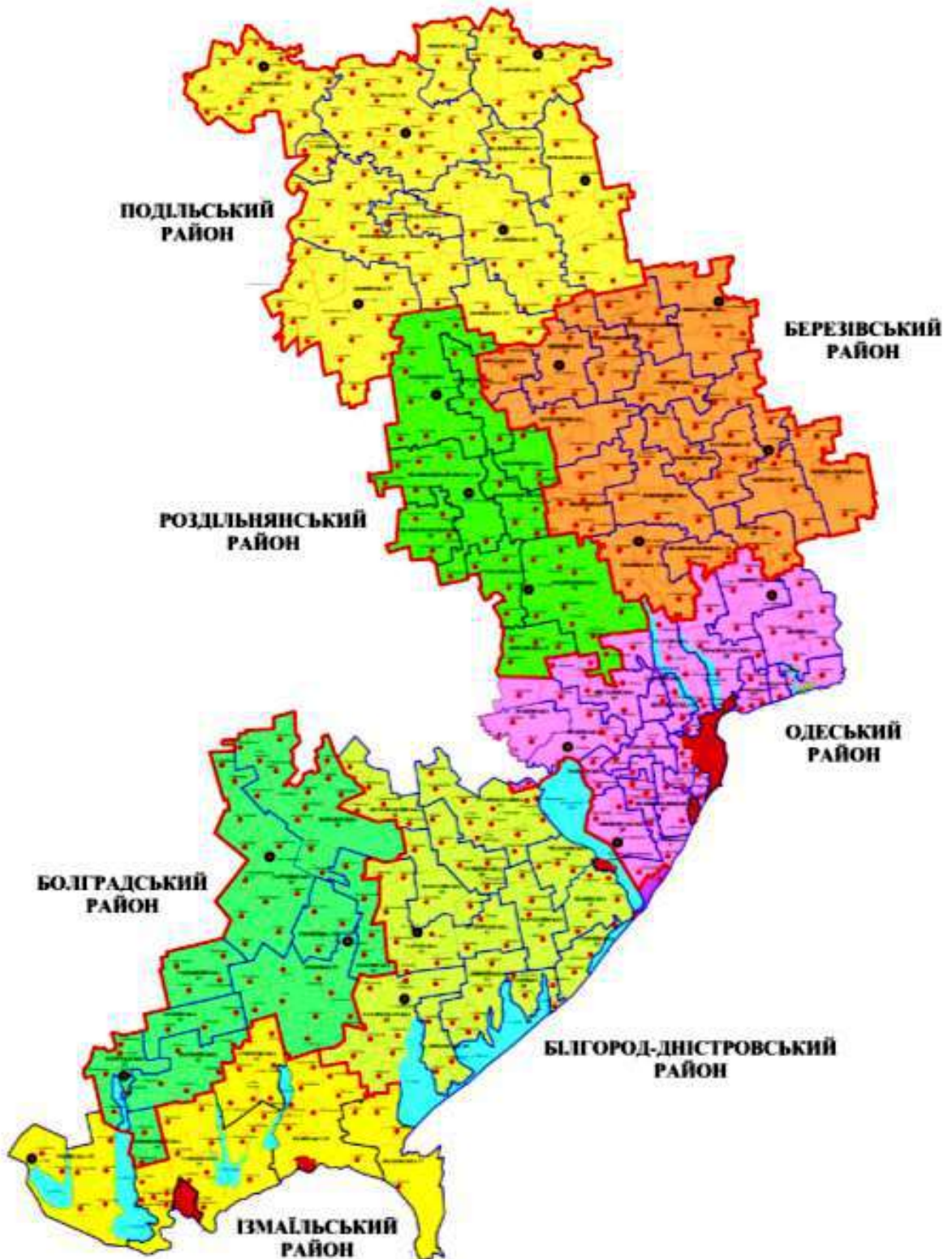


Рис.2.1 – Адміністративна карта Одеської області

Осінь в області тривала і тепліша, ніж весна, переважно хмарна.



Середньорічна температура рухається від 8,2°C на півночі до 10,8°C на півдні. За останні 10 років середня кількість опадів становить 441 мм на рік (теплий період – 231 мм), головним чином вони випадають влітку, часто у вигляді злив. У середньому на рік припадає близько 2200 годин сонячного сяйва.

Тривалість вегетаційного періоду становить 168-210 днів з загальною сумою температур від 28°C до 34°C. Взимку переважають північні та південно-західні вітри, у літній період - північно-західні та північні. Південна частина області схильна до посух, курних буряк та суховіїв.

На лівобережжі нижнього Дунаю і у долині між Кілійським гирлом та Дністровським лиманом розташовано численні озера, включаючи прісноводні, такі як Кагул, Картал, Ялпуг, Катлабух і Китай, а також солоні озера, такі як Сасик (Кундук), Шагани, Алібей, Бурнас і Будацьке. На східній частині морського узбережжя, окрім Дністровського лиману, знаходяться закриті солоні лимани, такі як Хаджибейський, Куяльницький та інші.

Степи південної частини області перетинають зрошувальні канали. Одним із основних природних багатств області є її земельні ресурси, основною частиною яких є чорноземи з високою родючістю. Поєднання цих ґрунтів із теплим степовим кліматом створює високий агропромисловий потенціал регіону.

Агропромисловий комплекс у Одеській області охоплює понад 2,5 млн га сільськогосподарських угідь, включаючи понад 2 млн га ріллі, більше 80 тис.га виноградників і садів. Клімат краю, особливо у південній частині області, визначається посушливістю, що потребує зрошення майже 10% оброблюваних земель.

У Одеській області існує 7 адміністративних районів (рис. 2.1): Березівський, Бігород-Дністровський, Болградський, Ізмаїльський, Одеський, Подільський, Роздільнянський.

Загалом в області є 1123 сільських населених пункта, 33 селища міського типу та 19 міст, серед яких 9 міст обласного значення і 10 міст

районного значення. Кількість районних рад становить 7, а кількість територіальних громад складає 91, включаючи 19 міських рад, 25 селищних рад та 47 сільських рад.

У склад існуючих районів Одеської області увійшли наступні колишні райони:

- Подільський район – Подільський, Ананьївський, Балтський, Кодимський, Окнянський, Любашивський і Савранський;
- Березівський район – Березівський, Іванівський, Михайлівський, Ширяєвський;
- Роздільнянський район – Роздільнянський, В.Міхайлівський, Лиманський, Захарівський;
- Одеський район – Біляївський, Овідіопільський;
- Білгород-Дністровський район – Білгород-дністровський, Саратський, Татарбунарський;
- Болградський район – Болградський, Арцизький, Тарутинський;
- Ізмаїльський район – Ізмаїльський, Кілійський, Ренійський.

## 2.2 Особливості рельєфу та геоботанічне районування

**Рельєф.** Більша частина області лежить на Причорноморській низовині (рис. 2.2), на північ і північний захід Одещини заходять відроги Подільської височини [49].

Територія в основному має рівнинний рельєф, з нахилом від північного заходу на південний схід, спрямованим до узбережжя Чорного моря. Рівнину перетинають глибокі долини річок, яри та балки, особливо у межах відрогів Подільської височини, де різниця між рівнем вододілів і долинами становить у середньому 100 метрів. Протягом шляху на південь, рельєф стає більш спокійним і менше хвилястим.

У цілому, рельєф району не утруднює значно механізацію полів, будівництво промислових споруд, розширення населених пунктів та шляхів.

Невеликий загальний нахил поверхні також сприяє розвитку іригаційного будівництва.

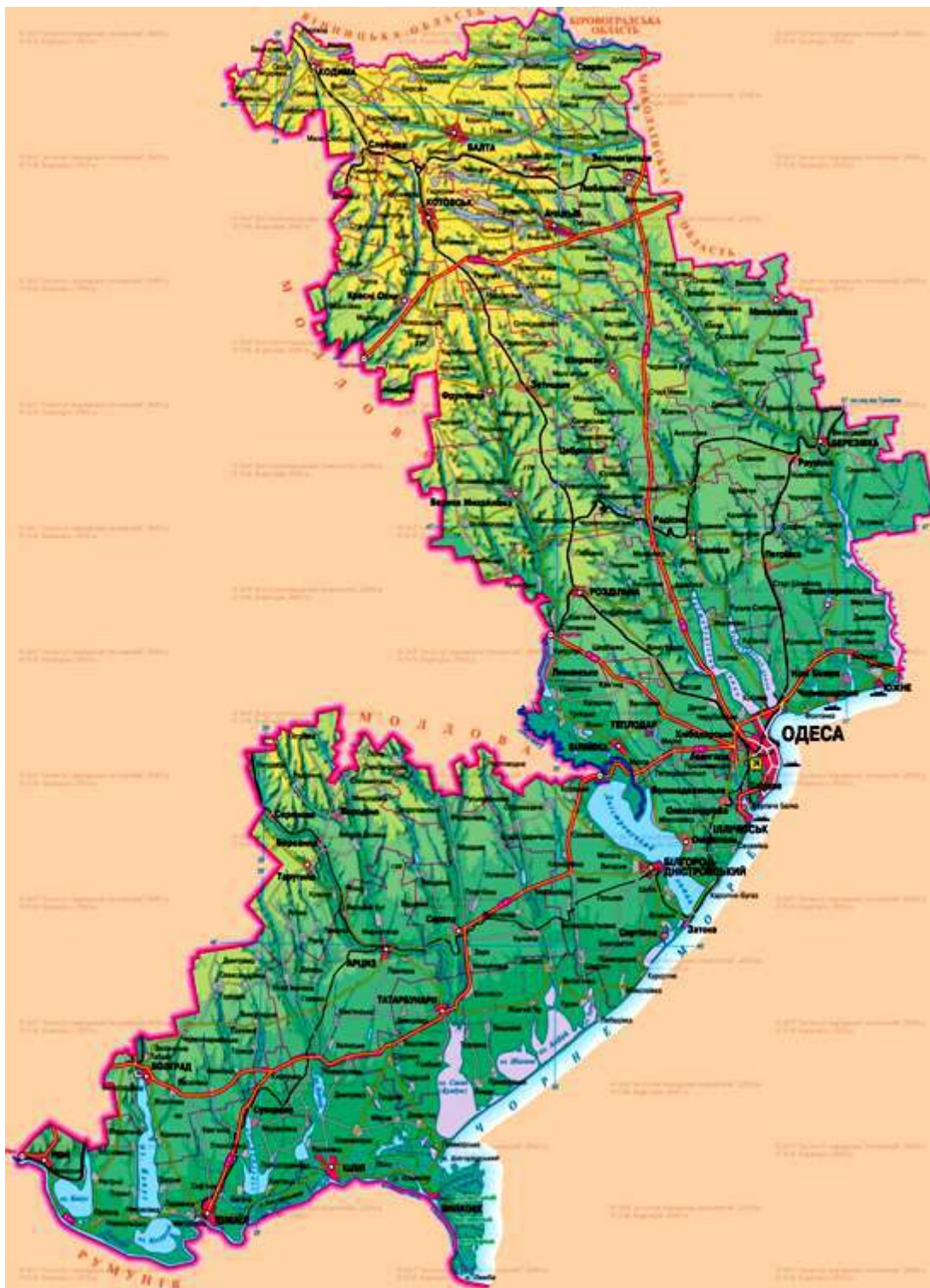


Рис. 2.2 – Рельєф Одеської області

*Геоботанічне районування.* Територія Одеської області належить до

двох геоботанічних областей (рис. 2.3): Європейсько-Сибірської лісостеповій області (Подільський район) та Євразійській степовій області (райони Березівський, Роздільнянський, Одеський, Білгород-Дністровський, Болградський та Ізмаїльський) [50].

Рослинність Подільського району належить до Дністровсько-Бузького округу дубових лісів і лугових степів (1, 2, 3, 4 на рис. 2.3) Середньо-Дністровської підпровінції Східноєвропейської провінції Європейсько-Сибірської лісостепової області. На території району зустрічаються ділянки з рослинністю придністровського варіанту лугових степів (1), з переважанням лісів над луговими степами південного варіанту (2), з переважанням лугових степів південного варіанту над лісами (3), з рослинністю вапняків (4).

До смуги різнотравно-типчакowo-ковильних степів (5, 6, 7 на рис. 2.3) Дністровсько-Бузького округу Чорноморсько-Азовської підпровінції Східно-Європейської (Понтичної) провінції Євразійської степової області відноситься територія районів: Березівського та Роздільнянського (7); Болградського і північна частина Білгород-Дністровського району (5, 6). Тут зустрічається рослинність лугово-галофітна і байрачних дубових перелісків.

До смуги типчакowo-ковильних степів (8, 9, 10, 11, 12 на рис. 2.3) Дунайсько-Дністровського і Дністровсько-Бузького округу Чорноморсько-Азовської підпровінції Східно-Європейської (Понтичної) провінції Євразійської степової області відноситься територія районів: Одеського, Ізмаїльського, Болградського і південна частина Білгород-Дністровського. На даній території зустрічається рослинність солонцюватих луків (8), галофітна (9), осоково-очеретних заплав (10) і вапняків (11).

Під рілля знаходиться 62% загальної площі області. На рис. 2.3 показано сільгоспугіддя на місці лугових степів і остепнених луків (рожевий колір), різнотравно-типчакowo-ковильних степів (помаранчевий) і типчакowo-ковильних степів (жовтий).



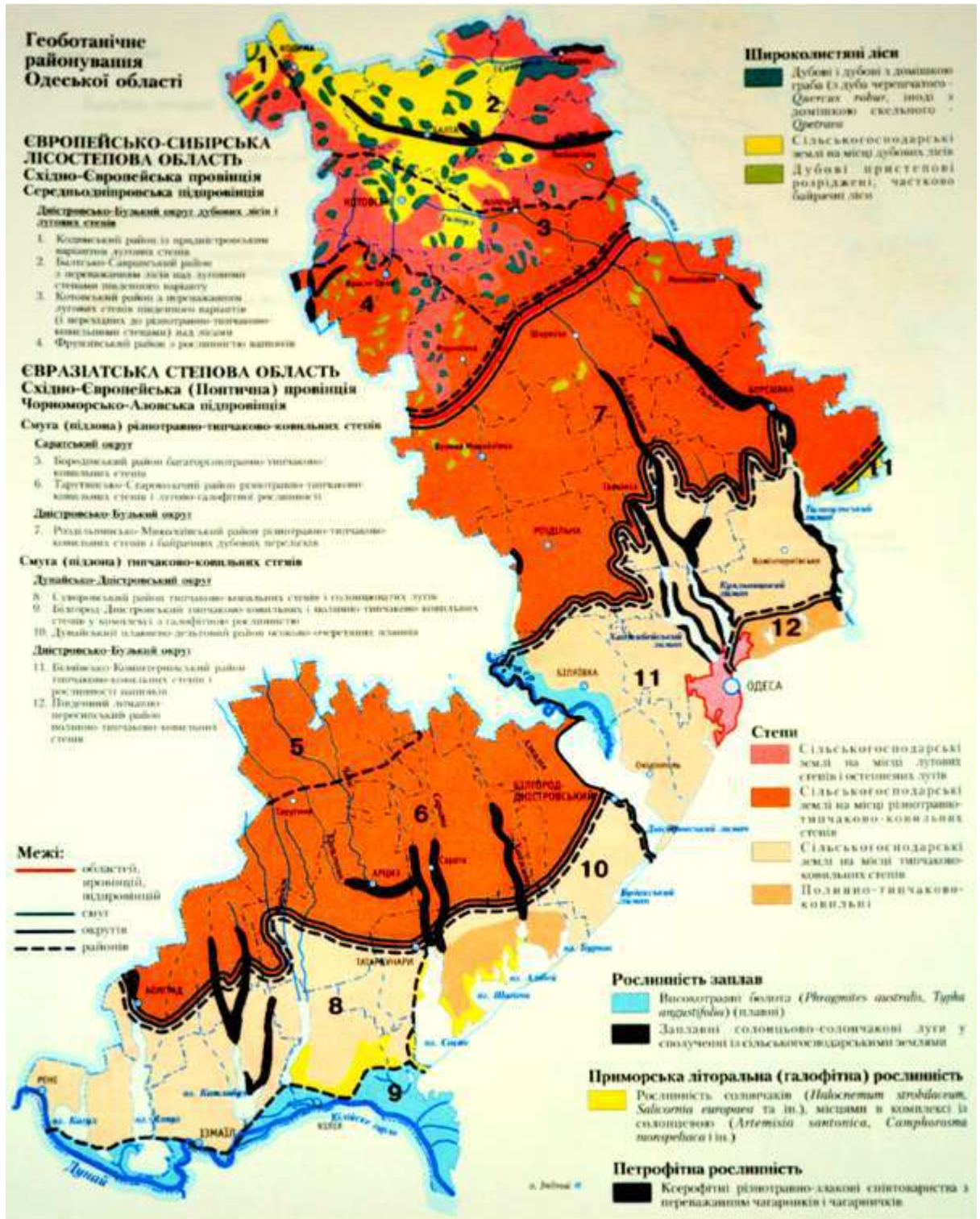


Рис. 2.3 – Геоботанічне районування Одеської області

### 2.3 Земельні ресурси та ґрунтовий покрив

*Земельні ресурси* Одеської області (3331,38 тис.га) характеризуються надзвичайно високим рівнем освоєння (табл. 2.1) [51].

Таблиця 2.1 – Земельний фонд Одеської області по основних видах угідь станом на 01.01.2022

Види основних земельних угідь та економічної діяльності	Площа земель	
	всього, тис.га	% до загальної площі області
Сільськогосподарські землі	2 588,18	77,69
Ліси та інші лісовкриті площі	223,4	6,70
Забудовані землі	199,0	5,98
Відкриті заболочені землі	76,96	2,30
Відкриті землі без рослинного покриву або з незначним рослинним покривом (кам'янисті місця, піски, яри інші)	31,0	0,93
Води (території, що покриті поверхневими водами)	210,73	6,33
Інші землі	2,1	0,07
Разом	3 331,38	100

Примітка: за інформацією Головного управління Держгеокадастру у Одеській області від 20.07.2022 № 13-15-0.61-2008/2-22

Найбільшою є питома вага земель сільськогосподарського призначення – 2 588 тис.га, з них рілля – 2077 тис.га. У структурі земель землі сільськогосподарські угіддя займають приблизно 77,7%, у тому числі рілля – 62,4%.

Землі громадського призначення займають 30,5 тис.га.

Площа земель оздоровчого призначення становить 2,0 тис.га, а площа рекреаційного призначення – 4,5 тис.га.

Землі лісгосподарського призначення, ліси та інші лісовкриті площі займають 223,4 тис.га або 6,7 % території області.

Землі водного фонду займають 210,73 тис.га або 6,33 % території області, у тому числі природні водотоки (річки та струмки) – 15,3 тис.га, озера та лимани – 167,2 тис.га, ставки – 12,1 тис.га, штучні водосховища – 7,6 тис.га, штучні водотоки (канали, колектори, канами) – 8,4 тис.га.

Землі промисловості, транспорту, зв'язку, енергетики займають

31,7 тис.га.

До порушених земель віднесено 2,4 тис.га (з них не використовуються у виробництві 1,5 тис.га).

Землі, що використовуються для транспорту та зв'язку, у цілому по Одеській області займають 25,1 тис.га.

Площа земель під твердими побутовими відходами складає 0,5 тис.га, з яких більша частина не відповідає екологічним нормам.

**Ґрунти.** Ґрунтовий покрив Одеської області поділяється на дві зони (рис. 2.4) ) [52, 53]:

- лісостепова (ЛС) зона потужних чорноземів і ґрунтів підзолистих та реградованих (Подільський район);
- степова (С) зона з двома підзонами:
  - підзона північного степу (СА) чорноземів звичайних (райони: Березівський, Роздільнянський, частина Одеського, Болградський і частина Білгород-Дністровського);
  - підзона південного степу (СБ) чорноземів південних (райони: більша частина Одеського, Ізмаїльський, Болградський і частина Білгород-Дністровського).

Найбільшу площу у Подільському районі (зона ЛС) займають чорноземи: потужні мало- і середньогумусні; реградовані потужні мало- і середньогумусні; чорноземи на щільних глинах; потужні мало- і середньогумусні карбонатні; підзолисті.

У підзоні СА (Березівському, Роздільнянському районах і північної частині Одеського району) зустрічаються чорноземи: звичайні середньогумусні могутні; звичайні середньогумусні середньопотужні; звичайні середньогумусні малопотужні; звичайні малогумусні середньопотужні; звичайні малогумусні малопотужні.

У підзоні СА (Болградському, північної частині Білгород-Дністровського районах) присутні чорноземи: звичайні малогумусні могутні міцелярно-карбонатні; звичайні малогумусні середньопотужні міцелярно-



карбонатні; звичайні малогумусні малопотужні міцелярно-карбонатні, звичайні малогумусні малопотужні.

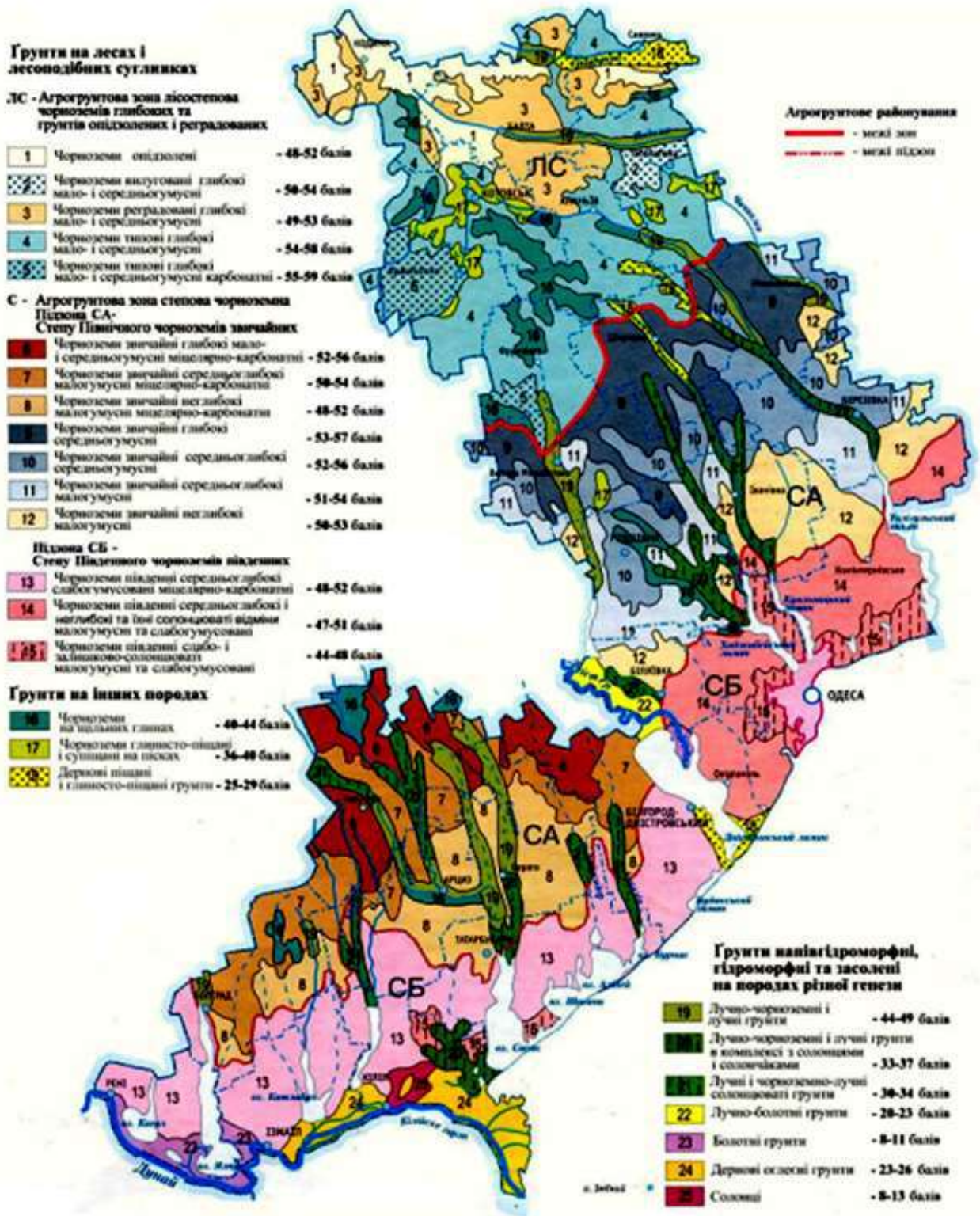


Рис. 2.4 – Карта-схема ґрунтів Одеської області [52, 53]



У підзоні СБ (райони: південна (більша) частина Одеського, Ізмаїльський, Болградський і південна частина Білгород-Дністровського) складають: чорноземи південні середньо потужні слабогумусовані міцелярно-карбонатні; лучно-чорноземні ґрунти у комплексі з солончаками; солонці; чорноземи південні мало гумусні середньо- і малопотужні; чорноземи південні мало гумусні залишкове солонцювати.

## 2.4 Агрокліматичні умови

Сільськогосподарська оцінка клімату враховує різноманітні фактори, пов'язані з агрометеорологічними умовами вирощування сільськогосподарських культур. До основних агрокліматичних параметрів, які враховуються при оцінці, входять [54]:

1. Світлові і термічні ресурси вегетаційного періоду: оцінка сонячного випромінювання, температурного режиму та їх вплив на розвиток рослин протягом вегетаційного періоду.

2. Умови зволоження: оцінка вологості ґрунту та атмосфери протягом вегетаційного періоду, включаючи кількість опадів та доступність вологи для рослин.

3. Частота і повторність несприятливих погодних явищ: аналіз імовірності та впливу несприятливих явищ, таких як заморозки, посухи, град, на урожай.

4. Умови перезимівлі рослин: оцінка температурних умов взимку, включаючи абсолютні мінімуми температур, суми від'ємних температур та глибину промерзання ґрунту.

5. Несприятливі метеорологічні явища: врахування таких явищ, як урагани, зливи, тумани тощо, що можуть впливати на сільське господарство.

6. Мікроклімат в умовах гористого рельєфу: оцінка впливу географічних особливостей, таких як гори, на агроклімат.

До агрокліматичних показників потреби рослин у теплі входять суми

активних і ефективних температур. Забезпечення рослин вологою оцінюється через суми опадів та запаси продуктивної вологи у ґрунті. Агрокліматичні показники умов перезимівлі рослин включають абсолютний мінімум температури повітря і ґрунту, середні із абсолютних мінімумів, суми від'ємних температур та інші параметри, що впливають на зимування рослин.

Одеська область за агрокліматичними умовами поділяється на чотири зони, кожна з яких має свої характеристики. Межі зон співпадають з межами геоботанічних провінцій та смуг і з особливостями розподілу ґрунтів на території області (рис. 2.2-2.4).

*Північна агрокліматична зона* включає у себе Подільський район і характеризується помірно-теплим кліматом. Рослини у цьому регіоні мають найменшу теплозабезпеченість, що вимірюється сумою позитивних температур повітря вище 10°C протягом вегетаційного періоду, яка становить 2850-2950°C [55, 56]. Середня температура повітря о 13 годині у липні коливається від 24 до 27°C. Максимальна температура повітря може досягати 37–39°C.

Опади у цьому регіоні за вегетаційний період, коли температура вище 10°C, становлять 250–300 мм. Тривалість періоду без морозу складає 170–180 днів на рік. Північні частини зони мають менший безморозний період. Умови для перезимівлі рослин характеризуються середнім із абсолютних річних мінімумів температури повітря, який зменшується з півдня на північ, варіюючись від мінус 20 до мінус 23°C. У окремі роки температура повітря може знижуватися до мінус 30–33°C. Важливо відзначити, що це єдиний агрокліматичний район області, де формується стійкий сніговий покрив.

*Перша центральна агрокліматична зона* охоплює райони: Березівський і Роздільнянський райони. Ця зона має теплий клімат. Теплозабезпеченість рослин у районі – 3000-3150°C [55, 56]. Середня температура повітря о 13 годині у липні збільшується у напрямку з північного-заходу на південний схід, коливаючись від 26 до 28°C. Максимальна температура повітря може досягати 38–39°C.



Рис. 2.5 – Агрокліматичні зони Одеської області

Тривалість безморозного періоду у цьому районі складає 170–190 днів на рік. Середній із абсолютних річних мінімумів температури повітря, який визначає умови перезимівлі рослин, становить від мінус 20 до мінус 22°C. У

окремі роки температура повітря може знижуватися до мінус 29–31°C. Сніговий покрив у цьому районі нестійкий.

Кількість опадів за період із температурами вище 10°C становить 240–280 мм.

*Друга центральна агрокліматична зона* охоплює Одеський район і північні частини Болградського та Білгород-Дністровського районів. Цей регіон має дуже теплий клімат. Теплозабезпеченість рослин у зоні – 3200–3350°C [55, 56]. Середня температура повітря о 13 годині у липні складає 27°C. Максимальна температура повітря може досягати 38–39°C.

Тривалість безморозного періоду у цій зоні становить 200 днів на рік. Умови перезимівлі рослин кращі, ніж у північних зонах. Середній із абсолютних річних мінімумів температури повітря становить мінус 18–20°C. У окремі роки спостерігалися зниження мінімальної температури повітря до мінус 28–30°C. Сніговий покрив ще більш нестійкий. Умови волого забезпечення рослин гірші, ніж у перших двох зонах. Кількість опадів за період із температурами вище 10°C становить 215–240 мм.

*Південна агрокліматична зона* охоплює Ізмаїльський район і південні частини Білгород-Дністровського і Болградського районів. Ця зона має жаркий клімат з високими температурами. Теплозабезпеченість рослин у зоні – більш 3400°C [55, 56]. Середня температура повітря о 13 годині у липні становить приблизно 27°C, а максимальна температура може досягати 36–39°C.

Тривалість безморозного періоду у цьому регіоні складає 210 днів на рік. Умови перезимівлі рослин вважаються найкращими серед усіх агрокліматичних зон. Середній із абсолютних річних мінімумів температури повітря становить мінус 17–18°C, проте у окремі роки спостерігалися зниження мінімальної температури повітря до мінус 27–28°C. Сніговий покрив утворюється лише у окремі роки. Кількість опадів за період із температурами вище 10°C становить 200–230 мм.

## 2.5 Особливості іригаційної системи Одеської області

*Історія розвитку іригаційної системи* [57]. Розвиток іригаційної системи Одеської області почався у післявоєнний період. Спочатку з 1948 по 1957 роки побудовані: у Кілійському районі – Василівська зрошувальна система; у Біляївському – Шкодогорська; у Ізмаїльському та Кілійському районах – зрошувальна система на острові Кислицькому.

Усього зрошувалось 23,5 тис.га сільгоспугідь.

З 1961 року починається інтенсивний розвиток меліорації земель:

- з 1961 по 1975 рр. на площі 32,2 тис.га у Кілійському, Татарбунарському та Арцизькому районах побудовано Татарбунарська міжрайонна зрошувальна система (ЗС);

- 1965-1983 рр. побудовано Нижньо-Дністровська міжрайонна ЗС на площі 37,5 тис.га у Біляївському та Овідіопольському районах;

- з 1966 по 1973 роки на площі 13,7 тис.га були побудовані рисові зрошувальні системи у Дунайських плавнях;

- 1969-1974 рр. у Ізмаїльському районі на площі 10 тис.га – Суворовська ЗС;

- 1974-1977 рр. на площі 7,6 тис.га у Кілійському районі – Червоноярська;

- 1976-1991рр. на площі 48,3 тис.га побудовано Дунай-Дністровська міжрайонна ЗС;

- 1988-1989 рр. на площі 11,4 тис.га побудовано Білгород-Дністровська ЗС. Крім того, у області побудована 6271 га осушувальна система у заплавах річок Великий Куяльник та Когильник.

Усього з 1961 по 1995 роки побудовані сім великих державних зрошувальних систем та багато невеликих державних зрошуваних систем та ділянок малого зрошення.

До 1960 року у області існувало три системних управління: Придунайське (м.Кілія) створено у 1949 році; Шкодогорське (м.Одеса) –

1949 р.; Маяко-Біляївське (с.Маяки) – 1957 р.

В 1968 році було створене четверте управління ЗС – Татарбунарське, а у 1972 році Суворівське – п'яте управління ЗС.

У кінці 80-х років в Одеській області було створено додатково п'ять управлінь ЗС для оперативного керівництва зростаючим гідромеліоративним комплексом. Зокрема, ці управління включали Балтське, Болградське, Саратське, Білгород-Дністровське та Овідіопольське управління ЗС.

У 1985 році Шкодогорське Управління зрошувальних систем було ліквідоване, і його зона обслуговування передана до Балтського Управління ЗС.

У 1998 році до складу Облводгоспу увійшла Одеська гідролого-меліоративна експедиція, яка здійснювала гідрологічне та меліоративне обслуговування меліоративних земель області.

У 2005 році управління зрошувальних систем були перейменовані в управління водного господарства через розширення завдань щодо управління водними ресурсами у районах.

***Опис іригаційних систем Одеської області.*** До складу Басейнового управління водних ресурсів річок Причорномор'я та нижнього Дунаю входять: 4 міжрайонні управління водного господарства (МУВГ) (Білгород-Дністровське, Болградське, Дністровське, Кілійське); управління водного господарства Ізмаїльське, а також відокремлений підрозділ "Причорноморський центр водних ресурсів та ґрунтів".

Станом на 2020 рік в області нараховується 231 тис.га меліорованих земель, з них 227 тис.га зрошуваних земель, з яких 220 тис.га займають державні зрошувальні системи. Зрошувальні мережі простяглися на 5182,3 км. З них великі магістральні канали та трубопроводи, що знаходяться на балансі БУВР – 953,5 км.

На зрошувальній мережі розміщено 8414 гідротехнічних споруд, з яких державних – 2849. Воду на систему подають 216 державних насосних станцій.

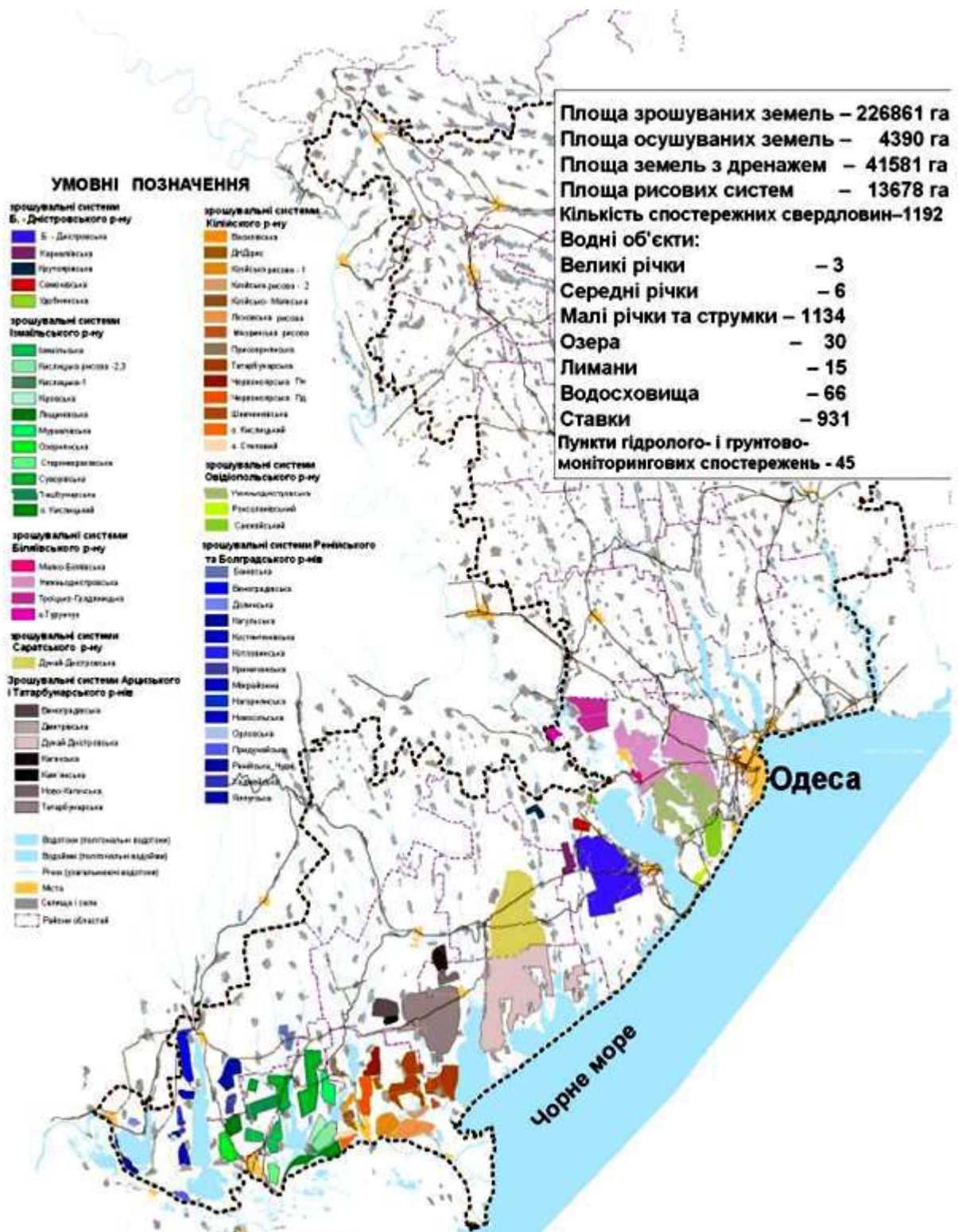


Рис. 2.6 – Карта-схема зрошувальних систем Одеської області [53]

Усі зрошувальні системи Одеської області (рис. 2.6) розташовані у зоні південного степу (рис. 2.4) і частково – у зоні північного степу у смуги від Тилігульського лиману до Кілійського гирла Дунаю.

Дністровське МУВГ (експлуатаційні дільниці: Маяцька, Березанська,



Троїцька та Овідіопольська) [58].

Розпочато будівництво Дністровськї ЗС у 1956 р. Здано у експлуатацію 2,20 тис.га зрошуваних земель у 1957 р. У тому ж 1957 р. було організовано Маяко–Біляївське управління ЗС, яке у 1965 році стало називатися Дністровське управління ЗС.

В 1967 році площа зрошення вже була – 6,39 тис.га. У 1971 році введена в експлуатацію перша черга Нижньо-Дністровської зрошувальної системи (НДЗС). Площа зрошення збільшилась до 15,9 тис.га. У 1979 році здана в експлуатацію друга черга НДЗС (11,3 тис.га).

В 2005 році Дністровське управління ЗС перейменовано у Дністровське міжрайонне управління водного господарства (МУВГ).

Дністровське МУВГ:

- 1) Нижньо-Дністровська ЗС (20,8 тис.га);
- 2) Маяцько-Біляївська ЗС (1,31 тис.га);
- 3) ЗС о. Турунчук (1,13 тис.га);
- 4) Троїцько-Граданицька ЗС (4,05 тис.га);
- 5) Мале зрошення (1,09 тис.га);
- 6) Роздільнянський (0,54 тис.га);
- 7) Овідіопільська (2,57 тис.га);

Усього Дністровське МУВГ – 31,5 тис.га.

Колекторно дренажна мережа: Нижньо-Дністровська ЗС – 508 км; Троїцько-Граданицька ЗС – 10 км; ЗС о. Турунчук – 24 км.

Водний фонд Дністровської МУВГ [59]: річки – р. Дністер (86,7 км); р. Турунчук (34,4 км); р. Барабой (33 км); р. Акаржанка (22 км); р. В.Куяльник (41 км); р. М.Куяльник (24 км); озера у кількості 16 шт. загальною площею 802 га, найбільше оз. Тудорово; водосховища: Біляївське при НІР площею – 53 га та об'ємом – 930 тис. м<sup>3</sup>; Барабойське при НІР площею 381 га та об'ємом 21,4 тис. м<sup>3</sup>; Балтське при НІР площею 172 га та об'ємом 3910 тис. м<sup>3</sup>; Санжейське при НІР площею 67,3 га та об'ємом 793 тис. м<sup>3</sup>; лимани: Кучурганський площею 1100 га; Хаджибейський пл. 9700а;



Дністровський 6000 га.

Підземні води не використовуються.

У 2023 році полито близько **10,0** тис.га.

**Білгород-Дністровське МУВГ [60]** (дільниця: № 1; № 2; Саратська) райони: Білгород-Дністровський, Саратський, Татарбунарський.

Побудовано Білгород-Дністровську зрошувальну систему було у 1986 році. Площа зрошувальних земель району складає 14,5 тис.га, вода для зрошення подається з р. Дністер по каналах загальною довжиною 49,7 км, по трубопроводу загальною довжиною 20 км та внутрішньо господарської мережі – 346,7 км. Головним джерелом водопостачання води для зрошення є вода з р. Дністер. Головний водозабір РЗУ знаходиться на території Молдови. Вода по підвідному каналу довжиною 8,3 км ( який частково теж територія Молдови) з р. Дністер подається до головної насосної станції, а далі по трубопроводу та відкритим каналах – на поля сільгоспвиробників Білгород-Дністровського району.

Водний фонд [61]. На території району знаходиться 29 штучних водойм. З них 7 ставків місцевого значення, 19 ставків загальнодержавного значення та 3 водосховища. З півдня на північ вода для зрошення подається 2-ма каналами: підвідним та магістральним.

По території Білгород-Дністровського району протікає 3 річки (Алкалія, Каплань, Хаджидер), які відносяться до басейну річок Причорномор'я та р. Дністер. На території району знаходиться 3 водосховища, це такі як Монашенське, Руськоіванівське та Карналіївське, а також 26 ставків.

В зоні діяльності Саратської дільниці (Саратський і Тарутинський райони) нараховується 5 водосховищ сумарною площею – 762 га, об'ємом – 18,5 млн м<sup>3</sup>:

- По Саратському району нараховується 4 водосховища, сумарною площею – 669 га, об'ємом – 16,4 млн м<sup>3</sup>, у тому числі: Хаджидерське водосховище, площа – 460 га, об'єм – 11,8 млн м<sup>3</sup>; Введенське водосховище,

площа – 96 га, об'єм – 1,96 млн м<sup>3</sup>; Фараонівське водосховище, площа – 47 га, об'єм – 1,25 млн м<sup>3</sup>; Плахтіївське водосховище, площа – 66 га, об'єм – 1,38 млн м<sup>3</sup>.

- По Тарутинському району нараховується 1 – Вільненське водосховище, сумарна площа – 93,5 га, об'єм – 2,06 млн м<sup>3</sup>.

В зоні діяльності дільниці нараховується 66 ставків сумарною площею – 754 га, об'ємом - 15,4 млн м<sup>3</sup>:

- по Саратському району – 11 ставків сумарною площею – 161 га і об'ємом – 4,87 млн м<sup>3</sup>;

- по Тарутинському району – 55 ставків сумарною площею – 594 га і об'ємом – 10,5 млн м<sup>3</sup>.

Всі річки Саратовського та Тарутинського районів відносяться до річок загальнодержавного значення. До середніх річок відноситься – Когильник (загальна протяжність 61,4 км). До малих річок відносяться: Сарата, Хаджидер, Чилігидер, Копчак, Бабій, Джалаір, Джалар, Сака, Чага, Скіноса, Аліяга, Ісарлія, Киргиж, Киргиж-Китай, Анчокрак, Арса, Каплань, Кантемір, Кальное, Новоселівка. Загальна кількість малих річок 20 шт., протяжність малих річок становить 524 км.

За даними МУВГ площа полива у 2023 році становить **6,70** тис.га

**Болградське МУВГ** (дільниці: Криничненська (1,07 тис.га) і Ренійська (2,44 тис.га)) [62].

Болградське МУВГ [63] створено у 1988 р. на підставі наказу Міністерства меліорації і водного господарства УРСР (нині Державне агентство водних ресурсів України) від 16.03.88 р. № 44 та відповідно до наказу Одеського обласного виробничого управління меліорації та водного господарства (нині Басейнове управління водних ресурсів річок Причорномор'я та нижнього Дунаю) від 19.04.1988 року № 55-П. До складу управління входять Криничненська експлуатаційна дільниця (с. Криничне Болградського району) і Ренійська експлуатаційна дільниця (с. Нагірне Ренійського району Одеської області). Управління обслуговує зрошувальні

землі та контролює використання водних об'єктів, які розташовані у Болградському та Ренійському районах Одеської області.

Болградське МУВГ обслуговує 15,5 кілометрів каналів та три шлюзи, що розміщені на цих каналах [62].

Підвідні та транспортуючі канали, які входять до захисного фронту української ділянки річки Дунай, призначені для самопливного наповнення водою із р. Дунай, під час проходження паводків, до НПР Придунайських водосховищ, а саме Кагул, Картал, Кугурлуй та Ялпуг.

Процес водообміну регулюється шлюзами, які встановлені на каналах: шлюзи-регулятори «Вікета», «Орловський», «Лузарса» та «Прорва».

Канал «Вікета» протяжністю 3,3 км, у тому числі підвідний – 1,2 км, а транспортуючий – 2,1 км – служить для поповнення водосховища Кагул, максимальна пропускна здатність 63 м<sup>3</sup>/с.

Канал «Орловський» протяжністю 1,5 км, у тому числі підвідний – 0,2 км, а транспортуючий – 1,3 км – служить для поповнення водосховищ Кагул та Картал, у подальшому Ялпуг – Кугурлуй. Максимальна пропускна здатність 50 м<sup>3</sup>/с.

Канал «Прорва» протяжністю 2,9 км, у тому числі підвідний – 0,05 км, а транспортуючий – 2,85 км – служить для поповнення водосховища Картал, у подальшому Ялпуг – Кугурлуй. Максимальна пропускна здатність 50 м<sup>3</sup>/с.

Канал «Лузарса» протяжністю 3,3 км – це продовження каналу Орловський, служить для поповнення водосховища Картал, максимальна пропускна здатність 45 м<sup>3</sup>/с.

Канал «Руська» протяжністю 4,5 км – продовження каналу Орловський, служить для поповнення водосховища Кагул.

Водний фонд Болградського району становив 5170 га. Площа озера Ялпуг на території району – 3850 га. Озеро є єдиним джерелом питної води для міста Болград. На території району розташовані 20 ставків і 5 водосховищ. Територією району протікають 4 малі річки: Ялпуг, Великий Катлабуг, Малий Катлабуг і Ташбунар. Загальна протяжність малих річок і

струмків на території району – 378 км. Для забезпечення господарських і питних потреб населення у районі є 49 артезіанських свердловин, 241 шахтний колодязь загального користування й 11 каптажів.

Водний фонд Ренійського району становить близько 339 км<sup>2</sup>. На території розташовані озера Кагул (площа змінюється сезонно від 82 до 93,5 км<sup>2</sup>.), Картал (15 км<sup>2</sup>), Ялпуг (149 км<sup>2</sup>), Кугурлуй (82 км<sup>2</sup>), протікає річка Дунай. Загальна площа озер становить майже половину території району.

Кількість политих земель у 2023 році дорівнювала 2,25 тис.га.

**Кілійське МУВГ [64]** експлуатаційні ділянки: Кілійська, Татарбунарська, Дунай-Дністровська. Поливних угідь 93,4 тис.га на 25 ЗС Ізмаїльського (Кілійського), Білгород-Дністровського (Татарбунарського) і Болградського (Арцизького) районів, у тому числі 10,9 тис.га рисових систем. Основні джерела зрошення: р. Дунай, оз. Китай; Нерушайське, Козійське, Дмитрівське, Кагачське водосховища.

Кілійський район: рисові зрошувальні системи (РЗС) (Кілійська – 4832 га; Лісківська – 3860 га; Мічурінська – 1020 га; Кілійсько-Маякська – 1030 га; ВНДІрис – 135 га) усього 10870 га; ЗС (Василівська – 1690 га; о. Кислицький – 1630 га; о. Степовий – 607 га; Татарбунарська 12700 га; Черноокнянська – 7620 га; Шевченківська – 999 га; Приозернянська – 1220 га; Міжгосподарська – 144 га; мале зрошення – 882 га) усього 27,5 тис.га;

Татарбунарський і Арцизький райони: ЗС (Татарбунарська – 19500 га; Віноградівська – 1830 га; Кагачська – 1730 га; Дунай-Дністровська – 29200 га; Ново-Кагачська – 1270 га; Ново-Каменська – 342 га) усього – 55,0 тис.га.

Усього Кілійським МУГВ у 2023 р. було полито **12,5** тис.га сільгоспугідь; підготовлено до роботи 143 км зрошувальних каналів.

**Ізмаїльське УВГ [65]** (ділянки № 1, 2, 3).

Водний фонд: оз. Катлабух об'єм при НПУ 131 млн м<sup>3</sup>; вдсх Саф'яни, Лощинівське вдсх, оз. Лунг. Канали: Громадський; Желявський; Кислиця.

В 2023 р. полито **8,38** тис.га.

*Сучасний стан іригаційної системи.* Площа зрошуваних земель Одеської області становить 227 тис.га, що складає 11% [66] загальної кількості сільгоспугідь. Система іригації області зношена більш ніж на 80% і потребує відновлення. Більшість каналів замулена, і їх живий перетин не пропускає проектні витрати води.

Басейн р. Дністер площа зрошення **23,4** тис.га, дренаж – 4,70 тис.га

В басейні р. Дунай площа зрошуваних [67] земель складає **116** тис.га, у тому числі РЗС – 13,7 тис.га, площ земель з дренажем – 28,0 тис.га. (Кілійське МУВГ – 93,4 тис.га; Ізмаїльське 22,6 тис.га)

Басейн річок Причорномор'я **87,5** тис.га ЗС, дренаж – 9,28 тис.га. Усього – 227 тис.га.

Басейн Південний Буг осушуваних земель 95 га

За даними на 2023 рік в Одеській області було полито близько 40 тис.га, що становить 18% від загальної кількості зрошуваних сільгоспугідь: Дністровське МУВГ – 10,0 тис.га; Білгород-Дністровське МУВГ – 6,70 тис.га; Болградське МУВГ – 2,25 тис.га; Кілійське МУВГ – 12,5 тис.га; Ізмаїльське УВГ – 8,38 тис.га.

Таблиця 2.2 – Площа зрошення по останніх роках по Білгород-Дністровському МУВГ [57]

Рік	2021	2022	2023
Площа зрошення., тис.га	5,72	4,95	<b>6,70</b>
Об'єм води, тис. м <sup>3</sup>	436	1130	1030

Таблиця 2.3 – Площа зрошення по Болградському МУВГ [59]

Рік	2021	2022	2023
Площа зрошення., тис.га	2,12	3,86	<b>2,25</b>
Об'єм води, тис. м <sup>3</sup>	3160	4010	3150

За даними Дністровського і Болградського МУВГ у 2021 році площа поливу складала приблизно 5,72 і 2,12 тис.га відповідно, а у 2022 році 4,95 і

3,86 тис.га (табл. 2.2, 2.3).

У 2021 році Департаментом аграрної політики, продовольства та земельних відносин Одеської ОВА було ініційовано відновлення, реконструкція та модернізація зрошувальних систем у Болградському, Білгород-Дністровському, Ізмаїльському та Одеському районах.

У 2022 році Одеська обласна державна адміністрація завершила розробку дванадцяти проектів реконструкції зрошувальних систем у регіоні:

- капітального ремонту міжгосподарських каналів гідротехнічних споруд та технічного переоснащення насосної станції Мічуринаської РЗС (рисової зрошувальної системи);

- капітального ремонту міжгосподарських каналів та гідротехнічних споруд та технічного переоснащення насосної станції Лісківської РЗС;

- капітального ремонту магістрального трубопроводу Ташбунарської ЗС;

- реконструкції насосних станцій НСП-1, НСП-2, НСП-3, НСП-6 Суворовської ЗС;

- капітального ремонту міжгосподарських каналів гідротехнічних споруд Кілійської РЗС;

- реконструкції магістрального каналу Ізмаїльської ЗС;

- капітального ремонту та технічного переоснащення насосних станцій ЗНС-7 та ЗНС-6 Татарбунарської ЗС;

- капітального ремонту та технічного переоснащення НС-1 «Перемога» Котловинської ЗС;

- капітального ремонту напірного трубопроводу НСОКП – ПП «Банівка» Банновської ЗС;

- реконструкції магістрального каналу Нагірнянської зрошувальної системи;

- реконструкції насосних станцій та гідротехнічних споруд Білгород-Дністровської зрошувальної системи;

- реконструкції насосних станцій НС-1 та НСП-2 та гідротехнічних

споруд Троїцько-Граданицької ЗС.

**Висновки до розділу 2.** У розділі дана загальна характеристика природних умов Одеської області, особливості її рельєфу і ґрунтового покриву, агрокліматичні умови та особливості іригаційної системи. По розділу 2 можна зробити такі висновки:

1. Одеська область розташована на південному заході України, має кордони із Миколаївською на сході, Кіровоградською та Вінницькою на півночі, а також межує з Молдовою на заході та Румунією на південному заході, омиваючись Чорним морем на південному сході. Територія області становить 33,3 тис. кв. км. Населення складає 2280 тис. осіб, з густотою населення 68,6 осіб на 1 кв. км. З цього числа, 1230 тис. осіб проживають у містах, а 1060 тис. осіб – у селах. Область поділена на 7 (раніше 26) адміністративних районів, міста, селища міського типу, та 1239 сільських населених пунктів.

2. Територія в основному має рівнинний рельєф, з нахилом від північного заходу на південний схід, спрямованим до узбережжя Чорного моря. Рівнину перетинають глибокі долини річок, яри та балки, особливо у межах відрогів Подільської височини, де різниця між рівнем вододілів і долинами становить у середньому 100 метрів. Протягом шляху на південь, рельєф стає більш спокійним і менше хвилястим.

3. Територія області належить до двох геоботанічних областей: Європейсько-Сибірської лісостепової області (Подільський район) та Євразійської степової області (райони Березівський, Роздільнянський, Одеський, Білгород-Дністровський, Болградський та Ізмаїльський).

4. Земельні ресурси Одеської області (3330 тис.га) характеризуються надзвичайно високим рівнем освоєння. Найбільшою є питома вага земель сільськогосподарського призначення – 2590 тис.га (77,7%), з них рілля – 2080 тис.га (62,4%).

5. Ґрунтовий покрив Одеської області поділяється на дві зони:

лісостепову зону потужних чорноземів і ґрунтів підзолистих та реградованих (Подільський район); степову зону з двома підзонами – степу північного (райони: Березівський, Роздільнянський, частина Одеського, Болградський і частина Білгород-Дністровського) і степу південного (райони: більша частина Одеського, Ізмаїльський, Болградський і частина Білгород-Дністровського) з чорноземи звичайними (середньогумусними, малогумусними, міцелярно-карбонатними, могутніми; середньо- і малопотужними), з чорноземами південними (малогумусними, слабогумусованими, середньопотужними, міцелярно-карбонатними, залишково-солонцюватими) і лучно-чорноземні ґрунти у комплексі з солончаками та солонцями.

6. Агрокліматичні умови Одеської області поділяються на чотири зони (північну, центральну з першою і другою підзонами та південну). Межі зон співпадають з межами геоботанічних провінцій та смуг і з особливостями розподілу ґрунтів на території області. Зони відрізняються за сумою позитивних температур повітря вище 10°C протягом вегетаційного періоду; за середньою температурою повітря о 13 годині; за максимальною температурою повітря, тривалістю безморозного періоду, середнім мінімумом температури повітря та іншими показниками.

7. До складу Басейнового управління водних ресурсів річок Причорномор'я та нижнього Дунаю входять 4 міжрайонні управління водного господарства (МУВГ): Білгород-Дністровське, Болградське, Дністровське, Кілійське та одне управління водного господарства (УВГ) – Ізмаїльське.

8. Усі зрошувальні системи Одеської області розташовані у зоні південного степу від Хаджибейського лиману до Кілійського гирла Дунаю. Площа зрошуваних земель Одеської області становить 227 тис.га, що складає 11% загальної кількості її сільгоспугідь.

9. Система іригації області зношена більш ніж на 80% і потребує відновлення. Більшість каналів замулена, і їх живий перетин не пропускає



проектні витрати води. За даними на 2023 рік в Одеській області було полито близько 40 тис.га, що становить 18% від загальної кількості зрошуваних сільгоспугідь: Дністровське МУВГ – 10,0 тис.га; Білгород-Дністровське МУВГ – 6,70 тис.га; Болградське МУВГ – 2,25 тис.га; Кілійське МУВГ – 12,5 тис.га; Ізмаїльське УВГ – 8,38 тис.га.

### 3 СУЧАСНИЙ СТАН ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ У РАЙОНАХ РОЗТАШУВАННЯ МАСИВІВ ЗРОШЕННЯ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

#### 3.1 Якість поверхневих вод у районах розташування масивів зрошення

Поверхневі водні об'єкти Одеської області знаходяться у межах чотирьох басейнів: Дунаю, Дністра, Південного Бугу і річок Причорномор'я. Усі масиви зрошення Одещини розташовані в басейнах Дунаю, Дністра та річок Причорномор'я (рис. 2.6), у причорноморської смузі південного степу від Хаджибейського лиману до Кілійського гирла Дунаю.

Програма державного моніторингу поверхневих вод включає спостереження на 20 водних об'єктах у 25 пунктах (рис. 3.1):

1) басейн річки Дністер:

р. Дністер – 2 створи: м. Біляївка – питний водозабір станції «Дністер»,  
с. Маяки – ГНС Нижньо-Дністровської ЗС;

річки: Турунчук, Білоч, Окна, Ягорлик, Кучурган по 1 створу;

Кучурганське водосховище – 2 створи (с. Граданиці, с. Кучурган);

2) басейн річки Південний Буг:

річка Кодима – 1 створ;

4) басейн річок Причорномор'я:

малі та середні річки: Барабой, Чага, Каплань, В.Куяльник,  
М.Куяльник. Алкалія, Тилігул – по 1 створу;

річки Когильник, Сарата, Хаджидер – по 2 створи;

водосховище Сасик – 2 створи: канал Дунай-Сасик, ГНС-2;

3) басейн річки Дунай:

річки Киргиз-Китай і Великий Ялпуг – по 1 створу.

На рис. 3.1 показані басейни річок (межі басейнів проведені світло-блакитними лініями) та пункти спостережень державного і відомчого моніторингу вод, які відмічені білими крапками.

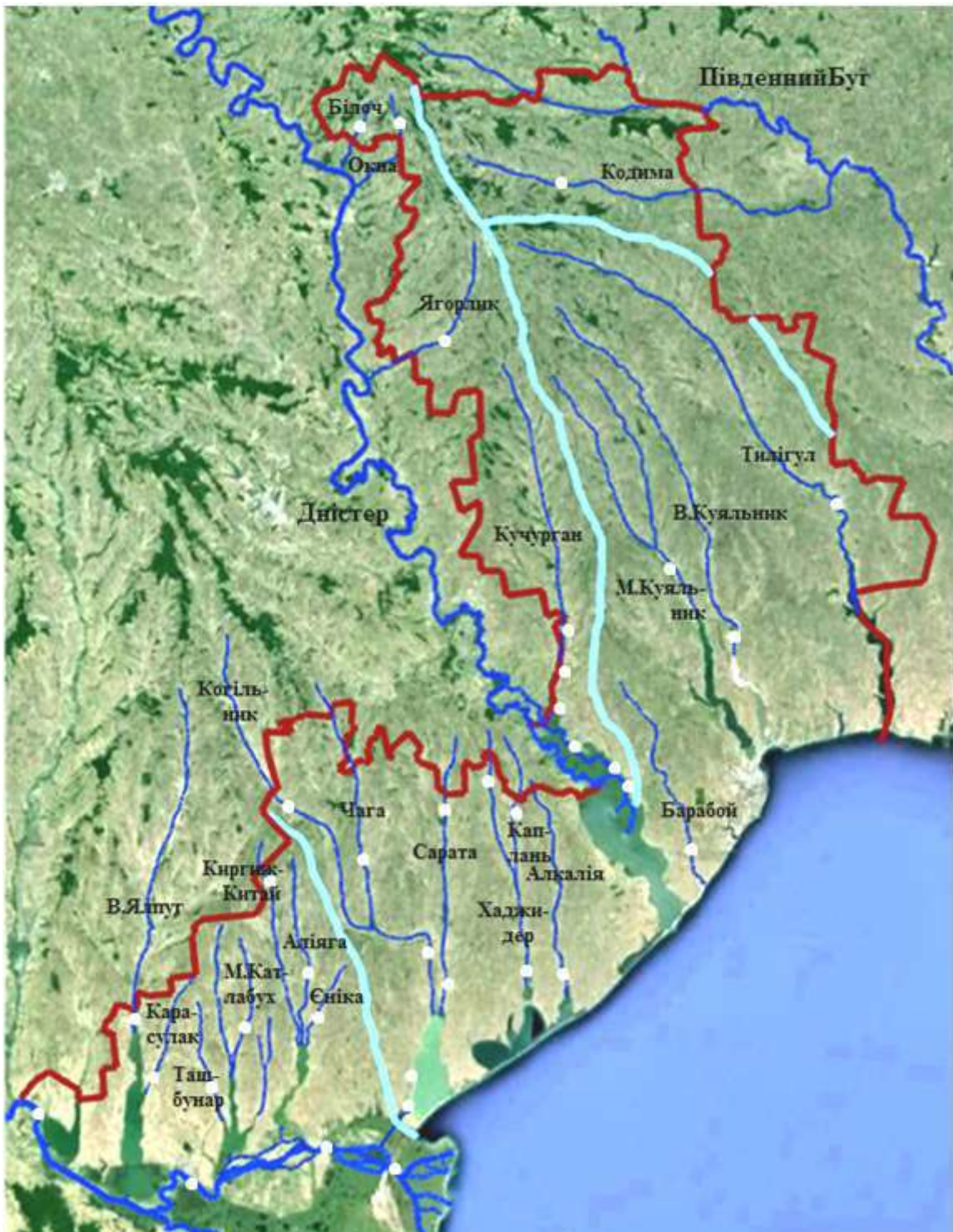


Рис. 3.1 – Басейни річок і розташування пунктів спостережень за якістю вод на території Одеської області (супутниковий знімок)

Аналіз іригаційних властивостей водних об'єктів виконано на основі результатів щомісячних спостережень БУВР з 2007 по 2019 роки. Усього за зрошувальний період року оброблено дані на 25 пунктах спостережень, з

яких були отримані такі показники як:  $pH$ , загальна мінералізація,  $CO_3^{2-}$ ,  $HCO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $Cl^-$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^{++}$   $K^+$ . Довжина рядів (загальною кількістю близько 250) складала від 30 до 78 членів. За кожен строк спостережень було визначено: концентрацію іонів у еквівалентах, концентрацію гіпотетичних солей, показники іригаційних властивостей вод, на основі цієї інформації визначено імовірнісні характеристики показників якості вод (додаток А).  
Табл. 3.1–3.58, рис. 3.1–3.10 та додаток А є авторською розробкою.

**Басейн річки Дністер** (рис.3.2).



Рис. 3.2 – Басейн Дністра (супутниковий знімок)

**Річка Дністер** [61] (нижня частина створи – м. Біляївка, с. Маякі) прикордонна річка, на території Одеської області довжина Дністра складає приблизно 88–89 км, впадає у Дністровський лиман Чорного моря, на відстані 35 км на південь від міста Одеса (рис. 3.2, 3.3).

В Одеській області річка Дністер використовується як джерело централізованого водопостачання і зрошення, для промислового лову риби та

аматорського рибальства, а також у рекреаційних цілях. Дністер разом з Дунаєм були і залишаються основними джерелами іригаційних вод у Одеській області.

Таблиця 3.1 – Мінеральний склад вод р.Дністер–м.Біляївка

Характерист.	$M_3$	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+ + K^+$	$C_{ТОКС}$
<i>сер.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	452	186	112	35,3	61,7	24,2	31,1	194
<i>min</i> , мг/дм <sup>3</sup>	285	122	12,0	17,7	40,0	6,1	14,9	79,6
<i>max</i> , мг/дм <sup>3</sup>	704	232	275	70,9	80,0	60,7	75,0	396
Токсичні гіпотетичні солі								
Характерист.	$Na_2CO_3$	$NaHCO_3$	$NaCl$	$CaCl_2$	$Na_2SO_4$	$MgCl_2$	$MgSO_4$	
<i>сер.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	13	0,2	56	0,0	30	110	15	
<i>max</i> , мг/дм <sup>3</sup>	21	0,2	89	0,0	125	301	29	
<i>p%</i>	15	1,3	100	0,0	86	99	14,1	

Загальна мінералізація вод Дністра (табл. 3.1) складає 440–450 мг/дм<sup>3</sup> і змінюється від 285 до 704 мг/дм<sup>3</sup>. Токсичні іони – 180-194 мг/дм<sup>3</sup> і можуть зростати до 396 мг/дм<sup>3</sup>.

У мінеральному складі вод р. Дністер у зрошувальний період переважають гідрокарбонати – 48%, на частку сульфатів приходиться 36% і хлоридів – 16%. Серед катіонів переважає кальцій – 47%, на частку магнію приходиться 31% і частка натрію складає 22%. Води відносяться до класу гідрокарбонатні, групи кальцію, II типу ( $C_{II}^{Ca}$ ). Іноді у воді переважають аніони сульфату і катіони магнію ( $S_{II}^{Mg}$ ). Імовірність такого випадку дорівнює приблизно 0,15 (в середньому 15% зрошувального періоду).

Імовірність вмісту  $CO_3^{2-}$  у воді складає 8-15%. Кількість можливого утворення звичайної соди ( $Na_2CO_3$ ) – 13,6 мг/дм<sup>3</sup> з максимумом 21,2 мг/дм<sup>3</sup>.

Іригаційна якість вод р. Дністер (табл. 3.2, А1, А2): за мінералізацією – клас 2, потребує «обмеженого застосування», за "мінералізацією і  $k_{Na3}$ " – клас 1 (води придатні для зрошення усіх типів ґрунтів). У середньому за  $pH$  вода нейтральна, але, з імовірністю 50% вона має лужну реакцію.

За співвідношенням іонів води р. Дністер за усіма показниками  $k_{Na1}$ ,  $k_{Na2}$ ,

$k_{4-6}$ ,  $k_{Na3}$ ,  $k_{Mg}$  (формули (1.5)–(1.9) відносяться до класу 1.

Коментар до табл. 3.2: ризик того, що мінералізація вод Дністра (м. Біляївка) стане більш 1 г/дм<sup>3</sup>, дорівнює 0; ризик того, що співвідношення натрію з кальцієм стане більш ніж 1, дорівнює 2%.

Таблиця 3.2 – Іригаційні характеристики вод р. Дністер

Місце спостережень за якістю води	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	pH	Співвідношення іонів				
			$k_{Na1} < 1,0$ форм.(1.5)	$k_{Na2} < 0,7$ форм.(1.6)	$k_{4-6}$ ( $< 6, 5, 4$ ) форм.(1.7)	$k_{Na3} < 0,65$ форм.(1.8)	$k_{Mg} < 0,5$ форм.(1.9)
р.Дністер, м.Біляївка	452 0%	7,5 51%	0,45 2%	0,28 1%	0,0	0,38 0%	0,37 20%
р. Дністер, с. Маяки	450 0%	7,5 50%	0,45 0%	0,27 0%	0,0	0,38 0%	0,37 23%

Примітка: у знаменнику стоїть ризик погіршення якості вод (імовірність перевищення нормативу), %.

За пропонованою типізацією води відносяться до підтипів: Па (56-58%), Пб (35%), Ша і Шб (7-9%), І (1%).

За показником  $e(rCl)$  води придатні для зрошення усіх типів ґрунтів (небезпека іригаційного засолення ґрунту відсутня).

Слід зазначити, що води річки Дністер сприяють магнієвому осолонцюванню ґрунту з ризиком 20-23%. Тобто, у цілому вони потребують «обмеженого застосування».

За іригаційними показниками якість вод Дністра можна розташувати на другому місці після вод Дунаю.

**Річка Турунчук (рукав Дністра)** (створ – с. Троїцьке) довжина приблизно 59 км (Молдова – 26 км, Одеська область – 33 км) [59]. Відгалужується (рис. 3.2) Турунчук від Дністра поблизу придністровського села Чобручі на відстані 146 км від гирла. Далі протікає поблизу сіл Глинне, Незавертайлівка, Граданиці, Троїцьке і Яськи. Поблизу м. Біляївка Турунчук знову впадає у Дністер на 20-му кілометрі від гирла.

Витрата води у Турунчуку становить близько 60% від загальної витрати з Дністром.



Якість вод рукава Турунчук співпадає з якістю вод річки Дністер (табл. 3.3, 3.4, А3).



Рис. 3.3 – Нижній Дністер (супутниковий знімок)

Таблиця 3.3 – Мінеральний склад вод р.Турунчук–с.Троїцьке

Характерист.	$M_3$	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+ + K^+$	Стокс
сер., мг/дм <sup>3</sup>	436	186	101	36,2	59,7	24,5	27,7	180
мін, мг/дм <sup>3</sup>	330	110	19,2	17,7	45,0	6,7	14,9	85,9
мах, мг/дм <sup>3</sup>	581	244	190	53,2	90,0	42,5	55,0	272
Токсичні гіпотетичні солі								
Характерист.	$Na_2CO_3$	$NaHCO_3$	$NaCl$	$CaCl_2$	$Na_2SO_4$	$MgCl_2$	$MgSO_4$	
сер., мг/дм <sup>3</sup>	16	0,0	53	0,0	25	102	22	
мах, мг/дм <sup>3</sup>	21	0,0	88	0,0	99	195	30	
p%	8	0,0	100	0,0	77	100	23,1	

Таблиця 3.4 – Іригаційні характеристики вод р. Турунчук

Місце спостережень за якістю води	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	pH	Співвідношення іонів				
			$k_{Na1} < 1,0$ форм.(1.5)	$k_{Na2} < 0,7$ форм.(1.6)	$k_{4-6}$ (<6, 5, 4) форм.(1.7)	$k_{Na3} < 0,65$ форм.(1.8)	$k_{Mg} < 0,5$ форм.(1.9)
р.Турунчук, с.Троїцьке	436 0%	7,4 31%	0,40 0%	0,24 0%	0,0	0,35 0%	0,40 27%

**Річка Білоч** [59] (створ – с. Шершенці, 15 км від гирла) впадає в р. Дністер. Довжина в межах України – 24 км, похил річки – 5 м/км, площа басейну – 237 км<sup>2</sup>.

Загальна мінералізація вод (табл. 3.5, А21) складає 822 мг/дм<sup>3</sup> і змінюється від 422 до 2340 мг/дм<sup>3</sup>. Токсичні іони – 272 мг/дм<sup>3</sup> і можуть зростати до 1760 мг/дм<sup>3</sup>.

В середньому мінеральний склад вод р. Білоч у зрошувальний період представлений таким чином: гідрокарбонати – 61%, сульфати – 30%, хлориди – 9%, натрій – 18%, магній – 39%, кальцій – 42%. Води відносяться до класів гідрокарбонатні (91%) і сульфатні (9%), груп кальцію (68%) і магнію (32%), II (91%) типу.

Таблиця 3.5 – Іригаційні характеристики вод р. Білоч

Місце спостережень за якістю води	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	pH	Співвідношення іонів				
			$k_{Na1} < 1,0$ форм.(1.5)	$k_{Na2} < 0,7$ форм.(1.6)	$k_{4-6}$ ( $< 6, 5, 4$ ) форм.(1.7)	$k_{Na3} < 0,65$ форм.(1.8)	$k_{Mg} < 0,5$ форм.(1.9)
р. Білоч, с.Шершенці	822 9%	7,6	0,40 0%	0,21 0%	0,0	0,31 0%	0,48 32%

Імовірність вмісту  $CO_3^{2-}$  у воді складає 14%. Кількість можливого утворення звичайної соди ( $Na_2CO_3$ ) – 24,7 мг/дм<sup>3</sup> з максимумом 42,4 мг/дм<sup>3</sup>.

Іригаційна якість вод р. Білоч: за мінералізацією – клас 2, потребує «обмеженого застосування» (91%); за "мінералізацією і  $k_{Na3}$ " – клас II (86%) (води придатні для зрошення більшості типів ґрунтів), клас III (9%).

За співвідношенням іонів води р. Білоч за вмістом магнію шкідливо впливають на ґрунт (32%). Вода має лужну реакцію – pH=7,6.

За пропонованою типізацією води відносяться до підтипів: I (9%), IIa (86%), IIб (5%).

За показником  $e(rCl^-)$  води придатні для зрошення усіх типів ґрунтів (небезпека іригаційного засолення ґрунту відсутня).



**Річка Окна** [59] (створ – с. Лабушне, 28 км від гирла) впадає у р. Дністер. Довжина у межах України – 12 км.

Загальна мінералізація вод складає 878 мг/дм<sup>3</sup> і змінюється від 580 до 1200 мг/дм<sup>3</sup>. Токсичні іони – 303 мг/дм<sup>3</sup> і можуть зростати до 488 мг/дм<sup>3</sup>.

В середньому мінеральний склад вод р. Окна у зрошувальний період представлений таким чином (табл. А22): гідрокарбонати – 57%, сульфати – 26%, хлориди – 17%, натрій – 21%, магній – 32%, кальцій – 47%. Води відносяться до класу гідрокарбонатні (93%), групи кальцію (64%) і магнію (36%), II (50%) і III (43%) типів.

Таблиця 3.6 – Іригаційні характеристики вод р. Окна

Місце спостережень за якістю води	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	pH	Співвідношення іонів				
			$k_{Na1} < 1,0$ форм.(1.5)	$k_{Na2} < 0,7$ форм.(1.6)	$k_{4-6}$ ( $< 6, 5, 4$ ) форм.(1.7)	$k_{Na3} < 0,65$ форм.(1.8)	$k_{Mg} < 0,5$ форм.(1.9)
р.Окна, с.Лабушне	878 21%	7,9	0,41 0%	0,24 0%	0,0	0,35 0%	0,41 36%

Імовірність вмісту  $CO_3^{2-}$  у воді складає 57%. Кількість можливого утворення звичайної соди ( $Na_2CO_3$ ) – 11,7 мг/дм<sup>3</sup> з максимумом 21,2 мг/дм<sup>3</sup>.

Іригаційна якість вод р. Окна: за мінералізацією – клас 2 потребує «обмеженого застосування» (79%) і клас 3 «підвищеної небезпечності» (21%); за "мінералізацією і  $k_{Na3}$ " – клас II, води придатні для зрошення більшості типів ґрунтів (79%) і клас III (21%). Вода має лужну реакцію – pH=7,9.

За співвідношенням іонів (табл. 3.6) води р. Окна за вмістом магнію шкідливо впливають на ґрунти з ризиком 36%.

За пропонованою типізацією води відносяться до підтипів: I (7%), IIa (43%), IIб (7%), IIIa (36%) і IIIб (7%).

За показником  $e(rCl)$  води придатні для зрошення усіх типів ґрунтів (небезпека іригаційного засолення ґрунту відсутня).

**Річка Ягорлик** [59] (створ – с. Артівка 20 км від гирла) ліва притока Дністра. Довжина 73 км, площа водозбірного басейну 1590 км<sup>2</sup>.

Загальна мінералізація (табл. 3.7, А4) вод Ягорлика складає 935 мг/дм<sup>3</sup> і змінюється від 695 до 1280 мг/дм<sup>3</sup>. Токсичні іони – 364 мг/дм<sup>3</sup> і можуть зростати до 656 мг/дм<sup>3</sup>. Вода має лужну реакцію –  $pH=7,6$ .

В середньому мінеральний склад вод р. Ягорлик у зрошувальний період представлений: гідрокарбонати – 58%, сульфати – 28%, хлориди – 14%, магній – 43%, натрій – 30%, кальцій – 26%. Води відносяться до класу гідрокарбонатні, групи магнію, II типу ( $C_{II}^{Mg}$ ). Іноді у воді переважають катіони натрію і води відносяться до I типу ( $C_I^{Na}$ ). Імовірність такого випадку дорівнює приблизно 21%.

Таблиця 3.7 – Іригаційні характеристики вод р. Ягорлик

Місце спостережень за якістю води	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	$pH$	Співвідношення іонів				
			$k_{Na1} < 1,0$ форм.(1.5)	$k_{Na2} < 0,7$ форм.(1.6)	$k_{4-6}$ ( $< 6, 5, 4$ ) форм.(1.7)	$k_{Na3} < 0,65$ форм.(1.8)	$k_{Mg} < 0,5$ форм.(1.9)
р.Ягорлик, с.Артирівка	935 17%	7,6	<b>1,11</b>	0,42 8%	0,0	0,47 0%	<b>0,62</b>

Імовірність вмісту  $CO_3^{2-}$  у воді складає 21%. Кількість можливого утворення звичайної соди ( $Na_2CO_3$ ) – 42,4 мг/дм<sup>3</sup> з максимумом 74,2 мг/дм<sup>3</sup>.

Іригаційна якість вод р. Ягорлик: за мінералізацією – клас 2, потребує «обмеженого застосування» (83%); за "мінералізацією і  $k_{Na3}$ " – клас 2 (води придатні для зрошення більшості типів ґрунтів) (83%).

За співвідношенням іонів води р. Ягорлик при поливі у 67-96% випадків є шкідливими за вмістом натрію і магнію (сприяють натрієвому і магнієвому осолонцюванню ґрунту).

За пропонованою типізацією води відносяться до підтипів: I (21%), IIa (71%), IIIa (8%).

За показником  $e(rCl^-)$  води придатні для зрошення усіх типів ґрунтів,

небезпека іригаційного засолення ґрунту відсутня (табл. 3.8).

У цілому води р. Ягорлик потребують «обмеженого застосування».

Таблиця 3.8 – Ризик погіршення класу якості вод р. Ягорлик при поливі різних ґрунтів (середнє – Па, 5,05 мекв/дм<sup>3</sup>)

р.Ягорлик, с.Артирівка (параметри закону розподілу $e(rCl)$ : $\check{C}=1,563$ , $\check{G}=0,3148$ )						
Ризик (%) погіршення класу якості вод для різних ґрунтів						Клас якості води
Піщаний	Супіщаний	Легко-суглинковий	Середньо-суглинковий	Важко-суглинковий	Глинистий	
0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,9	I
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	II

Примітка: Зрошувальна вода I класу – придатна для зрошення без обмежень. Зрошувальну воду II класу використовують за умови обов'язкового застосування комплексу заходів щодо запобігання деградації ґрунтів або поліпшення води до показників I класу. Зрошувальна вода III класу – вода, показники якості якої виходять за межі значень, що встановлені для зрошувальних вод другого класу, непридатна для зрошення без попереднього поліпшення її складу.

**Річка Кучурган** [59] (створ – с. Степанівка, 6 км від гирла) впадає у р. Дністер. Річка у межах колишнього Роздільнянського району Одеської області. Впадає у Кучурганське водосховище (з якого Стояновим гирлом з'єднується з лівим рукавом Дністра Турунчуком). Довжина 119 км, площа водозбору 2090 км<sup>2</sup>. Річка має 3 притоки довжиною більш 10 км (Великий Канай, Велика Сошка и Велика Дивка). Кількість приток довжиною 10 км і менш дорівнює 20. Загальна довжина усіх приток складає 118 км. Норма стоку річки становить 26,4 млн м<sup>3</sup>.

Загальна мінералізація вод складає 2090 мг/дм<sup>3</sup> і змінюється від 1290 до 2940 мг/дм<sup>3</sup>. Токсичні іони – 1230 мг/дм<sup>3</sup> і можуть зростати до 2110 мг/дм<sup>3</sup>.

В середньому мінеральний склад вод р. Кучурган у зрошувальний період представлений так (табл. А20): хлориди – 37%, гідрокарбонати – 35%, сульфати – 28%, натрій – 41%, магній – 39%, кальцій – 20%. Води відносяться до класів карбонатні (59%), сульфатні (23%) і хлоридні (18%), груп натрію (64%) і магнію (36%), I (36%), II (27%) і III (36%) типів.

Імовірність вмісту  $CO_3^{2-}$  у воді складає 18%. Кількість можливого утворення звичайної соди ( $Na_2CO_3$ ) – 34,4 мг/дм<sup>3</sup> з максимумом 63,6 мг/дм<sup>3</sup>.

Иригаційна якість вод р. Кучурган: за мінералізацією – клас 3, «підвищено небезпечні» 100%; за "мінералізацією і  $k_{Na3}$ " – клас III (100%).

За співвідношенням іонів (табл. 3.9) води р. Кучурган за вмістом натрію і магнію шкідливо впливають на ґрунти 95% (середнє значення показників більш нормативу). Вода має лужну реакцію –  $pH=7,7$ .

За пропонованою типізацією води відносяться до підтипів: Па (22%), Ша (56%), Шб (22%).

За показником  $e(rCl^-)$  води придатні для зрошення (клас 1) піщаних і супіщаних ґрунтів (табл. 3.10). Для легкосуглинкових, середньосуглинкових і важкосуглинкових відносяться до класу 2. Непридатні для зрошення глинистих ґрунтів.

Таблиця 3.9 – Иригаційні характеристики вод р. Кучурган

Місце спостережень за якістю води	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	$pH$	Співвідношення іонів				
			$k_{Na1} < 1,0$ форм.(1.5)	$k_{Na2} < 0,7$ форм.(1.6)	$k_{4-6}$ ( $< 6, 5, 4$ ) форм.(1.7)	$k_{Na3} < 0,65$ форм.(1.8)	$k_{Mg} < 0,5$ форм.(1.9)
р.Кучурган, с.Степанівка	2090 0%	7,7	<b>1,96</b>	0,67 45%	3,4 27%	0,59 36	<b>0,66</b>

Таблиця 3.10 – Ризик погіршення класу якості вод р.Кучурган – с.Степанівка при поливі різних ґрунтів (середнє – Па, 15,9 мекв/дм<sup>3</sup>)

р.Кучурган, с.Степанівка (параметри закону розподілу $e(rCl^-)$ : $\check{C}=2,764$ , $\check{G}=0,2754$ )						
Ризик (%) погіршення класу якості вод для різних ґрунтів						Клас якості води
Піщаний	Супіщаний	Легко-суглинковий	Середньо-суглинковий	Важко-суглинковий	Глинистий	
<b>1</b>	<b>4</b>	12	32	67	95	I
0	0	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	20	II

У воді річки Кучурган співвідношення натрію і магнію з кальцієм незадовільне, тому вона потребує розбавлення маломінералізованими водами і хімічної меліорації.

**Водосховище Кучурганське [59]** (створи – с. Граданиці, с. Кучургани).

Водоймище має довжину з півночі на південь близько 17 км. Ширина у північній частині – 1,5 км, у південній – близько 3 км. Середня глибина водосховища – 3,5 м, максимальна (в південній частині) – 4,2 м. Площа водосховища – 2730 га. Об'єм води – 78 млн м<sup>3</sup>. Води водосховища поповнюються водами річки Кучурган, а також водами Дністра через його рукав – р. Турунчук.

Водосховище Кучурганське південна частина (с. Граданиці): загальна мінералізація вод складає 1710 мг/дм<sup>3</sup> і змінюється від 853 до 3410 мг/дм<sup>3</sup>. Токсичні іони – 1250 мг/дм<sup>3</sup> і можуть зростати до 2390 мг/дм<sup>3</sup>.

В середньому мінеральний склад вод південної частини Кучурганського вдсх у зрошувальний період представлений так (табл. А30): сульфати – 49%, хлориди – 36%, гідрокарбонати – 15%, натрій – 45%, магній – 33%, кальцій – 22%. Води відносяться до класу сульфатні (90%), групи натрію (85%), II типу ( $S_{II}^{Na}$ ).

Імовірність вмісту  $CO_3^{2-}$  у воді складає 5%. Кількість можливого утворення звичайної соди ( $Na_2CO_3$ ) – 14,8 мг/дм<sup>3</sup>.

Таблиця 3.11 – Іригаційні характеристики вод Кучурганського вдсх

Місце спостережень за якістю води	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	pH	Співвідношення іонів				
			$k_{Na1} < 1,0$ форм.(1.5)	$k_{Na2} < 0,7$ форм.(1.6)	$k_{4-6}$ ( $< 6, 5, 4$ ) форм.(1.7)	$k_{Na3} < 0,65$ форм.(1.8)	$k_{Mg} < 0,5$ форм.(1.9)
Кучурганське в., с.Граданиці	1710 5%	7,6	<b>1,99</b>	0,81	3,63 15%	0,62 30%	<b>0,60</b>
Кучурганське в., с.Кучургани	2555 25%	7,8	<b>2,09</b>	0,58 46%	3,19 8%	0,55 21%	<b>0,72</b>

Іригаційна якість вод південної частини Кучурганського вдсх: за

мінералізацією – клас 3, «підвищено небезпечні» 90%; за "мінералізацією і  $k_{Na3}$ " – клас III 95% води «обмежено придатні, потребують розбавлення і хімічної меліорації».

За співвідношенням іонів (табл. 3.11) вода південної частини Кучурганського вдсх за вмістом натрію і магнію шкідливо впливає на ґрунт 75%. Вода має лужну реакцію –  $pH=7,6-7,8$ .

За запропованою типізацією води відносяться до підтипів: Пб (80%), Шб (15%).

Таблиця 3.12 – Ризик погіршення класу якості вод Кучурганського вдсх с. Граданиці при поливі різних ґрунтів (середнє – Пб, 11,8 мекв/дм<sup>3</sup>)

Кучурганське вдсх, с.Граданиці (параметри розподілу $e(rCl)$ ): $\check{C}=2,416$ , $\check{G}=0,3495$ )						
Ризик (%) погіршення класу якості вод для різних ґрунтів						Клас якості води
Піщаний	Супіщаний	Легко-суглинковий	Середньо-суглинковий	Важко-суглинковий	Глинистий	
0	1	3	9	26	63	I
0	0	0	0	1	5	II

За показником  $e(rCl)$  води: придатні для зрошення (клас I) піщаних, супіщаних, легкосуглинкових і середньо суглинкових ґрунтів (табл. 3.12), клас II – для важко суглинкових і глинистих ґрунтів.

Водосховище Кучурганське північна частина (с. Кучургани): загальна мінералізація вод складає 2560 мг/дм<sup>3</sup> і змінюється від 795 до 4740 мг/дм<sup>3</sup>. Токсичні іони – 1950 мг/дм<sup>3</sup> і можуть зростати до 4050 мг/дм<sup>3</sup>.

В середньому мінеральний склад вод північної частини Кучурганського вдсх у зрошувальний період представлений так (табл. А31): сульфати – 49%, хлориди – 35%, гідрокарбонати – 16%, магній – 45%, натрій – 38%, кальцій – 17%. Води відносяться до класів сульфатні (79%) хлоридні (17%), груп магнію (50%) і натрію (45%), II типу 50% і III типу 46%.

Імовірність вмісту  $CO_3^{2-}$  у воді складає 33%. Кількість можливого утворення звичайної соди ( $Na_2CO_3$ ) – 54,3 мг/дм<sup>3</sup> з максимумом 127 мг/дм<sup>3</sup>.

Тригаційна якість вод північної частини Кучурганського вдсх: за мінералізацією – клас 3, «підвищено небезпечні» 71% і клас 4 «засолює ґрунт» (25%); за "мінералізацією і  $k_{Na3}$ " – клас III 96% води «обмежено придатні, потребують розбавлення і хімічної меліорації».

За співвідношенням іонів (табл. 3.11) вода північної частини Кучурганського вдсх за вмістом натрію і магнію шкідливе впливає на ґрунт 92%.

За пропонованою типізацією води відносяться до підтипів: Пб (46%), Ша (25%) і Шб (21%).

Таблиця 3.13 – Ризик погіршення класу якості вод Кучурганського вдсх с. Кучургани при поливі різних ґрунтів (середнє – Пб, 19,5 мекв/дм<sup>3</sup>)

Кучурганське вдсх, с.Кучургани (параметри розподілу $e(rCl)$ ): $\check{C}=2,870$ , $\check{G}=0,4909$ )						
Ризик (%) погіршення класу якості вод для різних ґрунтів						Клас якості води
Піщаний	Супіщаний	Легко-суглинковий	Середньо-суглинковий	Важко-суглинковий	Глинистий	
14	21	33	48	68	88	I
5	7	11	17	27	40	II

За показником  $e(rCl)$  води: відносяться до класу II для піщаних і супіщаних ґрунтів (табл. 3.13), не придатні для зрошення легкосуглинкових, середньосуглинкових, важкосуглинкових і глинистих ґрунтів.

**Біляївське водосховище** [59, 72] входить до Нижньо-Дністровської зрошувальної системи. Площа 62 га.

Загальна мінералізація вод складає 3930 мг/дм<sup>3</sup> і змінюється від 2980 до 4840 мг/дм<sup>3</sup>. Токсичні іони – 2990 мг/дм<sup>3</sup> і можуть зростати до 3870 мг/дм<sup>3</sup>.

В середньому мінеральний склад вод Біляївського вдсх у зрошувальний період представлений таким чином (табл. А34): сульфати – 48%, хлориди – 45%, гідрокарбонати – 7%, натрій – 45%, магній – 35%, кальцій – 20%. Води відносяться до класу сульфатні (62%) і хлоридні (38%), групи натрієві (85%), II (62%) і III (38%) типів. Вода має лужну реакцію –  $pH=8,1$ .

Імовірність вмісту  $CO_3^{2-}$  у воді складає 69%. Кількість можливого утворення звичайної соди ( $Na_2CO_3$ ) – 25,9 мг/дм<sup>3</sup> з максимумом 42,4 мг/дм<sup>3</sup>.

Іригаційна якість вод Біляївського вдсх: за мінералізацією – клас 4, «засолює ґрунт» (92%); за "мінералізацією і  $k_{Na3}$ " – клас III, (100%).

За співвідношенням іонів (табл. 3.14) води Біляївського вдсх за вмістом натрію і магнію шкідливо впливають на ґрунт (92%).

За пропонованою типізацією води відносяться до підтипів: Пб (62%), Шб (38%).

За показником  $e(rCl^-)$  води не придатні для зрошення.

Таблиця 3.14 – Іригаційні характеристики вод Біляївського вдсх

Місце спостережень за якістю води	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	pH	Співвідношення іонів				
			$k_{Na1} < 1,0$ форм.(1.5)	$k_{Na2} < 0,7$ форм.(1.6)	$k_{4-6}$ ( $< 6, 5, 4$ ) форм.(1.7)	$k_{Na3} < 0,65$ форм.(1.8)	$k_{Mg} < 0,5$ форм.(1.9)
Біляївське вдсх	3926	8,1	<b>2,20</b>	0,81	3,62 92%	0,62 31%	<b>0,63</b>

### Басейн р. Південний Буг



Рис. 3.4 – Басейн Південного Бугу (супутниковий знімок)

**Річка Кодима** [71] (створ – м. Балта, 103 км від гирла) впадає у р. П.Буг. Бере початок в урочище Чабанка. Довжина – 149 км, площа водозбору – 2480 км<sup>2</sup>.

Загальна мінералізація вод складає 765 мг/дм<sup>3</sup> і змінюється від 588 до 889 мг/дм<sup>3</sup>. Токсичні іони – 245 мг/дм<sup>3</sup> і можуть зростати до 402 мг/дм<sup>3</sup>.



В середньому мінеральний склад вод р. Кодима у зрошувальний період представлений таким чином (табл. А15): гідрокарбонати – 67%, сульфати – 22%, хлориди – 12%, кальцій – 44%, натрій – 28%, магній – 27%. Води відносяться до класу гідрокарбонатні (100%), групи кальцію (100%), типів I (40%) і II (60%). Вода має лужну реакцію –  $pH=7,8$ .

Імовірність вмісту  $CO_3^{2-}$  у воді складає 60%. Кількість можливого утворення звичайної соди ( $Na_2CO_3$ ) – 10,6 мг/дм<sup>3</sup>.

Іригаційна якість вод р. Кодима: за мінералізацією – клас 2, потребує «обмеженого застосування»; за "мінералізацією і  $k_{Na3}$ " – клас II (води придатні для зрошення більшості типів ґрунтів).

Таблиця 3.15 – Іригаційні характеристики вод річки Кодима

Місце спостережень за якістю води	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	pH	Співвідношення іонів				
			$k_{Na1} < 1,0$ форм.(1.5)	$k_{Na2} < 0,7$ форм.(1.6)	$k_{4-6}$ ( $< 6, 5, 4$ ) форм.(1.7)	$k_{Na3} < 0,65$ форм.(1.8)	$k_{Mg} < 0,5$ форм.(1.9)
р.Кодима, м. Балта	765 0%	7,8	0,58 0%	0,36 0%	0,0	0,44 0%	0,38 0%

За співвідношенням іонів (табл. 3.15) води р. Кодима за усіма показниками  $k_{Na1}$ ,  $k_{Na2}$ ,  $k_{4-6}$ ,  $k_{Na3}$ ,  $k_{Mg}$  (формули (1.5)–(1.9)) відносяться до класу 1.

За пропонованою типізацією води відносяться до підтипів: I (40%), IIa (40%), IIб (20%).

За показником  $e(rCl)$  води придатні для зрошення усіх типів ґрунтів (небезпека іригаційного засолення ґрунту відсутня).

**Балтське водосховище** [71] – належить до водоймищ руслового типу. Використовувалося для зрошування та риборозведення. Основні морфометричні характеристики водосховища: площа водного дзеркала складає при НПУ 172 га, довжина – 5,7 км, середня ширина – 228 м, максимальна глибина – 5,5 м, корисний об'єм – 3,26 млн м<sup>3</sup>. У період повені (II-IV місяці), Балтське водосховище наповнюється з р. Кодима.

Загальна мінералізація вод складає 663 мг/дм<sup>3</sup> і змінюється від 561 до 848 мг/дм<sup>3</sup>. Токсичні іони – 245 мг/дм<sup>3</sup> і можуть зростати до 393 мг/дм<sup>3</sup>.

В середньому мінеральний склад вод Балтського вдсх у зрошувальний період представлений таким чином (табл. А32): гідрокарбонати – 71%, хлориди – 16%, сульфати – 13%, натрій – 39%, магній – 31%, кальцій – 30%. Води відносяться до класу гідрокарбонатні (100%), групи натрієві (63%) і магнію (25%), I (88%) і II (12%) типів. Вода має лужну реакцію –  $pH=8,0$ .

Імовірність вмісту  $CO_3^{2-}$  у воді складає 50%. Кількість можливого утворення звичайної соди ( $Na_2CO_3$ ) – 23,8 мг/дм<sup>3</sup> з максимумом 42,4 мг/дм<sup>3</sup>.

Іригаційна якість вод Балтського водосховища: за мінералізацією – клас 2, потребує «обмеженого застосування» (100%); за "мінералізацією і  $k_{Na3}$ " – клас II, води «придатні для зрошення більшості типів ґрунтів» (100%).

Таблиця 3.16 – Іригаційні характеристики вод Балтського вдсх

Місце спостережень за якістю води	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	$pH$	Співвідношення іонів				
			$k_{Na1} < 1,0$ форм.(1.5)	$k_{Na2} < 0,7$ форм.(1.6)	$k_{4-6}$ ( $< 6, 5, 4$ ) форм.(1.7)	$k_{Na3} < 0,65$ форм.(1.8)	$k_{Mg} < 0,5$ форм.(1.9)
Балтське вдсх	663 0%	8,0	<b>1,18</b>	0,58 22%	0,0	0,56 0%	<b>0,51</b>

За співвідношенням іонів (табл. 3.16) води Балтського водосховища за вмістом натрію і магнію шкідливо впливають на ґрунт.

За пропонованою типізацією води відносяться до підтипів: I (88%), IIa (12%).

За показником  $e(rCl)$  води придатні для зрошення усіх типів ґрунтів (небезпека іригаційного засолення ґрунту відсутня).

Води Балтського водосховища сприяють кальцієвому і магнієвому осолонцюванню.

**Басейн річок Причорномор'я** (рис. 3.5).

**Річка Тилігул** [62] (створ – м. Березівка 17,5 км від гирла) впадає у

Тилігульський лиман. Довжина 168 км (за іншими даними – 173 км), площа басейну 3550 км<sup>2</sup> (рис. 3.5).

Загальна мінералізація вод складає 1530 мг/дм<sup>3</sup> і змінюється від 421 до 2310 мг/дм<sup>3</sup>. Токсичні іони – 775 мг/дм<sup>3</sup> і можуть зростати до 1510 мг/дм<sup>3</sup>.



Рис. 3.5 – Басейн річок Причорномор'я (супутниковий знімок)

В середньому мінеральний склад вод р. Тилігул у зрошувальний період представлений таким чином (табл. А23): гідрокарбонати – 45%, сульфати – 30%, хлориди – 25%, натрій – 40%, магній – 36%, кальцій – 24%. Води відносяться до класів гідрокарбонатні (73%) і сульфатні (27%), груп натрію (59%) і магнію (32%), I (18%) і II (82%) типів.

Імовірність вмісту  $CO_3^{2-}$  у воді складає 27%. Кількість можливого

утворення звичайної соди ( $Na_2CO_3$ ) – 60,1 мг/дм<sup>3</sup> з максимумом 106 мг/дм<sup>3</sup>.

Иригаційна якість вод р. Тилігул: за мінералізацією – клас 2, потребує «обмеженого застосування» (14%) і клас 3, «підвищено небезпечні» (86%); за "мінералізацією і  $k_{Na3}$ " – клас III (86%).

За співвідношенням іонів (табл. 3.17) води р. Тилігул за вмістом натрію і магнію шкідливо впливають на ґрунт (86%).

Таблиця 3.17 – Иригаційні характеристики вод р. Тилігул

Місце спостережень за якістю води	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	pH	Співвідношення іонів				
			$k_{Na1} < 1,0$ форм.(1.5)	$k_{Na2} < 0,7$ форм.(1.6)	$k_{4-6}$ ( $< 6, 5, 4$ ) форм.(1.7)	$k_{Na3} < 0,65$ форм.(1.8)	$k_{Mg} < 0,5$ форм.(1.9)
р. Тилігул смт. Березівка	1529 0%	7,8	<b>1,59</b>	0,63 18%	3,29 9%	0,57 9%	<b>0,60</b>

За пропонованою типізацією води відносяться до підтипів: I (18%), Па (68%), Пб (14%). Вода має лужну реакцію – pH=7,8.

За показником  $e(rCl^-)$  води придатні (табл. 3.14) для зрошення (клас I) піщаних, супіщаних і легкосуглинкових ґрунтів. Для середньосуглинкових, важкосуглинкових і глинистих ґрунтів відносяться до класу 2.

Таблиця 3.18 – Ризик погіршення класу якості вод р.Тилігул – с.Березівка при поливі різних ґрунтів (середнє – Па, 10,2 мекв/дм<sup>3</sup>)

р.Тилігул, с.Березівка (параметри закону розподілу $e(rCl^-)$ : $\check{C}=2,193$ , $\check{G}=0,6140$ )						
Ризик (%) погіршення класу якості вод для різних ґрунтів						Клас якості води
Піщаний	Супіщаний	Легко-суглинковий	Середньо-суглинковий	Важко-суглинковий	Глинистий	
<b>2</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	13	23	43	I
1	1	2	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	II

**Річка Малий Куяльник** [71] (створ – с. Бараново, 8,1 км від гирла) впадає у Хаджибейський лиман. Довжина 89 км, площа водозбірного басейну

1540 км<sup>2</sup>. Приток більш 10 км р. Середній Куяльник

Загальна мінералізація вод складає 2000 мг/дм<sup>3</sup> і змінюється від 1010 до 3210 мг/дм<sup>3</sup>. Токсичні іони – 1370 мг/дм<sup>3</sup> і можуть зростати до 2270 мг/дм<sup>3</sup>.

В середньому мінеральний склад вод р. М.Куяльник у зрошувальний період представлений таким чином (табл. А19): сульфати – 40%, хлориди – 35%, гідрокарбонати – 25%, магній – 47%, натрій – 33%, кальцій – 20%. Води відносяться до класу сульфатні (56%) і хлоридні (39%), групи магнію (94%), ІІ (22%) і ІІІ (78%) типів. Вода має лужну реакцію –  $pH=7,9$ .

Імовірність вмісту  $CO_3^{2-}$  у воді складає 44%. Кількість можливого утворення звичайної соди ( $Na_2CO_3$ ) – 37,5 мг/дм<sup>3</sup> з максимумом 74,2 мг/дм<sup>3</sup>.

Іригаційна якість вод р. М.Куяльник: за мінералізацією – клас 3, «підвищено небезпечні» 94%; за "мінералізацією і  $k_{Na3}$ " – клас ІІІ (100%).

За співвідношенням іонів (табл. 3.19) води р. М.Куяльник за вмістом натрію і магнію шкідливо впливають на ґрунт.

Таблиця 3.19 – Іригаційні характеристики вод р. М.Куяльник

Місце спостережень за якістю води	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	$pH$	Співвідношення іонів				
			$k_{Na1} < 1,0$ форм.(1.5)	$k_{Na2} < 0,7$ форм.(1.6)	$k_{4-6}$ ( $< 6, 5, 4$ ) форм.(1.7)	$k_{Na3} < 0,65$ форм.(1.8)	$k_{Mg} < 0,5$ форм.(1.9)
М. Куяльник с. Баранове	1999 6%	7,9	<b>1,54</b>	0,47 0%	2,97 0%	0,50 0%	<b>0,69</b>

Таблиця 3.20 – Ризик погіршення класу якості вод р.М.Куяльник – с.Баранове при поливі різних ґрунтів (середнє – ІІа, 15,6 мекв/дм<sup>3</sup>)

р.М.Куяльник, с.Баранове (параметри закону розподілу $e(rCl^-)$ : $\check{C}=2,693$ , $\check{G}=0,3966$ )						
Ризик (%) погіршення класу якості вод для різних ґрунтів						Клас якості води
Піщаний	Супіщаний	Легко-суглинковий	Середньо-суглинковий	Важко-суглинковий	Глинистий	
<b>4</b>	<b>8</b>	16	31	55	84	I
1	1	<b>3</b>	<b>5</b>	11	22	II

За пропонованою типізацією води відносяться до підтипів: *Pa* (22%), *Sha* (56%) і *Шб* (22%).

За показником  $e(rCt)$  води придатні для зрошення (табл. 3.20) піщаних і супіщаних ґрунтів (клас 1). Для легкосуглинкових і середньосуглинкових ґрунтів відносяться до класу 2. Непридатні для зрошення важкосуглинкових і глинистих ґрунтів.

**Річка Хаджидер** [61] (створи – с. Сергіївка, 10,1 км від гирла; с. Чистоводне, 68 км від гирла) бере початок у с. Слободзея на території Молдови, протікає по території Б-Дністровського, Саратського районах і впадає у оз. Хаджидер на території Татарбунарського району.

Довжина річки 94 км, площа водозабору 894 км<sup>2</sup>, коефіцієнт звивистості – 1,78. Річка має 3 притоки довжиною більше 10 км – р. Каплань, б. Ярославка, балка б/н.

Ширина річки коливається від 2 м до 20 м, глибина від 0,2 м до 3,0 м.

На річці розташовано Хаджидерське водосховище, площею 459,9 га та об'ємом – 11,8 млн м<sup>3</sup>.

Хаджидер (10,1 км від гирла). Загальна мінералізація вод річки Хаджидер у нижній частині складає 6360 мг/дм<sup>3</sup> і змінюється від 4710 до 13200 мг/дм<sup>3</sup>. Токсичні іони – 5030 мг/дм<sup>3</sup> і можуть зростати до 11700 мг/дм<sup>3</sup>.

В середньому мінеральний склад вод р. Хаджидер у її нижній частині у зрошувальний період представлений таким чином (табл. А10): сульфати – 60%, хлориди – 36%, гідрокарбонати – 4%, натрій – 49%, магній – 32%, кальцій – 18%. Води відносяться до сульфатного класу (100%), групи натрію (83%), II типу ( $S_{II}^{Na}$ ).

Імовірність вмісту  $CO_3^{2-}$  у воді складає 26%. Кількість можливого утворення звичайної соди ( $Na_2CO_3$ ) – 18,7 мг/дм<sup>3</sup> з максимумом 31,8 мг/дм<sup>3</sup>.

Иригаційна якість вод р. Хаджидер (нижня частина): за мінералізацією – клас 4, «засолює ґрунт»; за "мінералізацією і  $k_{Na3}$ " – клас V (води непридатні для зрошення) 91%.

За співвідношенням іонів (табл. 3.21) води р. Хаджидер (нижня частина): за вмістом магнію і натрію шкідливо впливають на ґрунт (100%).

За запропонованою типізацією води відносяться до підтипів: Пб (74%), Шб (26%). Вода має лужну реакцію –  $pH=7,8-8,0$ .

За показником  $e(rCl^-)$  води не придатні для зрошення.

Таблиця 3.21 – Іригаційні характеристики вод р. Хаджидер

Місце спостережень за якістю води	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	$pH$	Співвідношення іонів				
			$k_{Na1} < 1,0$ форм.(1.5)	$k_{Na2} < 0,7$ форм.(1.6)	$k_{4-6}$ ( $< 6, 5, 4$ ) форм.(1.7)	$k_{Na3} < 0,65$ форм.(1.8)	$k_{Mg} < 0,5$ форм.(1.9)
р. Хаджидер, с.Чистоводне	2114 13%	8,0	<b>2,93</b>	<b>1,35</b>	4,71 17%	<b>0,73</b>	<b>0,54</b>
р. Хаджидер, с.Сергіївка	6356	7,8	<b>2,66</b>	<b>0,97</b>	3,94 43%	<b>0,66</b>	<b>0,64</b>

Хаджидер (68 км від гирла). Загальна мінералізація вод річки Хаджидер у верхній частині складає 2110 мг/дм<sup>3</sup> і змінюється від 1340 до 5900 мг/дм<sup>3</sup>. Токсичні іони – 1440 мг/дм<sup>3</sup> і можуть зростати до 5238 мг/дм<sup>3</sup>.

В середньому мінеральний склад вод р. Хаджидер у її верхній частині у зрошувальний період представлений таким чином (табл. А11): сульфати – 52%, хлориди – 19%, гідрокарбонати – 29%, натрій – 58%, магній – 23%, кальцій – 20%. Води відносяться до сульфатного класу (78%), групи натрію (96%), II типу ( $S_{II}^{Na}$ ).

Імовірність вмісту  $CO_3^{2-}$  у воді складає 65%. Кількість можливого утворення звичайної соди ( $Na_2CO_3$ ) – 35,8 мг/дм<sup>3</sup> з максимумом 63,6 мг/дм<sup>3</sup>.

Іригаційна якість вод р. Хаджидер (верхня частина): за мінералізацією – клас 3, «підвищено небезпечні» 87%, за "мінералізацією і  $k_{Na3}$ " – клас III (води обмежено придатні, потребують розведення та хімічної меліорації) 83%.

За співвідношенням іонів (табл. 3.21) води р. Хаджидер (верхня частина) за вмістом магнію і натрію шкідливо впливають на ґрунт (61–74%).

За пропонованою типізацією води відносяться до підтипів: I (4%) Па (91%), Пб (4%).

За показником  $e(rCl^-)$  води придатні (табл. 3.22) для зрошення (клас I) піщаних, супіщаних, легкосуглинкових і середньо суглинкових ґрунтів. Для важкосуглинкових і глинистих ґрунтів води відносяться до класу II.

Таблиця 3.22 – Ризик погіршення класу якості вод р.Хаджидер – с.Чистоводне при поливі різних ґрунтів (середнє – Па, 12,3 мекв/дм<sup>3</sup>)

р.Хаджидер, с.Чистоводне (параметри закону розподілу $e(rCl^-)$ : $\check{C}=2,478$ , $\check{G}=0,2507$ )						
Ризик (%) погіршення класу якості вод для різних ґрунтів						Клас якості води
Піщаний	Супіщаний	Легко-суглинковий	Середньо-суглинковий	Важко-суглинковий	Глинистий	
0	0	1	5	26	76	I
0	0	0	0	0	2	II

**Річка Каплань** [61] (створ – с. Крутоярівка, 19 км від гирла) впадає у р. Хаджидер. Довжина 42 км (в межах України – 22,7 км), площа водозбірного басейну 276 км<sup>2</sup>. Споруджено кілька ставків. Використовується на господарські потреби.

Загальна мінералізація вод складає 2270 мг/дм<sup>3</sup> і змінюється від 1610 до 3740 мг/дм<sup>3</sup>. Токсичні іони – 180–190 мг/дм<sup>3</sup> і можуть зростати до 460 мг/дм<sup>3</sup>.

В середньому мінеральний склад вод р. Каплань у зрошувальний період представлений таким чином (табл. А17): сульфати – 52%, гідрокарбонати – 25%, хлориди – 22%, натрій – 52%, магній – 28%, кальцій – 20%. Води відносяться до класу сульфатні (100%), групи натрію (96%), II типу (100%).

Імовірність вмісту  $CO_3^{2-}$  у воді складає 74%. Кількість можливого утворення звичайної соди ( $Na_2CO_3$ ) – 53,6 мг/дм<sup>3</sup> з максимумом 191 мг/дм<sup>3</sup>

Іригаційна якість вод р. Каплань: за мінералізацією – клас 3, «підвищеної небезпечності» (96%); за "мінералізацією і  $k_{Na3}$ " – клас III (100%). Вода має лужну реакцію –  $pH=8,1$ .



За співвідношенням іонів (табл. 3.23) води р. Капкань сприяють натрієвому і магнієвому осолонцюванню.

За пропонованою типізацією води відносяться до підтипів: Па (78%), Пб (22%).

За показником  $e(rCl^-)$  води придатні для зрошення (клас 1) піщаних, супіщаних і легкосуглинкових ґрунтів (табл. 3.24). Для ґрунтів середньо- і важкосуглинкових відносяться до класу 2. Непридатні для зрошення глинистих ґрунтів.

Таблиця 3.23 – Іригаційні характеристики вод р. Капкань

Місце спостережень за якістю води	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	pH	Співвідношення іонів				
			$k_{Na1} < 1,0$ форм.(1.5)	$k_{Na2} < 0,7$ форм.(1.6)	$k_{4-6}$ ( $< 6, 5, 4$ ) форм.(1.7)	$k_{Na3} < 0,65$ форм.(1.8)	$k_{Mg} < 0,5$ форм.(1.9)
р. Капкань, с. Крутоярівка	2266 4%	8,1	<b>2,60</b>	<b>1,07</b>	4,15 57%	<b>0,68</b>	<b>0,59</b>

Таблиця 3. 24 – Ризик погіршення класу якості вод р.Капкань – с.Крутоярівка при поливі різних ґрунтів (середнє – Па, 15,2 мекв/дм<sup>3</sup>)

р.Капкань, с.Крутоярівка (параметри закону розподілу $e(rCl^-)$ ): $\check{C}=2,691$ , $\check{G}=0,2756$ )						
Ризик (%) погіршення класу якості вод для різних ґрунтів						Клас якості води
Піщаний	Супіщаний	Легко-суглинковий	Середньо-суглинковий	Важко-суглинковий	Глинистий	
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	24	58	92	I
0	0	0	<b>1</b>	<b>4</b>	13	II

**Річка Барабой** [71] (створ – с. Барабой 17 км від гирла) впадає у Чорне море. Барабой знаходиться у межах Одеського району Одеської області. Річка Барабой – довжина 71 км, площа водозбірного басейну 652 км<sup>2</sup>. Похил річки 1 м/км. Долина трапецієподібна, завширшки 1,5–2 км. Вздовж річки Барабой розташовані населені пункти: місто Теплодар, а також села Грибівка, Дальник, Барабой та інші.

На річці поблизу Теплодару розташоване Барабойське водосховище.

Річка Барабой є складовою Нижньо-Дністровської зрошувальної системи, в її руслі побудовано два водосховища (Барабойське та Санжейське) та ставки, які наповнюються місцевим стоком та дністровською водою для зрошення, рибництва, рекреації.

Загальна мінералізація вод складає 2440 мг/дм<sup>3</sup> і змінюється від 818 до 4070 мг/дм<sup>3</sup>. Токсичні іони – 1650 мг/дм<sup>3</sup> і можуть зростати до 2600 мг/дм<sup>3</sup>.

В середньому мінеральний склад вод р. Барабой у зрошувальний період представлений таким чином (табл. А5): сульфати – 56%, хлориди – 33%, гідрокарбонати – 11%, натрій – 44%, магній – 28%, кальцій – 28%. Води відносяться до класу сульфатні, групи натрію, II типу ( $S_{II}^{Na}$ ) з ймовірністю 92%. Вода нейтральна –  $pH=7,4$ .

Ймовірність вмісту  $CO_3^{2-}$  у воді складає 8%. Кількість можливого утворення звичайної соди ( $Na_2CO_3$ ) – 15,9 мг/дм<sup>3</sup> з максимумом 21,2 мг/дм<sup>3</sup>.

Іригаційна якість вод р. Барабой: за мінералізацією – клас 3, «підвищено небезпечні» (76%); за "мінералізацією і  $k_{Na3}$ " – клас III (води обмежено придатні для зрошення, потребують поліпшення розведенням і хімічної меліорації) 96%.

За співвідношенням іонів (табл. 3.25) води р. Барабой: X. Стеблер – незадовільні (68%); за  $k_{Mg}$  – шкідливі 56%.

За пропонованою типізацією води відносяться до підтипів: Пб (92%) і Шб (8%).

Таблиця 3.25 – Іригаційні характеристики вод р. Барабой

Місце спостережень за якістю води	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	pH	Співвідношення іонів				
			$k_{Na1} < 1,0$ форм.(1.5)	$k_{Na2} < 0,7$ форм.(1.6)	$k_{4-6}$ ( $< 6, 5, 4$ ) форм.(1.7)	$k_{Na3} < 0,65$ форм.(1.8)	$k_{Mg} < 0,5$ форм.(1.9)
р. Барабой, с. Барабой	2443 20%	7,4 40%	<b>1,51</b>	<b>0,76</b>	3,53 8%	0,61 12%	0,50 56%

За показником  $e(rCl^-)$  води придатні для зрошення (табл. 3.26) піщаних і супіщаних ґрунтів (клас I). Для легкосуглинкових і середньосуглинкових – відносяться до класу II (використовують за умови обов'язкового застосування комплексу заходів щодо запобігання деградації ґрунтів або поліпшення води до показників I класу). Не придатні для зрошення важкосуглинкових і глинистих ґрунтів.

Таблиця 3.26 – Ризик погіршення класу якості вод р.Барабой – Санжейське вдсх при поливі різних ґрунтів (середнє – Пб, 15,5 мекв/дм<sup>3</sup>)

р.Барабой, гірло (параметри закону розподілу $e(rCl^-)$ ): $\check{C}=2,647$ , $\check{G}=0,4677$ )						
Ризик (%) погіршення класу якості вод для різних ґрунтів						Клас якості води
Піщаний	Супіщаний	Легко-суглинковий	Середньо-суглинковий	Важко-суглинковий	Глинистий	
5	10	17	30	51	77	I
1	2	4	7	13	23	II

**Річка Когильник** [71] (створ – с. Новоолексіївка, 12 км від гирла; с. Серпневе, 131 км від гирла) є середньою річкою загальнодержавного значення, бере початок у Молдові, протікає по Тарутинському, Арцизькому, Саратовському районах і впадає у водосховище Сасик на території Татарбунарського району.

Довжина річки – 243 км, площа водозбору – 3910 км<sup>2</sup>, середній похил – 1,6‰. Річка має 5 великих приток р. Скіноса, р. Чага, р. Сака, р. Джалар, р. Чілігідер. Річку регулюють 6 шлюзів-регуляторів.

Когильник (12 км від гирла). Загальна мінералізація вод складає 3770 мг/дм<sup>3</sup> і змінюється від 2280 до 9520 мг/дм<sup>3</sup>. Токсичні іони – 2950 мг/дм<sup>3</sup> і можуть зростати до 8660 мг/дм<sup>3</sup>.

В середньому мінеральний склад вод р. Когильник (нижня частина) у зрошувальний період представлений таким чином (табл. А8): сульфати – 52%, хлориди – 29%, гідрокарбонати – 18%, натрій – 66%, магній – 20%, кальцій – 14%. Води відносяться до сульфатного класу (96%), групи натрію

(96%), II типу ( $S_{II}^{Na}$ ).

Імовірність вмісту  $CO_3^{2-}$  у воді складає 50%. Кількість можливого утворення звичайної соди ( $Na_2CO_3$ ) – 29,2 мг/дм<sup>3</sup> з максимумом 42,4 мг/дм<sup>3</sup>.

Іригаційна якість вод р. Когильник (нижня частина): за мінералізацією – клас 4, «засолює ґрунт» (68%); за "мінералізацією і  $k_{Na3}$ " – клас IV «води умовно придатні для зрошення» (59%).

За співвідношенням іонів (табл. 3.27, А8) води р. Когильник (нижня частина): Х. Стеблер – незадовільна (96%),  $k_{Mg}$  – шкідливо впливають на ґрунт 86–96%. Вода має лужну реакцію –  $pH=8,1$ .

Таблиця 3.27 – Іригаційні характеристики вод р. Когильник

Місце спостережень за якістю води	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	$pH$	Співвідношення іонів				
			$k_{Na1} < 1,0$ форм.(1.5)	$k_{Na2} < 0,7$ форм.(1.6)	$k_{4-6}$ ( $< 6, 5, 4$ ) форм.(1.7)	$k_{Na3} < 0,65$ форм.(1.8)	$k_{Mg} < 0,5$ форм.(1.9)
р. Когильник, с. Серпневе	2674 32%	8,1	<b>4,53</b>	<b>1,83</b>	5,68 44%	0,65 48%	<b>0,60</b>
р. Когильник, с. Ново-олексіївка	3770	7,9	<b>4,78</b>	<b>1,91</b>	5,85 36%	0,80	<b>0,60</b>

За запропованою типізацією води відносяться до підтипів: Па (77%), Пб (14%).

За показником  $e(rCl^-)$  води не придатні для зрошення.

Когильник (131 км від гирла). Загальна мінералізація вод складає 2670 мг/дм<sup>3</sup> і змінюється від 613 до 4460 мг/дм<sup>3</sup>. Токсичні іони – 1960 мг/дм<sup>3</sup> і можуть зростати до 3710 мг/дм<sup>3</sup>.

В середньому мінеральний склад вод р. Когильник (верхня частина) у зрошувальний період представлений таким чином (табл. А9): сульфати – 51%, гідрокарбонати – 25%, хлориди – 24%, натрій – 65%, магній – 21%, кальцій – 14%. Води відносяться до сульфатного класу (96%), групи натрію (100%), II типу ( $S_{II}^{Na}$ ).

Імовірність вмісту  $CO_3^{2-}$  у воді складає 60%. Кількість можливого

утворення звичайної соди ( $Na_2CO_3$ ) – 53,3 мг/дм<sup>3</sup> з максимумом 106 мг/дм<sup>3</sup>.

Тригаційна якість вод р. Когильник (верхня частина): за мінералізацією – клас 3, підвищеної небезпеки (64%); клас 4, «засолює ґрунт» (32%); за "мінералізацією і  $k_{Na3}$ " – клас III «води обмежено придатні, потребують розведення та хімічної меліорації» (72%).

За співвідношенням іонів (табл. 3.27) води р. Когильник (верхня частина): Х. Стеблер – незадовільна (76%);  $k_{Mg}$  – шкідливо впливають на ґрунт 84%. Вода має лужну реакцію –  $pH=7,9$ .

За пропонованою типізацією води відносяться до підтипів: I (12%); IIa (84%).

За показником  $e(rCl^-)$  води відносяться (табл. 3.28) до класу II (використовують за умови обов'язкового застосування комплексу заходів щодо запобігання деградації ґрунтів або поліпшення води до показників I класу) для піщаних, супіщаних і суглинкових ґрунтів.

Таблиця 3.28 – Ризик погіршення класу якості вод р.Когильник – с.Серпневе при поливі різних ґрунтів (середнє – IIa; 18,1 мекв/дм<sup>3</sup>)

р.Когильник, с.Серпневе (параметри закону розподілу $e(rCl^-)$ : $\check{C}=2,805$ ; $\check{G}=0,5046$ )						
Ризик (%) погіршення класу якості вод для різних ґрунтів						Клас якості води
Піщаний	Супіщаний	Легко-суглинковий	Середньо-суглинковий	Важко-суглинковий	Глинистий	
12	18	29	43	63	84	I
<b>4</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	15	23	35	II

Води річки Когильник сприяють натрієвому і магнієвому осолонцюванню. За мінералізацією, вмістом натрію і магнію, можливим вмістом соди у концентрації 42-106 мг/дм<sup>3</sup> з імовірністю 50-60% води Когильника потребують розбавлення і хімічної меліорації.

**Річка Чага** [71] (створ – с. Петрівка, 66 км від гирла) бере початок у с. Киркаешти республіка Молдова, протікає по території Тарутинського

району та впадає у р. Когильник на території Арцизького району. Довжина річки 120 км, площа водозабору 1250 км<sup>2</sup>, середній похил 2,1‰. Річка має одну крупну притоку р. Сака.

Загальна мінералізація вод складає 2970 мг/дм<sup>3</sup> і змінюється від 1002 до 7180 мг/дм<sup>3</sup>. Токсичні іони – 2270 мг/дм<sup>3</sup> і можуть зростати до 5360 мг/дм<sup>3</sup>.

В середньому мінеральний склад вод р. Чага у зрошувальний період представлений таким чином (табл. А16): сульфати – 57%, хлориди – 25%, гідрокарбонати – 19%, натрій – 64%, магній – 19%, кальцій – 17%. Води відносяться до класу сульфатні (96%), групи натрію (100%), II типу (96%).

Імовірність вмісту  $CO_3^{2-}$  у воді складає 46%. Кількість можливого утворення звичайної соди ( $Na_2CO_3$ ) – 32,8 мг/дм<sup>3</sup> з максимумом 74,2 мг/дм<sup>3</sup>.

Іригаційна якість вод р. Чага: за мінералізацією – клас 3, «підвищено небезпечні» (62%) і клас 4, «засолює ґрунт» (38%); за "мінералізацією і  $k_{Na3}$ " – клас III (83%) і клас V (12%). Вода має лужну реакцію –  $pH=7,9$ .

За співвідношенням іонів (табл. 3.29) води р. Чага за вмістом натрію і магнію шкідливо впливають на ґрунт (95%).

За пропонованою типізацією води відносяться до підтипів: Па (79%), Пб (17%), Ша (4%).

Таблиця 3.29 – Іригаційні характеристики вод р. Чага

Місце спостережень за якістю води	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	pH	Співвідношення іонів				
			$k_{Na1} < 1,0$ форм.(1.5)	$k_{Na2} < 0,7$ форм.(1.6)	$k_{4-6}$ ( $< 6, 5, 4$ ) форм.(1.7)	$k_{Na3} < 0,65$ форм.(1.8)	$k_{Mg} < 0,5$ форм.(1.9)
р. Чага, с. Петрівка	2970 38%	7,9	<b>3,84</b>	<b>1,80</b>	5,61 25%	<b>0,78</b>	<b>0,53</b>

За показником  $e(rCt)$  води придатні для зрошення (табл. 3.30) піщаних ґрунтів (клас I). Для супіщаних, легкосуглинкових і середньосуглинкових відносяться до класу II. Непридатні для зрошення важкосуглинкових і глинистих ґрунтів.

Таблиця 3.30 – Ризик погіршення класу якості вод р.Чага – с.Петрівка при поливі різних ґрунтів (середнє – Па, 17,7 мекв/дм<sup>3</sup>)

р.Чага, с.Петрівка (параметри закону розподілу $e(rCl)$ : $\check{C}=2,785$ , $\check{G}=0,4242$ )						
Ризик (%) погіршення класу якості вод для різних ґрунтів						Клас якості води
Піщаний	Супіщаний	Легко-суглинковий	Середньо-суглинковий	Важко-суглинковий	Глинистий	
7	13	24	40	63	87	I
2	3	5	10	18	31	II

**Річка Алкалія** [61] (створ – с. Широке, 7 км від гирла) належить до басейну Чорного моря та впадає в озеро Солоне. Басейн ріки знаходиться на території Білгород–Дністровського району. Довжина ріки – 69 км, площа водозбору – 653 км<sup>2</sup>.

Загальна кількість водосховищ та ставків складає 8 шт., сумарний об'єм – 5,12 млн м<sup>3</sup>. Два з них Карналіївське об'ємом 1,51 млн м<sup>3</sup> та Монашанське – 1,87 млн м<sup>3</sup>.

Загальна мінералізація вод складає 3360 мг/дм<sup>3</sup> і змінюється від 1890 до 7220 мг/дм<sup>3</sup>. Токсичні іони – 2320 мг/дм<sup>3</sup> і можуть зростати до 6490 мг/дм<sup>3</sup>.

В середньому мінеральний склад вод р. Алкалія у зрошувальний період представлений так (табл. А12): сульфати – 52%, хлориди – 38%, гідрокарбонати – 9%, натрій – 47%, кальцій – 27%, магній – 26%. Води відносяться до сульфатного (64%) і хлоридного (36%) класів, групи натрію (64%) і кальцію (21%), II типу. Вода має лужну реакцію –  $pH=7,8$ .

Імовірність вмісту  $CO_3^{2-}$  у воді складає 21%. Кількість можливого утворення звичайної соди ( $Na_2CO_3$ ) – 16,2 мг/дм<sup>3</sup> з максимумом 21,2 мг/дм<sup>3</sup>.

Іригаційна якість вод р. Алкалія: за мінералізацією – клас 3 (50%), «підвищено небезпечна»; за "мінералізацією і  $k_{Na3}$ " – клас III (93%), води «обмежено придатні, потребують розбавлення і хімічної меліорації».

За співвідношенням іонів (табл. 3.31) води р. Алкалія шкідливо впливають на ґрунт за вмістом натрію і магнію.

За пропонованою типізацією води відносяться до підтипів: Пб (71%),

Шб (29%).

За показником  $e(rCl^-)$  для піщаних і супіщаних ґрунтів (табл. 3.32) відносяться до класу II (використовують за умови обов'язкового застосування комплексу заходів щодо запобігання деградації ґрунтів або поліпшення води до показників I класу). Непридатні для зрошення легкосуглинкових, середньосуглинкових, важкосуглинкових і глинистих ґрунтів. Вода має лужну реакцію –  $pH=7,8$ .

Таблиця 3.31 – Іригаційні характеристики вод р. Алкалія

Місце спостережень за якістю води	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	pH	Співвідношення іонів				
			$k_{Na1} < 1,0$ форм.(1.5)	$k_{Na2} < 0,7$ форм.(1.6)	$k_{4-6}$ ( $< 6, 5, 4$ ) форм.(1.7)	$k_{Na3} < 0,65$ форм.(1.8)	$k_{Mg} < 0,5$ форм.(1.9)
р. Алкалія, с.Широке	3360	7,8	<b>1,75</b>	<b>0,88</b>	3,77 15%	0,64 14%	<b>0,50</b> 50%

Таблиця 3.32 – Ризик погіршення класу якості вод р.Алкалія – с.Широке при поливі різних ґрунтів (середнє – Шб, 24,0 мекв/дм<sup>3</sup>)

р.Алкалія, с.Широке (параметри закону розподілу $e(rCl^-)$ : $\check{C}=3,143$ , $\check{G}=0,2748$ )						
Ризик (%) погіршення класу якості вод для різних ґрунтів						Клас якості води
Піщаний	Супіщаний	Легко-суглинковий	Середньо-суглинковий	Важко-суглинковий	Глинистий	
17	34	57	82	97	100	I
<b>2</b>	<b>5</b>	12	25	45	70	II

За мінералізацією, співвідношенням натрію і магнію з кальцієм, за показником  $e(rCl^-)$  води річки Алкалії «умовно придатні» для зрошення тільки легкопроникних ґрунтів.

**Річка Сарата** [62] (створ – с. Білолісся 14,3 км від гирла; с. Міняйлівка, 94 км від гирла) бере початок у с. Сайци на території Молдови, протікає по Тарутинському, Саратському районах і впадає у водосховище Сасик на території Татарбунарського району.

Довжина річки – 120 км, площа водозабору – 1250 км<sup>2</sup>, середній похил



– 1,6%. Сарата має 7 притоків довжиною більше 10 км – Курудера, Кантемир, Холодна, Джалаір, Бабій, Копчак, Валя-Барбе-Нядра.

Ширина річки досягає до 30 м, глибина до 1,5 м.

Сарата 14 км від гирла. Загальна мінералізація вод у середньому складає 6260 мг/дм<sup>3</sup> і змінюється від 1830 до 13100 мг/дм<sup>3</sup>. Токсичні іони – 5130 мг/дм<sup>3</sup> і можуть зростати до 11200 мг/дм<sup>3</sup>.

В середньому мінеральний склад вод р. Сарата у зрошувальний період представлений таким чином (табл. А6): сульфати – 46%, хлориди – 45%, гідрокарбонати – 9%, натрій – 62%, магній – 24%, кальцій – 15%. Води відносяться до сульфатного (64%) хлоридного (36%) класів, групи натрію (100%), II типу ( $S_{II}^{Na}$ ).

Імовірність вмісту  $CO_3^{2-}$  у воді складає 36%. Кількість можливого утворення звичайної соди ( $Na_2CO_3$ ) – 33,1 мг/дм<sup>3</sup> з максимумом 53,0 мг/дм<sup>3</sup>.

Іригаційна якість вод р. Сарата у її нижній частині за мінералізацією: Костяков – клас 4, «засолює ґрунт» (91%); за "мінералізацією і  $k_{Na3}$ " – клас V (непридатна для зрошення).

Таблиця 3.33 – Іригаційні характеристики вод р. Сарата

Місце спостережень за якістю води	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	pH	Співвідношення іонів				
			$k_{Na1} < 1,0$ форм.(1.5)	$k_{Na2} < 0,7$ форм.(1.6)	$k_{4-6}$ (<6, 5, 4) форм.(1.7)	$k_{Na3} < 0,65$ форм.(1.8)	$k_{Mg} < 0,5$ форм.(1.9)
р. Сарата, с. Білолісся	6259	7,8	<b>4,17</b>	<b>1,59</b>	5,19 55%	<b>0,76</b>	<b>0,62</b>
р.Сарата, с.Міняйлівка	3362	7,9	<b>3,01</b>	<b>1,25</b>	4,51 17%	<b>0,72</b>	<b>0,58</b>

За співвідношенням іонів (табл. 3.33) води р. Сарата (нижня частина) сприяють осолонцюванню ґрунту за вмістом натрію і магнію з ймовірністю 91%. Вода має лужну реакцію – pH=7,8.

За пропонованою типізацією води відносяться до підтипів: Пб (82%), Шб (9%).

За показником  $e(rCl^-)$  води не придатні для зрошення (табл. 3.34).

Таблиця 3.34 – Ризик погіршення класу якості вод р.Сарата – с.Білолісся при поливі різних ґрунтів (середнє – Пб, 53,1 мекв/дм<sup>3</sup>)

р.Сарата, с.Білолісся (параметри закону розподілу $e(rCt)$ : $\check{C}=3,859$ , $\check{G}=0,5129$ )						
Ризик (%) погіршення класу якості вод для різних ґрунтів						Клас якості води
Піщаний	Супіщаний	Легко-суглинковий	Середньо-суглинковий	Важко-суглинковий	Глинистий	
81	88	93	97	99	100	I
63	70	78	85	91	95	II

Сарата 94 км від гирла. Загальна мінералізація вод у середньому складає 3360 мг/дм<sup>3</sup> і змінюється від 2540 до 4430 мг/дм<sup>3</sup>. Токсичні іони – 2580 мг/дм<sup>3</sup> і можуть зростати до 3510 мг/дм<sup>3</sup>.

В середньому мінеральний склад вод р. Сарата у зрошувальний період представлений (табл. А7): сульфати – 54%, хлориди – 30%, гідрокарбонати – 16%, натрій – 56%, магній – 26%, кальцій – 18%. Води відносяться до сульфатного (89%) класу, групи натрію (100%), II типу ( $S_{II}^{Na}$ ).

Імовірність вмісту  $CO_3^{2-}$  у воді складає 50%. Кількість можливого утворення звичайної соди ( $Na_2CO_3$ ) – 30,6 мг/дм<sup>3</sup> з максимумом 84,8 мг/дм<sup>3</sup>.

Іригаційна якість вод р. Сарата у її верхній частині: за мінералізацією – клас 4, «засолює ґрунт» (83%); за "мінералізацією і  $k_{Na3}$ " – клас III (води обмежено придатні для зрошення, потребують поліпшення розведенням і хімічної меліорації).

За співвідношенням іонів (табл. 3.33) води р. Сарата (верхня частина) сприяють осолонцюванню ґрунту за вмістом натрію і магнію з ймовірністю 91%. Вода має лужну реакцію –  $pH=7,9$ .

За пропонованою типізацією води відносяться до підтипів: Па (22%), Пб (72%).

За показником  $e(rCt)$  води придатні (табл. 3.35) для зрошення піщаних ґрунтів (клас I). Для супіщаних і легкосуглинкових ґрунтів води відносяться до класу II (використовують за умови обов'язкового застосування комплексу заходів щодо запобігання деградації ґрунтів або поліпшення води до

показників I класу). Непридатні для зрошення середньосуглинкових, важкосуглинкових і глинистих ґрунтів.

Таблиця 3.35 – Ризик погіршення класу якості вод р.Сарата – с.Міняйлівка (гирло) при поливі різних ґрунтів (середнє – Пб, 22,2 мекв/дм<sup>3</sup>)

р.Сарата, с.Міняйлівка (параметри закону розподілу $e(rCt)$ : $\check{C}=3,073$ , $\check{G}=0,2487$ )						
Ризик (%) погіршення класу якості вод для різних ґрунтів						Клас якості води
Піщаний	Супіщаний	Легко-суглинковий	Середньо-суглинковий	Важко-суглинковий	Глинистий	
9	23	47	77	96	100	I
1	2	6	15	34	62	II

Води річки Сарата за мінералізацією, за співвідношенням натрію і магнію з кальцієм, за показником  $e(rCt)$  у верхній її частині «умовно придатні» для зрошення, у нижній – не придатні. Для можливості поливу необхідне розбавлення мало мінералізованою водою групи кальцію.

**Річка Великий Куяльник** [71] (створ – с. Руська Слобідка 8,2 км від гирла) впадає у Куяльницький лиман. Довжина 150 км, площа басейну 1860 км<sup>2</sup>. Іноді пересихає, у холодні зими перемерзає.

Загальна мінералізація вод складає 3990 мг/дм<sup>3</sup> і змінюється від 1660 до 11400 мг/дм<sup>3</sup>. Токсичні іони – 3180 мг/дм<sup>3</sup> і можуть зростати до 10400 мг/дм<sup>3</sup>.

В середньому мінеральний склад вод р. В.Куяльник у зрошувальний період представлений таким чином (табл. А18): сульфати – 46%, хлориди – 39%, гідрокарбонати – 15%, натрій – 45%, магній – 40%, кальцій – 15%. Води відносяться до класу сульфатні (53%) і хлоридні (47%), групи натрію (53%) і магнію (43%), II (59%) і III (41%) типів.

Імовірність вмісту  $CO_3^{2-}$  у воді складає 24%. Кількість можливого утворення звичайної соди ( $Na_2CO_3$ ) – 29,6 мг/дм<sup>3</sup> з максимумом 63,6 мг/дм<sup>3</sup>.

Іригаційна якість вод р. В.Куяльник: за мінералізацією – клас 5,

«засолює ґрунт»; за "мінералізацією і  $k_{Na3}$ " – клас III (88%) і клас V «непридатні для зрошення (12%)». Вода має лужну реакцію –  $pH=7,7$ .

За співвідношенням іонів (табл. 3.36) води р. В.Куяльник сприяють осолонцюванню ґрунтів за вмістом натрію і магнію.

За пропонованою типізацією води відносяться до підтипів: Па (29%), Пб (29%), Ша (24) і Шб (18%).

За показником  $e(rCl^-)$  води не придатні для зрошення усіх типів ґрунтів.

Таблиця 3.36 – Іригаційні характеристики вод р. В.Куяльник

Місце спостережень за якістю води	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	$pH$	Співвідношення іонів				
			$k_{Na1} < 1,0$ форм.(1.5)	$k_{Na2} < 0,7$ форм.(1.6)	$k_{4-6}$ ( $< 6, 5, 4$ ) форм.(1.7)	$k_{Na3} < 0,65$ форм.(1.8)	$k_{Mg} < 0,5$ форм.(1.9)
р.В. Куяльник, с. Слобідка	3988	7,7	<b>2,86</b>	<b>0,78</b>	3,58 12%	0,62 6%	<b>0,73</b>

Води річки Великий Куяльник потребують розбавленням маломінералізованою водою.

**Барабойське водосховище** [72] – невелике руслове водосховище на річці Барабой, розташоване у колишньому Біляївському районі. Площа Барабойського – 371 га за повної наповненості. Максимальний об'єм води – 24 млн м<sup>3</sup>. Але з моменту його відкриття максимум заповнення становив 16 млн м<sup>3</sup>. За сьогоденної наповненості його площа становить 270 га. На березі водосховища розташоване місто Теплодар. За проектом водосховище мало увійти у комплекс Теплодарської атомної електростанції. Будівництво АЕС зупинено після катастрофи у Чорнобилі.

Загальна мінералізація вод Барабойського водосховища складає 507 мг/дм<sup>3</sup> і змінюється від 327 до 896 мг/дм<sup>3</sup>. Токсичні іони – 289 мг/дм<sup>3</sup> і можуть зростати до 518 мг/дм<sup>3</sup>.

В середньому мінеральний склад вод Барабойського водосховища у

зрошувальний період представлений так (табл. А33): сульфати – 46%, гідрокарбонати – 34%, хлориди – 20%, магній – 37%, кальцій – 34%, натрій – 29%. Води відносяться до класу сульфатні (71%) і гідрокарбонатні (29%), групи кальцію (47%) і магнію (47%), II (53%) і III (47%) типів.

Імовірність вмісту  $CO_3^{2-}$  у воді складає 29%. Кількість можливого утворення звичайної соди ( $Na_2CO_3$ ) – 17,0 мг/дм<sup>3</sup> з максимумом 21,2 мг/дм<sup>3</sup>.

Іригаційна якість вод Барабойського вдсх: за мінералізацією – клас 1, «добра» (29%), клас 2, потребує «обмеженого застосування» (71%); за "мінералізацією і  $k_{Na3}$ " – клас 1, води «придатні для зрошення усіх типів ґрунтів» (65%) і клас 2, «придатні для зрошення більшості типів ґрунтів» (35%). Вода має нейтральну реакцію –  $pH=7,5$ .

За співвідношенням іонів (табл. 3.37) води Барабойського вдсх за вмістом натрію і магнію шкідливо впливають на ґрунт (53%).

За пропонованою типізацією води відносяться до підтипів: Па (53%), Пб (41%), Пб (6%).

Таблиця 3.37 – Іригаційні характеристики вод Барабойського вдсх

Місце спостережень за якістю води	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	pH	Співвідношення іонів				
			$k_{Na1} < 1,0$ форм.(1.5)	$k_{Na2} < 0,7$ форм.(1.6)	$k_{4-6}$ ( $< 6, 5, 4$ ) форм.(1.7)	$k_{Na3} < 0,65$ форм.(1.8)	$k_{Mg} < 0,5$ форм.(1.9)
Барабойське вдсх	507 0%	7,5 47%	0,79 18%	0,38 0%	0,0	0,45 0%	<b>0,52</b>

За показником  $e(rCl)$  води придатні для зрошення усіх типів ґрунтів (небезпека іригаційного засолення ґрунту відсутня).

**Санжейське водосховище** [72] – входить до складу 1 черги Нижньо-Дністровської ЗС, яка була побудована у 1967 р. на площі 20 тис.га. Головна насосна станція ГНС забирає воду з Дністра і подає у регулюючий басейн витратою. З нього самопливом у магістральний канал, який проходить по території зрошувального масиву. Довжина водосховища – 3,8 км, ширина

середня – 177 м, глибина середня – 1,18 м, площа дзеркала – 67,3 га, об'єм повний – 793 тис.м<sup>3</sup>, об'єм корисний – 405 тис.м<sup>3</sup>.

Загальна мінералізація вод складає 2090 мг/дм<sup>3</sup> і змінюється від 722 до 3850 мг/дм<sup>3</sup>. Токсичні іони – 1450 мг/дм<sup>3</sup> і можуть зростати до 2710 мг/дм<sup>3</sup>.

В середньому в мінеральному складі вод Санжейського вдсх у зрошувальний період переважають (табл. А35) сульфати – 58%, хлориди – 31% і гідрокарбонати – 11%. У катіонному складі переважає натрій – 44%, на магній приходить 29% і кальцій – 27%. Води відносяться до класу сульфатні (100%), групи натрію (98%), II (100%) типу. У середньому вода нейтральна –  $pH=7,4$ .

Імовірність вмісту  $CO_3^{2-}$  у воді складає 33%. Кількість можливого утворення звичайної соди ( $Na_2CO_3$ ) – 19,1 мг/дм<sup>3</sup> з максимумом 42,4 мг/дм<sup>3</sup>.

Іригаційна якість вод Санжейського вдсх: за мінералізацією – клас 3, «підвищено небезпечні» (72%), клас 4, «засолює ґрунт» (17%); за "мінералізацією і  $k_{Na3}$ " – клас III, води «обмежено придатні для зрошення, потребують розведення та хімічної меліорації» (89%).

За пропонованою типізацією води відносяться до підтипу: Пб (100%).

За співвідношенням іонів (табл. 3.38) води Санжейського вдсх за вмістом натрію і магнію шкідливо впливають на ґрунт (78%).

Таблиця 3.38 – Іригаційні характеристики вод Санжейського вдсх

Місце спостережень за якістю води	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	$pH$	Співвідношення іонів				
			$k_{Na1} < 1,0$ форм.(1.5)	$k_{Na2} < 0,7$ форм.(1.6)	$k_{4-6}$ ( $< 6, 5, 4$ ) форм.(1.7)	$k_{Na3} < 0,65$ форм.(1.8)	$k_{Mg} < 0,5$ форм.(1.9)
Санжейське вдсх	2091	7,4 48%	<b>1,65</b>	<b>0,79</b>	3,59	0,62 4%	<b>0,52</b>

За показником  $e(rCl^-)$  води придатні (табл. 3.39) для зрошення (клас 1) піщаних і супіщаних ґрунтів. Для суглинків (легких, середніх і важких) відносяться до класу 2. Непридатні для зрошення глинистих ґрунтів.

Таблиця 3.39 – Ризик погіршення класу якості вод Санжейського вдсх при поливі різних ґрунтів (середнє – Пб, 13,4 мекв/дм<sup>3</sup>)

Санжейське вдсх (параметри закону розподілу $e(rCl^-)$ : $\check{C}=2,499$ , $\check{G}=0,4744$ )						
Ризик (%) погіршення класу якості вод для різних ґрунтів						Клас якості води
Піщаний	Супіщаний	Легко-суглинковий	Середньо-суглинковий	Важко-суглинковий	Глинистий	
3	5	11	20	38	66	I
1	1	2	4	8	15	II

Води Санжейського водосховища придатні для зрошення легкопроникних дренажних ґрунтів, для поливу інших ґрунтів необхідне розбавлення маломінералізованою водою.

**Водосховище Сасик** [72] (ГНС-2, с. Трапівка (15)) було створено для поливу земель колишніх Татарбунарського та Саратського районів. Солонowodний лиман Сасик за рахунок його відділення від моря дамбою і з'єднання з Дунаєм каналом Дунай-Сасик (1978-1979 роки) був перетворений у прісне водосховище. Водосховище входило до складу Дунай-Дністровської зрошувальної системи (ДДЗС). Проектний склад і властивості вод Сасику у перші десятиріччя існування як водосховища досягнуті не були. Це відбулося тому, що у водосховищі мінералізація дунайської води збільшувалася за рахунок надходження солей з донних відкладень, які накопичувалися там за роки його існування у солонowodному стані. Процес формування якості вод у Сасику на теперішній час стабілізувався.

Мінералізація вод Сасику у середньому складає 1,65 г/дм<sup>3</sup>, досягаючи максимуму 2,26 г/дм<sup>3</sup>. Протягом ЗПР з ймовірністю 90-95% мінералізація вод знаходиться у діапазоні 1-3 г/дм<sup>3</sup>, і тільки з ймовірністю 5-10% вона менше 1 г/дм<sup>3</sup>. В основному мінеральний склад представлений токсичними солями (іонами). Їх вміст у воді дорівнює у середньому 1,31 г/дм<sup>3</sup> з максимумом 1,98 г/дм<sup>3</sup>.

Набір гіпотетичних токсичних солей представлений (табл. А28):  $NaCl$  (в водах присутня протягом усього ТП),  $Na_2SO_4$  (80%),  $MgSO_4$  (90%),  $MgCl_2$  (20%) і  $CaCl_2$  (10%). Серед токсичних солей переважає  $NaCl$ : середня

концентрація складає 0,84 г/дм<sup>3</sup> (з максимумом 1,34 г/дм<sup>3</sup>). За нею йде  $MgSO_4$  – 0,38 г/дм<sup>3</sup> (0,54 г/дм<sup>3</sup>) і  $Na_2SO_4$  – 0,14 г/дм<sup>3</sup> (0,41 г/дм<sup>3</sup>).

Більш половини ТП (56,5%) води Сасику містять  $CO_3^{2-}$ . Кількість звичайної соди ( $Na_2CO_3$ ) у середньому складає 25,4 мг/дм<sup>3</sup> при максимумі 42,4 мг/дм<sup>3</sup>. Вода має лужну реакцію –  $pH=7,9$ .

Протягом ТП з ймовірністю 70% води Сасику відносяться до підтипів Пб, Шб і Шв. Спільним для вод цих підтипів є те, що вони містять гіпс, який є меліорантом солонцюватих ґрунтів. Середня концентрація гіпсу складає 0,10 г/дм<sup>3</sup> (до 0,43 г/дм<sup>3</sup>).

Протягом року у Сасику можуть утворюватися води п'яти підтипів (Па-Шв), що свідчить про різноманітність переважаючих факторів формування якості вод у різні сезони.

У звичайних умовах води Сасику не придатні для зрошення: за мінералізацією – з ймовірністю 90-95% вони відносяться до категорії 3 з характеристикою «підвищено небезпечні». При їх використанні є небезпека засолення ґрунту. З ймовірністю 5-10% води відносяться до категорії 2 з характеристикою «обмеженого застосування». Вміст натрію і магнію (табл. 3.40) створює небезпеку осолонцювання ґрунту.

Таблиця 3.40 – Іригаційні характеристики вод вдсх Сасик

Місце спостережень за якістю води	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	$pH$	Співвідношення іонів				
			$k_{Na1} < 1,0$ форм.(1.5)	$k_{Na2} < 0,7$ форм.(1.6)	$k_{4-6}$ ( $< 6, 5, 4$ ) форм.(1.7)	$k_{Na3} < 0,65$ форм.(1.8)	$k_{Mg} < 0,5$ форм.(1.9)
вдсх Сасик, ГНС-2	1620 4%	7,9	<b>3,90</b>	<b>1,57</b>	5,18 4%	<b>0,76</b>	<b>0,60</b>

За мінералізацією і концентрацією токсичних солей (іонів) води Сасику можна використовувати тільки для поливу легких, добре проникних та дренажних ґрунтів. Це підтверджується і показником  $e(rCt)$  (табл. 3.41). З табл. 3.41 видно, що ймовірність погіршення другого класу якості вод для піщаних і супіщаних ґрунтів складає не більш 10%.



Таблиця 3.41 – Ризик погіршення класу якості вод Сасику при поливі різних ґрунтів (середнє – Пб, 16,7 мекв/дм<sup>3</sup>)

Сасик, ГНС-2 (параметри закону розподілу $e(rCt)$ : $\check{C}=2,672$ , $\check{G}=0,6853$ )						
Ризик (%) погіршення класу якості вод для різних ґрунтів						Клас якості води
Піщаний	Супіщаний	Легко-суглинковий	Середньо-суглинковий	Важко-суглинковий	Глинистий	
14	20	27	38	52	71	I
7	9	12	17	23	32	II

Для безпечного використання вод Сасику для поливу у звичайних умовах необхідна їх хімічна меліорація і розбавлення водою з малою мінералізацією.

**Канал Дунай-Сасик** [67] (гирло). Канал Дунай-Сасик побудований та введений у експлуатацію у 1979 році. Довжина каналу 13,9 км, підвідна частина 210 м. Ширина по дну 75м, ширина по дзеркалу 110 м. Закладення укосів 2,5, ширина берми 4 м. Витрати у каналі 120–170 м<sup>3</sup>/с.

Призначення каналу – наповнення водосховища Сасик, підтримка рівню води на відмітці 0,2 м. По каналу подача води у водосховище здійснюється самопливом. Регулювання подачі води здійснюється головним шлюзом. Шлюз також підтримує не розмиваючи швидкості течії.

Загальна мінералізація вод – 428 мг/дм<sup>3</sup> і змінюється від 325 до 501 мг/дм<sup>3</sup>. Токсичні іони – 188 мг/дм<sup>3</sup> і можуть зростати до 276 мг/дм<sup>3</sup>.

В середньому мінеральний склад вод каналу у зрошувальний період представлений так (табл. А29): гідрокарбонати – 45%, сульфати – 35%, хлориди – 19%, кальцій – 47%, магній – 29%, натрій – 24%. Води відносяться до класів гідрокарбонатні (67%) і сульфатні (33%), груп кальцію (78%) і магнію (22%), II типу ( $C_{II}^{Ca}$ ). Вода має лужну реакцію –  $pH=7,7$ .

Імовірність вмісту  $CO_3^{2-}$  у воді складає 11%. Кількість можливого утворення звичайної соди ( $Na_2CO_3$ ) – 53,0 мг/дм<sup>3</sup>.

Иригаційна якість вод каналу: за мінералізацією – клас 2, потребує «обмеженого застосування» 67%; за "мінералізацією і  $k_{Na3}$ " – клас 1 (води

придатні для зрошення усіх типів ґрунтів) 89%, клас 2 – води придатні для поливу більшості типів ґрунтів 11%.

За співвідношенням іонів (табл. 3.42) води каналу за усіма показниками  $k_{Na1}$ ,  $k_{Na2}$ ,  $k_{4-6}$ ,  $k_{Na3}$  (формули (1.5)–(1.8)) відносяться до класу 1. Але за вмістом іонів магнію за  $k_{Mg}$  шкідливо впливають на ґрунт з ймовірністю 22%.

Таблиця 3.42 – Іригаційні характеристики вод канал Дунай-Сасик

Місце спостережень за якістю води	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	pH	Співвідношення іонів				
			$k_{Na1} < 1,0$ форм.(1.5)	$k_{Na2} < 0,7$ форм.(1.6)	$k_{4-6}$ ( $< 6, 5, 4$ ) форм.(1.7)	$k_{Na3} < 0,65$ форм.(1.8)	$k_{Mg} < 0,5$ форм.(1.9)
Канал Дунай-Сасик	428 0%	7,7	0,48 0%	0,29 0%	0,0	0,38 0%	0,38 22%

За запропованою типізацією води відносяться до підтипів: Па (22%), Пб (45%), Шб (33%).

За показником  $e(rCt)$  води придатні для зрошення усіх типів ґрунтів (небезпека іригаційного засолення ґрунту відсутня).

**Басейн річки Дунай** (рис. 3.6).



Рис. 3.6 – Басейн Дунаю (супутниковий знімок)

*Річка Дунай* [67] (нижня частина створи – м. Рені, м. Ізмаїл, м. Кілія, м. Вилкове) – прикордонна річка, її довжина на території України (відстань від устя Кілійського гирла до м. Рені, кордон з Румунією) складає приблизно 170 км (рис. 3.6, 3.7). Друга за величиною річка у Європі після Волги.



Рис. 3.7 – Кілійське гирло Дунаю (спутниковий знімок)

Північним рукавом дельти Дунаю є Кілійське гирло. По ньому проходить близько 70% усього стоку річки [67]. Дунай розділяється на два рукави (на Кілійське і Тульчинське гирло) біля мису Ізмаїльський Чатал, який знаходиться у південно-західному напрямку від Ізмаїла. Гирло впадає до Чорного моря на південний схід від міста Вилкове.

Довжина гирла 116 км, ширина до 1,2 км. У нижній течії розгалужується на численні протоки. Повені спостерігаються навесні й (після інтенсивних дощів) улітку. Русло гирла обваловане, є декілька островів. Головні порти на Кілійському гирлі: Ізмаїл, Кілія, Вилкове.

Загальна мінералізація вод складає 327–335 мг/дм<sup>3</sup> і змінюється від 254 мг/дм<sup>3</sup> до 444 мг/дм<sup>3</sup>. Токсичні іони – 95–97 мг/дм<sup>3</sup> і можуть зростати до 137 мг/дм<sup>3</sup>.

В середньому мінеральний склад вод р. Дунай у зрошувальний період (табл. 3.43) представлений таким чином (табл. А24–А27): гідрокарбонати – 64%, сульфати – 18%, хлориди – 18%, кальцій – 58%, магній – 25%, натрій –

17%. Це найкраще співвідношення головних іонів. За класифікацією Альокіна О.А. води відносяться до класу гідрокарбонатні (100%), групи кальцію (100%), III типу ( $C_{III}^{Ca}$ ). З ймовірністю 31% води Дунаю можуть бути II типу, відповідно III – 69%.

Таблиця 3.43 – Мінеральний склад вод р. Дунай–м.Ізмаїл

Характерист.	$M_3$	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^++K^+$	Стокс
<i>сер.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	335	179	39,3	29,4	53,5	13,9	17,8	96,9
<i>min</i> , мг/дм <sup>3</sup>	257	131	29,9	21,5	36,1	9,5	7,7	73,7
<i>max</i> , мг/дм <sup>3</sup>	444	233	53,1	44,2	70,5	18,9	30,1	136
Гіпотетичні солі								
Характерист.	$Ca(HCO_3)_2$	$Mg(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	$Na_2SO_4$	$MgSO_4$	$NaCl$	$MgCl_2$	
<i>сер.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	216	20,7	5,4	7,1	47,1	43,2	6,3	
<i>max</i> , мг/дм <sup>3</sup>	285	47,9	10,6	34	63,2	72,4	15,9	
<i>p%</i>	100	96,3	3,7	33,3	100	100	66,7	

Випадки наявності карбонатів  $CO_3^{2-}$  не зафіксовано (можливого утворення звичайної соди ( $Na_2CO_3$ ) відсутня).

Иригаційна якість вод р. Дунай: за мінералізацією – клас 1, «добра» (100%); за "мінералізацією і  $k_{Na3}$ " – клас 1 (води придатні для зрошення усіх типів ґрунтів) 100%. Вода має лужну реакцію –  $pH=8,0$ .

За співвідношенням іонів води р. Дунай за усіма показниками  $k_{Na1}$ ,  $k_{Na2}$ ,  $k_{4-6}$ ,  $k_{Na3}$ ,  $k_{Mg}$  (формули (1.5)–(1.9)) відносяться до класу 1 (100%).

Таблиця 3.44 – Иригаційні характеристики вод р. Дунай

Місце спостережень за якістю води	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	$pH$	Співвідношення іонів				
			$k_{Na1} < 1,0$ форм.(1.5)	$k_{Na2} < 0,7$ форм.(1.6)	$k_{4-6}$ ( $< 6, 5, 4$ ) форм.(1.7)	$k_{Na3} < 0,65$ форм.(1.8)	$k_{Mg} < 0,5$ форм.(1.9)
р. Дунай, м. Ізмаїл	335 0%	8,0	0,29 0%	0,20 0%	0,0	0,29 0%	0,30 0%

За пропонованою типізацією води відносяться до підтипів: Па (31-44%), Ша (53-66%).

За показником  $e(rCl^-)$  води придатні для зрошення усіх типів ґрунтів (небезпека іригаційного засолення ґрунту відсутня).

Води річки Дунай за усіма іригаційними показниками є еталоном якості для Одеської області.

**Річка Киргизь-Китай** [62] (створ – с. М. Ярославець, 49 км від гирла) починається у місті злиття двох балок у 1 км південніше с. Твардиця Молдови, впадає в оз. Китай у 7 км нижче с. Островне Одеської області. Довжина річки – 64 км, площа водозбору – 725 км<sup>2</sup>, загальне падіння – 149 м, коефіцієнт звивистості – 1,10.

Річка має 2-і притоки довжиною більше 10 км. На річці побудовано 10 ставків та водосховищ загальною ємністю 6,7 млн м<sup>3</sup>.

Загальна мінералізація вод складає 3420 мг/дм<sup>3</sup> і змінюється від 2560 до 5190 мг/дм<sup>3</sup>. Токсичні іони – 2170 мг/дм<sup>3</sup> і можуть зростати до 3360 мг/дм<sup>3</sup>.

В середньому мінеральний склад вод р. Киргизь-Китай у зрошувальний період представлений таким чином (табл. А13): сульфати – 57%, гідрокарбонати – 28%, хлориди – 15%, натрій – 44%, кальцій – 29%, магній – 27%. Води відносяться до сульфатного класу, групи натрію, II типу ( $S_{II}^{Na}$ ).

Імовірність вмісту  $CO_3^{2-}$  у воді складає 45%. Кількість можливого утворення звичайної соди ( $Na_2CO_3$ ) – 33,4 мг/дм<sup>3</sup> з максимумом 71,2 мг/дм<sup>3</sup>.

Іригаційна якість вод р. Киргизь-Китай: за *мінералізацією* – клас 3 «підвищено небезпечні» (21%) і клас 4, «засолює ґрунт» (79%); за "*мінералізацією і  $k_{Na3}$* " – клас III – 97% води «обмежено придатні, потребують розбавлення і хімічної меліорації».

За *співвідношенням іонів* (табл. 3.45) води р. Киргизь-Китай за методиками  $k_{Na1}$ ,  $k_{Na2}$ ,  $k_{4-6}$ ,  $k_{Na3}$  (формули (1.5)–(1.8)) не придатні для зрошення 83-93%. Вміст магнію ( $k_{Mg}$ ) шкідливе впливає на ґрунт 48%.

За детальною типізацією води відносяться до: Па (41%), Пб (59%).

За показником  $e(rCl^-)$  води придатні для зрошення (клас 1) піщаних,

супіщаних і легкосуглинкових ґрунтів (табл. 3.46). Для середньосуглинкових, важкосуглинкових і глинистих ґрунтів води відносяться до класу II – використовують за умови обов'язкового застосування комплексу заходів щодо запобігання деградації ґрунтів або поліпшення води до показників I класу.

Таблиця 3.45 – Іригаційні характеристики вод р. Киргиз-Китай

Місце спостережень за якістю води	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	pH	Співвідношення іонів				
			$k_{Na1} < 1,0$ форм.(1.5)	$k_{Na2} < 0,7$ форм.(1.6)	$k_{4-6}$ ( $< 6, 5, 4$ ) форм.(1.7)	$k_{Na3} < 0,65$ форм.(1.8)	$k_{Mg} < 0,5$ форм.(1.9)
р. Киргиз-Китай, с.Малоярославець	3420	8,0	<b>1,50</b>	<b>0,77</b>	3,57 7%	0,61 0%	0,49 48%

Таблиця 3.46 – Ризик погіршення класу якості вод р.Киргиз-Китай – с. М.Ярославець при поливі різних ґрунтів (середнє – Пб, 14,7 мекв/дм<sup>3</sup>)

р.Киргиз-Китай, с.М.Ярославець (параметри розподілу $e(rCl)$ : $\check{C}=2,668$ , $\check{G}=0,1961$ )						
Ризик (%) погіршення класу якості вод для різних ґрунтів						Клас якості води
Піщаний	Супіщаний	Легко-суглинковий	Середньо-суглинковий	Важко-суглинковий	Глинистий	
<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	13	56	97	I
0	0	0	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	II

Води річки Киргиз-Китай за мінералізацією і співвідношенням натрію з кальцієм придатні для зрошення тільки легкопроникних дренажних ґрунтів. Для більш широкого застосування їх необхідне розбавляти мало мінералізованою водою.

**Річка Карасулак** [64] – впадає в озеро Ялпуг (басейн Дунаю), впадає до озера Ялпуг на південний захід від села Криничного.

Довжина річки складає 21 км. Площа водозбору – 221 км<sup>2</sup>. Має 4 притоки. Норма річного стоку – 1,74 млн м<sup>3</sup>.

Постійні спостереження на річці не ведуться.

За даними одиничних спостережень середня мінералізація вод річки

складає 3900 мг/дм<sup>3</sup>, діапазон – 2200-5990 мг/дм<sup>3</sup>. За співвідношенням іонів вода шкідливо впливає на ґрунт, особливе несприятливе співвідношення натрію з кальцієм: концентрація натрію у 1,8 віще концентрації кальцію.

За мінералізацією води відносяться до класу IV – «засолює ґрунт». За співвідношенням натрію і магнію з кальцієм шкідливо впливають на ґрунт при поливі (табл. 3.47). Для застосування вод р. Карасулак у іригаційних цілях необхідне їх розбавлення і хімічна меліорація.

Таблиця 3.47 – Іригаційні характеристики вод р. Карасулак

Місце спостережень за якістю води	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	pH	Співвідношення іонів				
			$k_{Na1} < 1,0$ форм.(1.5)	$k_{Na2} < 0,7$ форм.(1.6)	$k_{4-6}$ (<6, 5, 4) форм.(1.7)	$k_{Na3} < 0,65$ форм.(1.8)	$k_{Mg} < 0,5$ форм.(1.9)
р. Карасулак, с. Криничне	3895	7,9	<b>1,82</b>	0,67	4,96	0,57	<b>0,63</b>

**Річка Вликий Ялпуг** [64] (створ – с. Табаки, 5,4 км від гирла) впадає в озеро Ялпуг. Відноситься до басейну р. Дунай. Початок річки розташовано біля с. Жавгур. Загальна довжина 114 км. Площа водозбірного басейну 3280 км<sup>2</sup>. Річище влітку пересихає. Довжина річки Ялпуг на території Болградського району 12,5 км. Площа водозбірного басейну 289 км<sup>2</sup>.

Загальна мінералізація вод складає 4130 мг/дм<sup>3</sup> і змінюється від 1090 до 10440 мг/дм<sup>3</sup>. Токсичні іони – 3440 мг/дм<sup>3</sup> і можуть зростати до 9660 мг/дм<sup>3</sup>.

В середньому у мінеральному складі вод р. В.Ялпуг у зрошувальний період (табл. А14) переважають сульфати – 52%, на хлориди приходить – 36% і на гідрокарбонати – 12%, з катіонів переважає натрій – 62%, на магній приходить 26% і на кальцій – 12%. Води відносяться до класу сульфатні (95%), групи натрію (100%), II типу ( $S_{II}^{Na}$ ).

Імовірність вмісту  $CO_3^{2-}$  у воді велика і складає 57%. Кількість можливого утворення звичайної соди ( $Na_2CO_3$ ) – 29,1 мг/дм<sup>3</sup> з максимумом 63,6 мг/дм<sup>3</sup>.

Іригаційна якість вод р. В.Ялпуг: за мінералізацією – клас 4, «засолює

грунт» 67%; за "мінералізацією і  $k_{Na3}$ " – клас III 86% води «обмежено придатні, потребують розбавлення і хімічної меліорації».

За співвідношенням іонів (табл. 3.48) води р. В.Ялпуг за вмістом натрію і магнію шкідливо впливають на ґрунт.

Таблиця 3.48 – Іригаційні характеристики вод р. В.Ялпуг

Місце спостережень за якістю води	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	pH	Співвідношення іонів				
			$k_{Na1} < 1,0$ форм.(1.5)	$k_{Na2} < 0,7$ форм.(1.6)	$k_{4-6}$ ( $< 6, 5, 4$ ) форм.(1.7)	$k_{Na3} < 0,65$ форм.(1.8)	$k_{Mg} < 0,5$ форм.(1.9)
р. В. Ялпуг, с. Табаки	4134	8,1	<b>4,99</b>	<b>1,62</b>	5,26 6%	0,77	<b>0,67</b>

За пропонованою типізацією води відносяться до підтипів: Па (62%), Пб (33%), Пб (5%).

За показником  $e(rCl^-)$  води не придатні для зрошення (табл. 3.49).

У водах річки В.Ялпуг дуже несприятливе співвідношення натрію з кальцієм – концентрація натрію перевищує концентрацію кальцію у 5 разів. Для застосування вод річки для поливу необхідне їх розбавлення водами з малою мінералізацією кальцієвої групи і хімічна меліорація.

Таблиця 3.49 – Ризик погіршення класу якості вод р. В.Ялпуг при поливі різних ґрунтів (середнє – Па, 31,2 мекв/дм<sup>3</sup>)

р. В.Ялпуг (параметри закону розподілу $e(rCl^-)$ : $\check{C}=3,246$ , $\check{G}=0,5892$ )						
Ризик (%) погіршення класу якості вод для різних ґрунтів						Клас якості води
Піщаний	Супіщаний	Легко-суглинковий	Середньо-суглинковий	Важко-суглинковий	Глинистий	
40	49	60	73	85	95	I
23	28	35	44	55	66	II

**Річка Таубунар** [64] – річка у межах Болградського та Ізмаїльського районів Одеської області. Впадає до озера Катлабух, відноситься до басейну Дунаю. Довжина річки 40 км. Площа водозбірного басейну – 281 км.



Середня мінералізація річки 4400 мг/дм<sup>3</sup>, діапазон – 2610-5880 мг/дм<sup>3</sup>.

За співвідношенням натрію і магнію з кальцієм води річки шкідливо впливають на ґрунт (табл. 3.50). Концентрація натрію перевищує концентрацію кальцію більш ніж у 2 рази.

Таблиця 3.50 – Іригаційні характеристики вод р. Ташбунар

Місце спостережень за якістю води	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	pH	Співвідношення іонів				
			$k_{Na1} < 1,0$ форм.(1.5)	$k_{Na2} < 0,7$ форм.(1.6)	$k_{4-6}$ ( $< 6, 5, 4$ ) форм.(1.7)	$k_{Na3} < 0,65$ форм.(1.8)	$k_{Mg} < 0,5$ форм.(1.9)
р. Ташбунар, с. Ташбунвр	4395	8,0	<b>2,16</b>	<b>0,73</b>	4,73	0,59	<b>0,66</b>

Води річки Ташбунар не придатні для зрошення, необхідне їх розбавлення та хімічна меліорація.

**Великий Катлабух** [62] – річка у межах Болградського та Ізмаїльського районів Одеської області. Впадає до озера Катлабух (басейн Дунаю). Довжина 48 км, площа водозбірного басейну 534 км<sup>2</sup>.

Постійні спостереження не ведуться.

Середня мінералізація річки 5080 мг/дм<sup>3</sup> (табл. 3.51), діапазон – 2240–10200 мг/дм<sup>3</sup>. Вода має лужну реакцію – pH=7,9.

Таблиця 3.51 – Іригаційні характеристики вод р. В.Катлабух

Місце спостережень за якістю води	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	pH	Співвідношення іонів				
			$k_{Na1} < 1,0$ форм.(1.5)	$k_{Na2} < 0,7$ форм.(1.6)	$k_{4-6}$ ( $< 6, 5, 4$ ) форм.(1.7)	$k_{Na3} < 0,65$ форм.(1.8)	$k_{Mg} < 0,5$ форм.(1.9)
р. В.Катлабух, автодор. міст	5076	7,9	<b>2,86</b>	<b>0,94</b>	4,13	0,65	<b>0,67</b>

**Річка Єніка** [62] – річка в Україні, у межах Ізмаїльського району Одеської області. Впадає у Гасанську затоку озера Катлабух (басейн Дунаю). Довжина 26 км, площа водозбірного басейну 243 км<sup>2</sup>.

Середня мінералізація річки Єніка дорівнює 5660 мг/дм<sup>3</sup> (табл. 3.52),

діапазон – 2330–8810 мг/дм<sup>3</sup>. У водах річки табл. (3.52) особливо несприятливе співвідношення натрію з кальцієм, концентрація останнього у п'ять разів менше. Вода має лужну реакцію –  $pH=8,1$ .

Таблиця 3.52 – Іригаційні характеристики вод р. Єніка

Місце спостережень за якістю води	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	$pH$	Співвідношення іонів				
			$k_{Na1} < 1,0$ форм.(1.5)	$k_{Na2} < 0,7$ форм.(1.6)	$k_{4-6}$ (<6, 5, 4) форм.(1.7)	$k_{Na3} < 0,65$ форм.(1.8)	$k_{Mg} < 0,5$ форм.(1.9)
р. Єніка, с. Першотравневе	5665	8,1	<b>4,97</b>	<b>1,31</b>	3,54	0,72	<b>0,74</b>

Води не придатні для зрошення. Необхідне їх розбавлення і хімічна меліорація.

*Малий Катлабух* [62] – у межах Болградського та Ізмаїльського районів Одеської області. Ліва притока річки В.Катлабух (басейн Дунаю). Довжина 43 км, площа водозбірного басейну 235 км<sup>2</sup>.

Таблиця 3.53 – Іригаційні характеристики вод р. М.Катлабух

Місце спостережень за якістю води	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	$pH$	Співвідношення іонів				
			$k_{Na1} < 1,0$ форм.(1.5)	$k_{Na2} < 0,7$ форм.(1.6)	$k_{4-6}$ (<6, 5, 4) форм.(1.7)	$k_{Na3} < 0,65$ форм.(1.8)	$k_{Mg} < 0,5$ форм.(1.9)
р. М.Катлабух, атодор. міст	6208	8,0	<b>2,60</b>	<b>0,94</b>	4,13	0,65	<b>0,64</b>

Середня мінералізація річки 6210 мг/дм<sup>3</sup> (табл. 3.53), діапазон – 2200–8310 мг/дм<sup>3</sup>. Вода має лужну реакцію –  $pH=8,0$ .

*Річка Аліяга* [62] – річка у межах Болградського та Ізмаїльського районів Одеської області. Впадає до озера Китай (басейн Дунаю). Довжина 65 км, площа водозбірного басейну 467 км<sup>2</sup>. Постійні спостереження не ведуться.

Середня мінералізація річки 6980 мг/дм<sup>3</sup> (табл. 3.54), діапазон – 1290–11530 мг/дм<sup>3</sup>. Вода має лужну реакцію –  $pH=8,1$ .

Таблиця 3.54 – Іригаційні характеристики вод р. Аліяга

Місце спостережень за якістю води	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	pH	Співвідношення іонів				
			$k_{Na1} < 1,0$ форм.(1.5)	$k_{Na2} < 0,7$ форм.(1.6)	$k_{4-6}$ ( $< 6, 5, 4$ ) форм.(1.7)	$k_{Na3} < 0,65$ форм.(1.8)	$k_{Mg} < 0,5$ форм.(1.9)
р. Аліяга, автодор. міст	6985	8,1	<b>3,70</b>	<b>1,22</b>	3,64	0,71	<b>0,67</b>

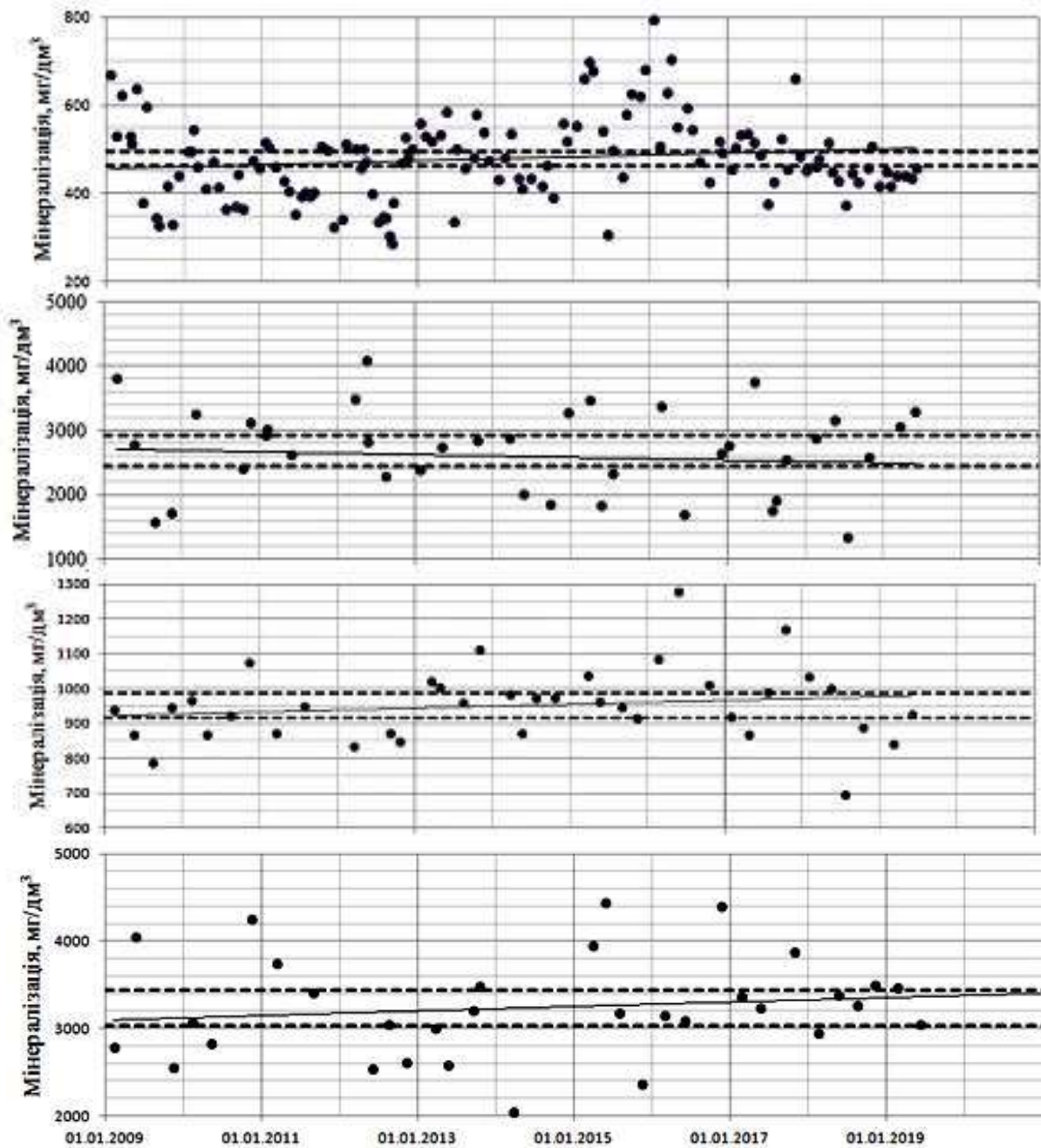


Рис. 3.8 – Часова мінливість загальної мінералізації: р. Дністер–м. Біляївка, р. Барабой–гирло, р. Ягорлик–с. Аргирівка, р.Сарата–с. Міняйлівка

Характеристика складу вод більшості розглянутих водних об'єктів Одеської області надана за результатами спостережень за 2009–2019 роки. Ця інформація з великою ймовірністю відповідає сучасному стану вод, оскільки аналіз мінливості основних характеристик складу вод не має суттєвого часового тренду а ні позитивного, а ні негативного.

Наприклад (рис. 3.8), слабкий (негативний і позитивний) часовий тренд рядів спостережень за мінералізацією (річки Дністер, Барабой, Ягорлик, Сарата) знаходиться у межах похибки (пунктирні лінії) оцінки середнього значення ряду (95% довірчого інтервалу середнього значення вибірки). Таким часовим трендом можна знехтувати і припустити, що основні статистичні характеристики рядів спостережень не залежать від часу.

### 3.2 Якість ґрунтових і дренажних вод на масивах зрошення

Землі зрошуваних систем Одеської області розташовані на різних елементах рельєфу і відрізняються геологічною будовою, глибиною залягання і хімічним складом вод. Тому створюються різні умови живлення та розвантаження підземних вод.

Вплив режимоутворюючих чинників у різних частинах зони діяльності управлінь проявляється по різному. Більша частина зрошуваних земель розташовується на водороздільних плато з яскраво вираженою ярово-балковою мережею. Частково зрошувані землі розташовуються на ерозійно-аккумулятивних формах рельєфу, які представлені надзаплавними терасами Дунаю, Дністра та Турунчука. Ще одна частина зрошуваних земель розташована на заплавних терасах річок – це рисові зрошувальні системи Кілійського МУВГ, зрошувальна система о. Турунчук Дністровського МУВГ та інше. На більшій частині зрошуваних земель рівень ґрунтових вод знаходиться на глибині більш 3 м. Ділянки, де стояння рівню ґрунтових вод знаходиться на глибині менш 3 м, є зоною потенційного підтоплення. Ці ділянки, як правило, розташовані у заплаві річок.

На масивах зрошення Одеської області спостереження велися за хімічним складом ґрунтових і дренажних вод. Фіксувалася також глибина залягання рівню ґрунтових вод.

Одеська геолого-меліоративна експедиція з 2011 по 2017 ріки проводила режимні спостереження за мінеральним складом ґрунтових вод у межах Нижньо-Дністровської зрошувальної системи, яка знаходиться на півночі Одеського району на території підконтрольної Дністровському МУВГ. Усі інші зрошувальні системи Одещини знаходяться на південь від неї.

Для району розташування зрошувальних систем Одеської області результати згаданих спостережень і сьогодні можна вважати актуальними по наступним причинам.

По перше, на фоні глобального потепління, результати якого простежуються в останні десятиліття у розглянутому регіоні, мінералізація ґрунтових вод с часом буде мати тенденцію к збільшенню. Тобто, характеристики мінерального складу вод на сьогоднішній час будуть не меншими чим ті, що отримані за результатами спостережень згаданого періоду.

По друге, ділянки спостережень (зрошувальні системи на території Біляївської, Березанської, Дачненської, Мирненської, Вигодянської, Ясківської, Кагарликської, Майорської, Біляївської, Маяцької, Троїцької сільських рад і о. Турунчук) знаходяться у смузі північного степу (рис. 2.4–2.6) у басейні Дністра і частково у басейні річок Причорномор'я на північ від усіх зрошуваних систем. Посушливість клімату зростає з півночі на південь. В Одеській області на це вказують межі агрокліматичних зон, особливості ґрунтово-рослинного покриву, розташування геоботанічних провінцій, мінералізація вод середніх і малих річок. Тому можна припустити, що мінералізація ґрунтових вод буде зростати з півночі на південь.

При аналізі результатів спостережень встановлено (табл. 3.55, 3.56), що ґрунтові і дренажні води не придатні для зрошення:

- мінералізація ґрунтових і дренажних вод у середньому складає 3,95–5,14 г/дм<sup>3</sup> при максимумі 14,8–23,7 г/дм<sup>3</sup>, тоді як межею поливних вод є 3 г/дм<sup>3</sup>;

- середня концентрація токсичних солей (більше 3 г/дм<sup>3</sup>) – 3,16–4,19 г/дм<sup>3</sup>, при максимумі – 14,0–23,50 г/дм<sup>3</sup>;

- імовірність наявності звичайної соди – 36–72%, середня концентрація соди – 66–258 мг/дм<sup>3</sup>, максимальна – 678–1440 мг/дм<sup>3</sup> (перевищує допустиму межу 66 мг/дм<sup>3</sup>).

Таблиця 3.55 – Мінеральний склад ґрунтових вод

Характерист.	$M_3$	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^{++} K^+$	Стокс
<i>сер.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	3953	533	1686	462	146	222	801	3162
<i>min</i> , мг/дм <sup>3</sup>	255	24	15,8	17,7	10,0	3,0	19,8	154
<i>max</i> , мг/дм <sup>3</sup>	14770	3501	7705	2570	1250	1276	3300	13972
Гіпотетичні токсичні солі								
Характеристика	$Na_2CO_3$	$NaHCO_3$	$NaCl$	$CaCl_2$	$Na_2SO_4$	$MgCl_2$	$MgSO_4$	
<i>сер.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	257	721	725	43,3	1429	1062	214	
<i>max</i> , мг/дм <sup>3</sup>	1441	3095	4206	68,4	6984	5955	971	
<i>p%</i>	71,6	17,7	100	1,4	86,5	81	13,5	

Таблиця 3.56 – Мінеральний склад дренажних вод

Характерист.	$M_3$	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^{++} K^+$	Стокс
<i>сер.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	5136	418	2484	723	244	326	929	4187
<i>min</i> , мг/дм <sup>3</sup>	459	49	22,1	53,2	20,0	18,2	40,0	144
<i>max</i> , мг/дм <sup>3</sup>	23670	2323	8552	11521	540	929	7699	23528
Гіпотетичні солі								
Характеристика	$Na_2CO_3$	$NaHCO_3$	$NaCl$	$CaCl_2$	$Na_2SO_4$	$MgCl_2$	$MgSO_4$	
<i>сер.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	66,1	811	1178	0,0	1477	217	1598	
<i>max</i> , мг/дм <sup>3</sup>	678	1570	18848	0,0	11977	1066	4603	
<i>p%</i>	36,2	1,7	100	0,0	94,5	5,5	98	

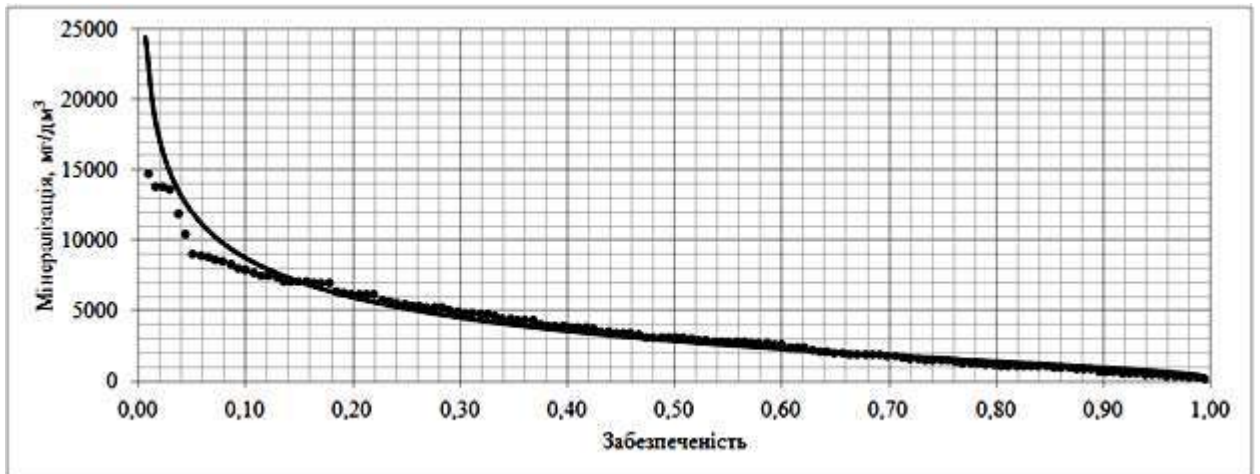


Рис. 3.9 – Розподіл мінералізації ґрунтових вод

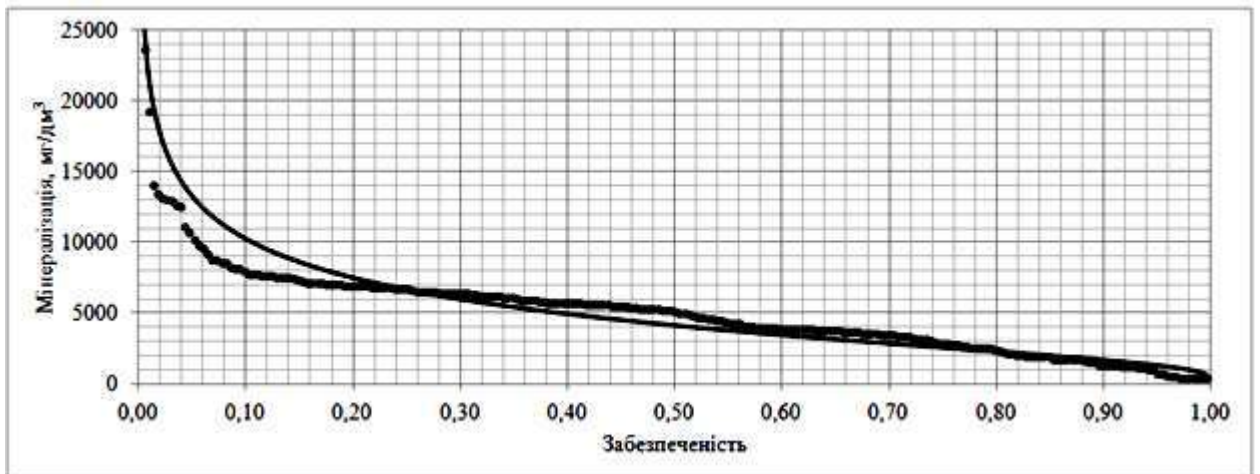


Рис. 3.10 – Розподіл мінералізації дренажних вод

Наявність ґрунтових і дренажних вод з малою мінералізацією (менш  $1 \text{ г/дм}^3$ ) можна пояснити тим, що проби вод були взяті після періодів випадіння опадів. Ризик погіршення якості вод (імовірність перевищення значення  $3 \text{ г/дм}^3$ ) становить 55–70% (рис. 3.9, 3.10).

Ґрунтові води відносяться до класу «сульфатні» з імовірністю 63% і «карбонатні» – 28%, групи натрію – 77% і магнію – 18%, тип вод II – 65% і I – 28%.

Іригаційні класи вод: за мінералізацією – клас 4 «засолює ґрунт» – 52%; за "мінералізацією і  $k_{Na3}$ " – клас 5 «не придатна» – 33%; за показниками  $k_{Na1}$ ,  $k_{Na2}$ ,  $k_{4-6}$ ,  $k_{Na3}$  (формули (1.5)–(1.8) – «не придатна» – 94%; за показником  $k_{Mg}$  –

«шкідливо впливає на ґрунт» – 80%.

За запропованою детальною типізацією іригаційних вод ґрунтові води відносяться до підтипів: I – 28%, IIa – 30% IIб – 35%, IIIa – 1%, IIIб – 5%, IIIв – 1%.

Нагадаємо, природні води підтипу IIIв – це високомінералізовані води лагунного походження. Можливість утворення усіх підтипів вод відбувається при змішанні вод різної якості (різного походження). Аналогічна ситуація з водами Сасику.

За показником  $e(rCl^-)$  ґрунтові води не придатні для зрошення усіх типів ґрунтів: імовірність погіршення класу якості вод становить 34-84%.

Таблиця 3.57 – Ризик погіршення класу якості ґрунтових вод при поливі різних ґрунтів (середнє – IIa, 39,4 мекв/дм<sup>3</sup>)

Ґрунтові води (параметри закону розподілу $e(rCl^-)$ : $\check{C}=3,277$ , $\check{G}=0,9816$ )						
Ризик (%) погіршення класу якості вод для різних ґрунтів						Клас якості води
Піщаний	Супіщаний	Легко-суглинковий	Середньо-суглинковий	Важко-суглинковий	Глинистий	
45	51	58	65	74	84	I
34	38	42	48	54	61	II

Дренажні води відносяться до класу «сульфатні» з імовірністю 91% , групи натрію – 60% і магнію – 28%, тип вод II – 92%.

Таблиця 3.58 – Ризик погіршення класу якості дренажних вод при поливі різних ґрунтів (середнє – IIб, 50,2 мекв/дм<sup>3</sup>)

Дренажні води (параметри закону розподілу $e(rCl^-)$ : $\check{C}=3,491$ , $\check{G}=0,9622$ )						
Ризик (%) погіршення класу якості вод для різних ґрунтів						Клас якості води
Піщаний	Супіщаний	Легко-суглинковий	Середньо-суглинковий	Важко-суглинковий	Глинистий	
54	60	66	73	81	89	I
42	46	51	57	63	70	II



Іригаційні класи вод: за *мінералізацією* – клас 4 «засолює ґрунт» – 74%; за "*мінералізацією і  $k_{Na3}$* " – клас 5 «не придатна» – 51%; за показниками  $k_{Na1}$ ,  $k_{Na2}$ ,  $k_{4-6}$ ,  $k_{Na3}$  (формули (1.5)–(1.8) – «не придатна»; за показником  $k_{Mg}$  – «шкідливо впливає» – 85%.

За запропонованою детальною типізацією іригаційних вод ґрунтові води відносяться до підтипів: I – 2%, IIa – 14%, IIб – 78%, IIIa – 2%, IIIб – 4%.

За показником  $e(rCl^-)$  ґрунтові води не придатні для зрошення усіх типів ґрунтів.

**Висновки до розділу 3.** У розділі 3 дана загальна характеристика і оцінка якості поверхневих і підземних (ґрунтових і дренажних) вод у районах розташування масивів зрошення Одеської області. По розділу 3 можна зробити наступні висновки:

1. Програма моніторингу поверхневих вод включає спостереження на 20 водних об'єктах у 25 пунктах: 1) *басейн річки Дністер*: р. Дністер – 2 створи; Турунчук, Білоч, Окна, Кучурган, Ягорлик по 1 створу; Кучурганське водосховище – 2 створи; 2) *басейн річки Південний Буг*: річка Кодима – 1 створ; 3) *басейн річок Причорномор'я*: малі та середні річки: Барабой, Чага, Каплань, В.Куяльник, М.Куяльник. Алкалія, Тилігул – по 1 створу; річки Когильник, Сарата, Хаджидер – по 2 створи; водосховище Сасик – 2 створи: Сасик ГНС-2 і канал Дунай-Сасик; 4) *басейн річки Дунай*: Киргиж–Китай і В.Ялпуг по 1 створу.

2. Крупні річки Одещини Дунай і Дністер (з своєю протокою Турунчук) є основними джерелами зрошення. Мінералізація вод Дунаю і Дністра найменша із усіх проаналізованих водних об'єктів, вона складає 355 і 452 мг/дм<sup>3</sup> відповідно. Води Дунаю за усіма основними іригаційними показниками на 100% води придатні для зрошення. Їх можна рахувати еталоном іригаційних вод. Води Дністра потребують «обмеженого застосування» при зрошенні, імовірність негативного впливу магнію складає 20-27%.

3. В басейні річки Дністер усі його притоки (Білоч, Окна і Ягорлик, за виключенням р.Кучурган) мають мінералізацію до  $1 \text{ г/дм}^3$ . Вода має лужну реакцію. Імовірність утворення соди 14-53% з концентрацією  $7-20 \text{ мг/дм}^3$ , що не є шкідливим для рослин. За мінералізацією води річок потребують «обмеженого застосування» при поливі, а за показником  $e(rCl^-)$  придатні для зрошення усіх типів ґрунтів. Співвідношення іонів у водах річок Білоч і Окна не сприяє натрієвому осолонцюванню, однак, магній шкідливе впливає на ґрунт з імовірністю до 36%. У воді річки Ягорлик вміст натрію і магнію перевищує граничне значення. Середня мінералізація вод річки Кучурган становить  $2,1 \text{ г/дм}^3$  (води річки «підвищено небезпечні» при поливі, вміст натрію і магнію сприяє осолонцюванню ґрунту, за показником  $e(rCl^-)$  вода придатна для зрошення легких і середніх ґрунтів). На басейні простежується закономірне зростання мінералізації вод і погіршення співвідношення іонів з півночі на південь.

4. Басейн річки Південний Буг розташовано на півночі Одеської області, пункт спостережень на річки Кодима знаходиться приблизно на тій самій широті, що і на річках Окна і Білоч. Води річки Кодима за показниками співвідношення іонів придатні для зрошення, за мінералізацією потребують «обмеженого застосування». Води Балтського водосховища за мінералізацією потребують «обмеженого застосування», але сприяють натрієвому і магнієвому осолонцюванню. У цілому на басейні води мають лужну реакцію.

5. В басейні річок Причорномор'я мінералізація вод водних об'єктів знаходиться у діапазонах від  $1$  до  $3 \text{ г/дм}^3$  і більш  $3 \text{ г/дм}^3$ . Як правило води річок з мінералізацією у діапазоні  $1-3 \text{ г/дм}^3$  знаходяться північніше. Це чітко видно у річок, де два поста спостережень: у верхній частині річок Хаджидер (с.Чистоводне), Когильник (с.Серпневе) і Сарата (с.Міняйлівка) мінералізація у  $1,5-3$  рази менш ніж у нижній частині. Води річок Причорномор'я сприяють натрієвому і магнієвому осолонцюванню ґрунту. Усі води цього басейну сульфатно-натрієві (крім вод р. М.Куяльник, де вода сульфато-

магнієва), як правило вони з суттєвим переважанням натрію серед катіонів, концентрація кальцію найнижча. Використання для поливу вод з мінералізацією 1-3 г/дм<sup>3</sup> можливе при хімічній меліорації і розбавленні водою з малою мінералізацією. Води з мінералізацією більш 3 мг/дм<sup>3</sup> не придатні для зрошення.

6. В басейні Дунаю мінералізація вод усіх середніх і малих річок перевищує 3 г/дм<sup>3</sup>, ці води сульфатно-натрієві з суттєвим переважанням натрію – співвідношення натрію з кальцієм складає від 1,5 до 5. Концентрація іонів кальцію найнижча. Води мають лужну реакцію. Вони не придатні для зрошення.

7. Умови живлення і розвантаження ґрунтових вод залежать від того, на яких елементах рельєфу розташовані землі зрошувальних систем, яка геологічна будова цих земель, як глибоко залягають ґрунтові води і який їх хімічний склад. Більша частина зрошувальних земель області розташована на водороздільних плато з вираженою ярово-балковою мережею, частково поливні землі розташовані на кумулятивно-ерозійних формах рельєфу, представлених різними надзаплавними терасами, ще одна частина земель розташована на заплавних терасах (рисові зрошувальні системи).

8. Висновки за результатами спостережень, що проводилися геолого-меліоративною експедицією у межах Нижньо-Дністровської зрошувальної системи з 2011 по 2017 рік за ґрунтовими і дренажними водами, є актуальними у наш час для самих ділянок спостережень і для інших зрошувальних систем області, що розташовані поруч і на південь. Тому, що на фоні глобального потепління мінералізація ґрунтових вод з часом має тенденцію до збільшення. Другою причиною є те, що ділянки спостережень (зрошувальні системи на території Біляївської, Березанської, Дачненської, Мирненської, Вигодянської, Яськівської, Кагарликської, Майорської, Маяцької, Троїцької сільських рад і о. Турунчук) знаходяться у смузі північного степу у басейні Дністра і частково у басейні річок Причорномор'я на північ від усіх зрошуваних систем Одеської області. Посушливість

клімату в області зростає з півночі на південь на це вказує тенденція зміни мінералізації річок, межі агрокліматичних умов, особливості рослинно-грунтового покриву.

9. Мінералізація ґрунтових і дренажних вод у середньому складає 3,95–5,14 г/дм<sup>3</sup> при максимумі 14,8–23,7 г/дм<sup>3</sup>, тоді як межею поливних вод є 3 г/дм<sup>3</sup>. Імовірність наявності звичайної соди становить 36–72%, середня концентрація соди – 66–258 мг/дм<sup>3</sup>, максимальна – 678–1440 мг/дм<sup>3</sup> (при обмеженні 66 мг/дм<sup>3</sup>). За показником суми токсичних солей в еквівалентах хлорид-іонів води не придатні для зрошення усіх типів ґрунтів. Води ґрунтові і дренажні не придатні для зрошення.

#### 4 ІРИГАЦІЙНІ МОЖЛИВОСТІ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Під потенціалом природних ресурсів території розуміють здатність її фізичних складових (клімату, атмосферного повітря, ґрунтово-рослинного покриву, надр, водних ресурсів тощо) задовольняти потреби суспільства у сировині, енергії, продуктах харчування, рекреації, у здійсненні різних видів виробничої діяльності та ін. [73–75]. Водні ресурси території є складовою потенціалу її природних ресурсів, інформація по ним міститься у багатьох літературних джерелах, наприклад [76–84]. Водним ресурсам України присвячені роботи вітчизняних авторів таких, як: В.І. Вишневецький, І.А. Головинський, В.В. Гребінь, С.І. Дорогунцов, М.А. Хвесик, В.К. Хільчевський, М.М. Хорєв, А.В. Яцик та інші.

На основі аналізу літературних джерел можна надати таке визначення іригаційному потенціалу: *іригаційний потенціал водних об'єктів деякої території це можливість покриття потреб сільського господарства в поливних водах на даній території протягом зрошувального періоду року.*

*До іригаційного потенціалу водних об'єктів території входять: річковий стік, води акумульовані в озерах, водосховищах, ставках і в підземних водоносних горизонтах. Іригаційний потенціал водних об'єктів не включає води не придатні для зрошення. Він змінюється у часі в залежності від водного режиму поверхневих водних об'єктів і ґрунтових вод. Як і водний режим поверхневих водних об'єктів він може бути представлений середньобагаторічними характеристиками, а також характеристиками з деякою забезпеченістю.*

У даному дослідженні іригаційний потенціал водних ресурсів Одещини розглянутий по її чотирьох водних басейнах: Дністера, Південного Бугу, річок Причорномор'я та Дунаю. Іригаційний потенціал розрахований:

- по стоку річок протягом зрошувального періоду року (ЗПР) за відрахуванням екологічного стоку (75% стоку у найгірший за водністю

місяць року з забезпеченістю 95%);

- за об'ємами озер, ставків та корисними об'ємами водосховищ;
- по водозабору прогнозних запасів міжпластових вод протягом ЗПР у районах, в яких водозабір можливо нарощувати (запаси міжпластових вод, які є спрацьованими, або близькими до спрацювання – не враховані).

В іригаційний потенціал не увійшли об'єми вод, не придатні для зрошення.

При роботі над розділом використані дані БУВР щодо поверхневих та підземних водних об'єктів, матеріали регіональних доповідей про стан навколишнього природного середовища [85–94] та екологічних паспортів Одеського регіону [95–104].

#### 4.1 Іригаційний потенціал поверхневих водних об'єктів Одеської області

Іригаційний потенціал поверхневих водних об'єктів складають: річковий стік, води озер, водосховищ і ставків.

**Річковий стік.** Гідрографічна мережа Одеської області включає [92–94]: великі річки – Дунай (в межах області 174 км) і Дністер (у межах області 116 км); середні річки – басейну Південного Бугу – Кодима і Чичиклія; басейну Дністра – Кучурган (109 км); Причорномор'я – Тилігул і Когильник.

Поверхневі водні об'єкти області знаходяться у чотирьох басейнах (рис. 4.1): річки Дністер; річки Південний Буг; річок Причорномор'я; річки Дунай.

1) *Басейн Дністра*: Білоч, Майстринка, Турунчук (протока), Кучурган (притоки Великий Канай і Велика Сошка), Рибниця, Ягорлик (притока Тростянець).

2) *Басейн Південного Бугу*: Кодима, Савранка, (притоки Смолянка і Яланець), Чичикля.

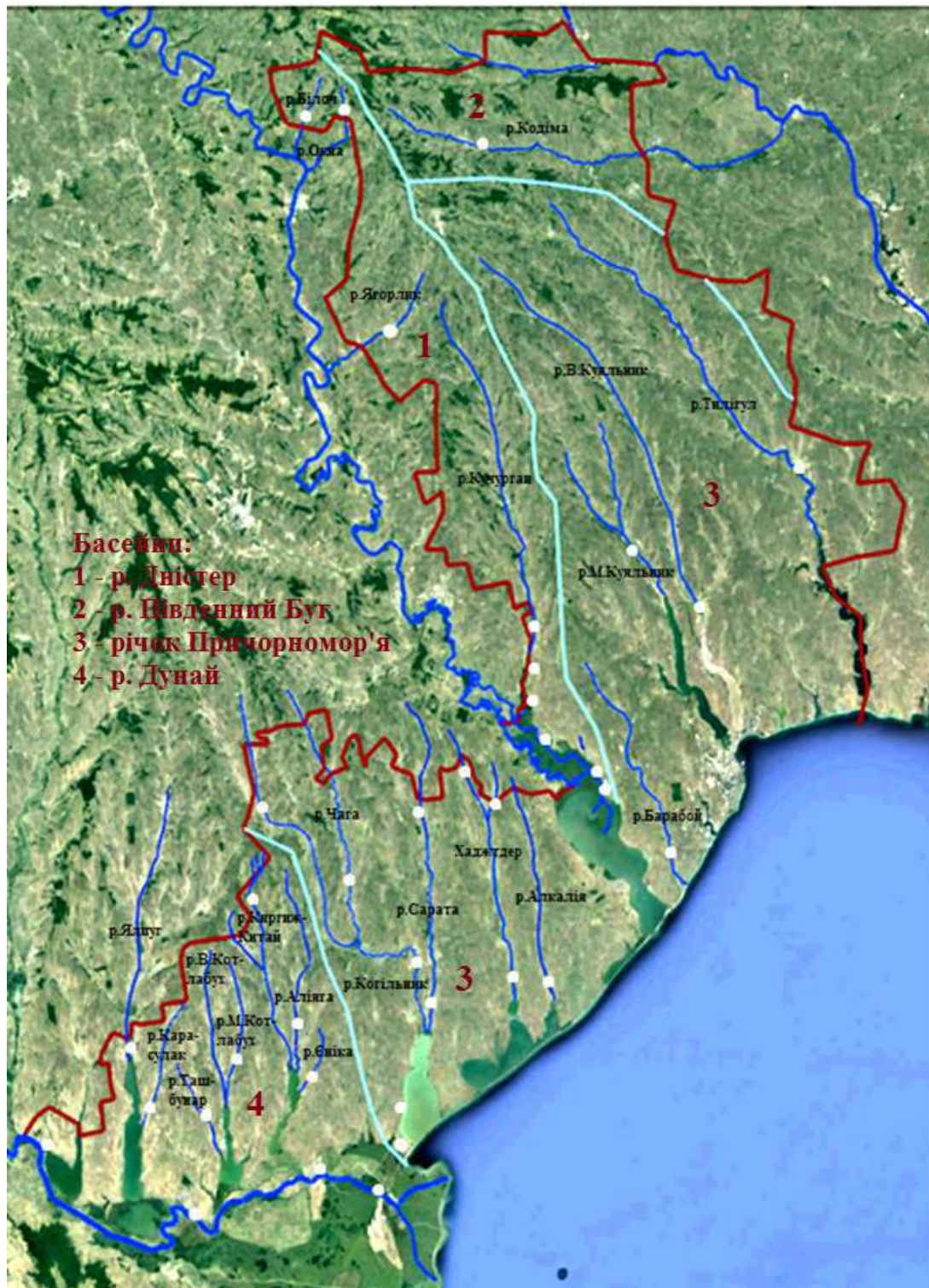


Рис. 4.1 – Водні басейни Одеської області з пунктами державного та відомчого моніторингу вод (знімок із супутника)

3) Басейн річок Причорномор'я: Аккаржанка, Алкалія, Балай, Барабой, Великий Аджалик, Великий Куяльник (притоки Суха Журавка, Силівка, Кошкова), Дальник, Когильник (притоки Джалар, Скиноса, Чага), Сака

(притока Чилігідер), Малий Аджалик, Малий Куяльник (притока Середній Куяльник), Сарата (притоки Баbey, Джалаїр, Кіпчак), Свина (притоки балка Карпів Яр, Свинарка), Тилігул (притока Журівка), Царега, Хаджидер (притока Каплань).

4) *Басейн Дунаю* у межах Одеської області: протока Кілійське гирло, Аліяга, Великий Катлабух (притоки Малий Катлабух і Дракуля), Єніка, Киржиз-Китай (притоки Киржиз, Нерушай), Ташбунар, Великий Ялпуг.

За даними БУВР (табл. 4.1) середній сумарний стік річок Одеської області складає 208500 млн м<sup>3</sup>/рік з них: на басейн Дунаю приходить 198400 млн м<sup>3</sup>/рік, Дністра – 9777 млн м<sup>3</sup>/рік, П.Бугу – 139,3 млн м<sup>3</sup>/рік, річок Причорномор'я – 236,1 млн м<sup>3</sup>/рік.

Таблиця 4.1 – Стік річок Одеської області (дані БУВР)

Басейн річки	Стік, який формується у межах області				Стік, який надходить із суміжних територій			
	Площа водозбору, км <sup>2</sup>	Річний стік, млн м <sup>3</sup> /рік за багаторічний період			Площа водозбору, км <sup>2</sup>	Річний стік, млн м <sup>3</sup> /рік за багаторічний період		
		середній	маловодні роки			середній	маловодні роки	
			75%	95%			75%	95%
Дністер	3886	106,67	68,74	44,17	66100	9670	7650	5590
Південний Буг	3030	83,0	46,3	22,47	1183	56,3	39,5	26,5
річок Причорномор'я	20962	215,19	66,74	23,87	1840	20,88	6,55	3,25
Дунай	6024	50,93	14,42	3,779	820148	198311	174425	143509
Усього по області	<b>33902</b>	<b>455,79</b>	<b>196,2</b>	<b>94,289</b>	<b>889271</b>	<b>208058</b>	<b>182121</b>	<b>149129</b>

На сумарний багаторічний стік середніх і малих річок приходить близько 563,9 млн м<sup>3</sup>/рік. Їх стік дуже нерівномірно розподілений протягом року – приблизно 80–90% загального річкового стоку приходить на весняний повінь. Із загального стоку середніх і малих річок на долю останніх приходить 68%.

За даними БУВР в маловодні роки стік дорівнює (табл. 4.1):



- із забезпеченістю 75% – сумарний річний стік – 182300 млн м<sup>3</sup>/рік (середні і малі річки – 196 млн м<sup>3</sup>/рік): басейн Дунаю – 174400 млн м<sup>3</sup>/рік, Дністра – 7719 млн м<sup>3</sup>/рік, П.Бугу – 85,8 млн м<sup>3</sup>/рік, річок Причорномор'я – 73,3 млн м<sup>3</sup>/рік;

- із забезпеченістю 95% – сумарний річний стік – 149200 млн м<sup>3</sup>/рік (середні і малі річки – 94,3 млн м<sup>3</sup>/рік): басейн Дунаю – 143500 млн м<sup>3</sup>/рік, Дністра – 5634 млн м<sup>3</sup>/рік, П.Бугу – 49,0 млн м<sup>3</sup>/рік, річок Причорномор'я – 27,2 млн м<sup>3</sup>/рік.

Таблиця 4.2 – Стік (дані БУВР) та іригаційний потенціал (авторська розробка) басейну Дунаю

Басейн річки	Річний стік, млн м <sup>3</sup> /рік за багаторічний період			Іригаційний потенціал, млн м <sup>3</sup> /ЗПР за багаторічний період		
	середній	маловодні роки		середній	маловодні роки	
		75%	95%		75%	95%
<b>Басейн річки Дунай</b>						
Дракуля	2,76	0,79	0,14	0,0	0,0	0,0
Нерушай	3,49	1,00	0,18	0,0	0,0	0,0
Аліяга	4,42	1,11	0,29	0,0	0,0	0,0
Киргиз-Китай	6,75	1,89	0,45	0,0	0,0	0,0
Єніка	1,99	0,60	0,16	0,0	0,0	0,0
В.Катлабух	3,78	1,13	0,76	0,0	0,0	0,0
Ташбунар	2,30	0,69	0,19	0,0	0,0	0,0
Карасулак	1,74	0,50	0,09	0,0	0,0	0,0
Ялпуг	0,52	0,15	0,034	0,0	0,0	0,0
Каракля	1,18	0,28	0,035	0,0	0,0	0,0
річки б/н	22,00	6,28	0,45	0,0	0,0	0,0
Дунай	198280	174416	143507	72890	59765	42765
Разом	198362	174439	143512	<b>72890</b>	<b>59765</b>	<b>42765</b>

### **Басейн річки Дунай.**

Середній багаторічний річковий стік (табл. 4.2) басейну складає 198400 млн м<sup>3</sup>/рік, з нього: Дунай – 198300 млн м<sup>3</sup>/рік, середні і малі річки – 81,8 млн м<sup>3</sup>/рік. Води середніх і малих річок не придатні для зрошення за

мінералізацією. Іригаційний потенціал складає тільки стік Дунаю за ЗПР. Згідно В.М. Михайлову на місяці з IV по IX (ЗПР) приходиться **55%** стоку Дунаю, на найгірший за водністю місяць року забезпеченістю 95% – **5,6%**.

Таким чином екологічний стік за ЗПР становить (табл. 4.2) –  $143507 \cdot 0,056 \cdot 0,75 \cdot 6 = \mathbf{36164}$  (млн м<sup>3</sup>/ЗПР). Тоді середній багаторічний іригаційний потенціал Дунаю становить –  $0,55 \cdot 198280 - 36164 = 72890$  (млн м<sup>3</sup>/ЗПР).

Іригаційний потенціал басейну у маловодні роки складає:

- із забезпеченістю 75% – 59765 млн м<sup>3</sup>/ЗПР;
- із забезпеченістю 95% – 42765 млн м<sup>3</sup>/ЗПР.

Таблиця 4.3 – Стік (дані БУВР) та іригаційний потенціал (авторська розробка) річок басейнів Дністра і Південного Бугу

Басейн річки	Річний стік, млн м <sup>3</sup> /рік за багаторічний період			Іригаційний потенціал, млн м <sup>3</sup> /ЗПР за багаторічний період		
	середній	маловодні роки		середній	маловодні роки	
		75%	95%		75%	95%
<b>Басейн річки Дністер</b>						
Ягорлик	35,9	21,6	12,5	23,8	14,3	8,29
Золота	12,0	9,84	7,53	8,00	6,52	4,99
Білоч	16,2	14,1	11,9	10,7	9,35	7,89
Рибниця	4,78	2,57	1,34	3,20	1,70	0,89
Окна	4,99	4,23	3,33	3,30	2,80	2,21
Кучурган	32,8	16,4	7,57	21,7	10,9	5,02
Дністер	9670,0	7650,0	<u>5590,0</u>	5577,0	4165,1	2725,1
Разом	9776,7	7718,7	5634,2	<b>5647,8</b>	<b>4210,6</b>	<b>2754,4</b>
<b>Басейн річки Південний Буг</b>						
Савранка	84,4	59,5	39,7	56,0	39,4	26,3
Кодима	33,8	16,2	5,71	22,4	10,7	3,79
Чичиклія	21,1	10,1	3,56	14,0	6,70	2,36
Разом	139,3	85,8	48,97	<b>92,36</b>	<b>56,89</b>	<b>32,47</b>

### **Басейн річки Дністер.**

Середній багаторічний річковий стік (табл. 4.3) басейну складає 9777 млн м<sup>3</sup>/рік, з нього: Дністер – 9670 млн м<sup>3</sup>/рік, середні і малі річки – 106,7 млн м<sup>3</sup>/рік.

Згідно Б.І. Стрільцю на місяці з IV по IX (ЗПР) приходиться **66,3%** стоку малих та середніх річок Одеської області, на найгірший за водністю місяць – 0,0%. Стік річки Дністер з IV по IX (ЗПР) складає **69,9%**, на найгірший за водністю місяць приходиться **4,7%**.

Тоді, екологічний стік Дністра за ЗПР дорівнює –  $5590 * 0,047 * 0,75 * 6 =$  **1182,3** (млн м<sup>3</sup>/ЗПР). Середній багаторічний іригаційний потенціал річки Дністер за ЗПР становить –  $9670 * 0,699 - 1182,3 = 5577$  (млн м<sup>3</sup>/ЗПР). Усього басейну – 5648 (млн м<sup>3</sup>/ЗПР), у тому числі малі і середні річки – 70,7 (млн м<sup>3</sup>/ЗПР)

Іригаційний потенціал у маловодні роки:

- із забезпеченістю 75% – басейну – 4211 млн м<sup>3</sup>/ЗПР, з них: Дністер – 4165 млн м<sup>3</sup>/ЗПР, малі і середні річки – 45,6 млн м<sup>3</sup>/ЗПР;
- із забезпеченістю 95% – з басейну – 2754 млн м<sup>3</sup>/ЗПР, з них: Дністер – 2725 млн м<sup>3</sup>/ЗПР, малі і середні річки – 29,3 млн м<sup>3</sup>/ЗПР.

### **Басейн річки Південний Буг.**

Середній багаторічний річковий стік (табл. 4.3) середніх і малих річок басейну складає – 139,3 млн м<sup>3</sup>/рік [78-82]. Іригаційний потенціал за ЗПР становить – 92,36 млн м<sup>3</sup>/ЗПР.

У маловодні роки:

- із забезпеченістю 75% – 56,89 млн м<sup>3</sup>/ЗПР;
- із забезпеченістю 95% – 32,47 млн м<sup>3</sup>/ЗПР.

### **Басейн річок Причорномор'я.**

Середній багаторічний річковий стік (табл. 4.4) середніх і малих річок басейну дорівнює – 236,1 млн м<sup>3</sup>/рік, потенціал за ЗПР – 56,28 млн м<sup>3</sup>/ЗПР.

Іригаційний потенціал у маловодні роки:

- із забезпеченістю 75% – 18,82 млн м<sup>3</sup>/ЗПР;

- із забезпеченістю 95% – 7,51 млн м<sup>3</sup>/ЗПР.

Таблиця 4.4 – Стік (дані БУВР) та іригаційний потенціал (авторська розробка) річок басейну Причорномор'я за багаторічний період

Басейн річки	Річний стік, млн м <sup>3</sup> /рік за багаторічний період			Іригаційний потенціал, млн м <sup>3</sup> /ЗПР за багаторічний період		
	середній	маловодні роки		середній	маловодні роки	
		75%	95%		75%	95%
<b>Басейн річок Причорномор'я</b>						
Тилігул	41,7	16,1	9,15	27,6	10,7	6,07
В.Куяльник	26,4	7,6	1,35	17,5	5,04	0,895
<b>М.Куяльник</b>	<u>17,1</u>	<u>4,92</u>	<u>0,87</u>	0,0	0,0	0,0
Свина	7,3	2,1	0,37	4,84	1,39	0,245
Барабой	4,94	1,19	0,15	3,28	0,789	0,099
<b>Алкалія</b>	<u>6,82</u>	<u>1,98</u>	<u>0,36</u>	0,0	0,0	0,0
<b>Хаджидер</b>	<u>8,46</u>	<u>2,44</u>	<u>0,43</u>	0,0	0,0	0,0
<b>Сарата</b>	<u>15,2</u>	<u>4,37</u>	<u>0,77</u>	0,0	0,0	0,0
<b>Когильник</b>	<u>44,5</u>	<u>14,5</u>	<u>9,47</u>	0,0	0,0	0,0
М.Аджалик	2,78	0,8	0,14	1,84	0,530	0,093
Аджалик	1,77	0,59	0,16	1,17	0,391	0,106
<b>річки б/н</b>	<u>59,1</u>	<u>16,7</u>	<u>3,9</u>	0,0	0,0	0,0
Разом	236,07	73,29	27,12	<b>56,28</b>	<b>18,82</b>	<b>7,51</b>

*Якісна характеристика.* Ресурси річкових вод області характеризуються гарною якістю за рахунок вод річок Дунай і Дністер. На 99,73% вони придатні для зрошення усіх типів ґрунтів. Але ці ресурси дуже нерівномірно розділяються на території області: на басейн річок Причорномор'я, приходиться лише 236 млн м<sup>3</sup>/рік. Води річок цього басейну або умовно придатні, або не придатні для зрошення.

Мінералізація вод ( $M_3$ ) середніх і малих річок Одеської області (табл. 4.5, у знаменнику стоїть ризик погіршення якості вод, %) за зрошувальний період у середньому змінюється у широких межах: від 765 мг/дм<sup>3</sup> (р. Кодима) до 6985 мг/дм<sup>3</sup> (р.Аліяга). При аналізі розподілу іригаційних характеристик вод цих річок встановлено (табл. 4.5–4.10), що з півночі на південь збільшується загальна мінералізація вод і змінюється

співвідношення головних іонів: карбонатні води змінюються на сульфатні, група вод змінюється по ланцюжку – кальцієві далі магнієві і натрієві.

Таблиця 4.5 – Іригаційні характеристики поверхневих водних об'єктів Одеської області (авторська розробка)

Місце спостереження за якістю води	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	pH	Співвідношення іонів				
			$k_{Na1} < 1,0$	$k_{Na2} < 0,7$	$k_{4-6} (< 6, 5, 4)$	$k_{Na3} < 0,65$	$k_{Mg} < 0,5$
Басейн річки Дністер							
р. Дністер, м.Біляївка	452 0%	7,5 51%	0,45 2%	0,28 1%	0,0	0,38 0%	0,37 20%
р. Дністер, с.Маяки	450 0%	7,5 50%	0,45 0%	0,27 0%	0,0	0,38 0%	0,37 23%
р.Турунчук, с.Троїцьке	436 0%	7,4 31%	0,40 0%	0,24 0%	0,0	0,35 0%	0,40 27%
р. Білоч, с.Шершенці	822 9%	7,6	0,40 0%	0,21 0%	0,0	0,31 0%	0,48 32%
р.Окна, с.Лабушне	878 21%	7,9	0,41 0%	0,24 0%	0,0	0,35 0%	0,41 36%
р.Ягорлик, с.Артирівка	935 17%	7,6	<b>1,11</b>	0,42 8%	0,0	0,47 0%	<b>0,62</b>
р.Кучурган, с.Степанівка	2090 0%	7,7	<b>1,96</b>	0,67 45%	3,4 27%	0,59 36	<b>0,66</b>
Кучурганське вдсх, с.Граданиці	1710 5%	7,6	<b>1,99</b>	0,81	3,63 15%	0,62 30%	<b>0,60</b>
Кучурганське вдсх, с.Кучургани	2555 25%	7,8	<b>2,09</b>	0,58 46%	3,19 8%	0,55 21%	<b>0,72</b>
Біляївське вдсх	3926	8,1	<b>2,20</b>	0,81	3,62 92%	0,62 31%	<b>0,63</b>
Басейн річки Південний Буг							
р.Кодима, м. Балта	765 0%	7,8	0,58 0%	0,36 0%	0,0	0,44 0%	0,38 0%
Балтське вдсх	663 0%	8,0	<b>1,18</b>	0,58 22%	0,0	0,56 0%	<b>0,51</b>
Басейн річок Причорномор'я							
р. Тилігул смт. Березівка	1529 0%	7,8	<b>1,59</b>	0,63 18%	3,29 9%	0,57 9%	<b>0,60</b>
М. Куяльник с. Баранове	1999 6%	7,9	<b>1,54</b>	0,47 0%	2,97 0%	0,50 0%	<b>0,69</b>
р. Хаджидер, с.Чистоводне	2114 13%	8,0	<b>2,93</b>	<b>1,35</b>	4,71 17%	<b>0,73</b>	<b>0,54</b>
р. Хаджидер, с.Сергіївка	6356	7,8	<b>2,66</b>	<b>0,97</b>	3,94 43%	<b>0,66</b>	<b>0,64</b>
р. Каплань, с.Крутоярівка	2266 4%	8,1	<b>2,60</b>	<b>1,07</b>	4,15 57%	<b>0,68</b>	<b>0,59</b>

Продовження табл. 4.5

р. Барабой, с. Барабой	2443 20%	7,4 40%	<b>1,51</b>	<b>0,76</b>	3,53 8%	0,61 12%	0,50 56%
р. Когильник, с. Серпневе	2674 32%	8,1	<b>4,53</b>	<b>1,83</b>	5,68 44%	0,65 48%	<b>0,60</b>
р. Когильник, с. Новоолексіївка	3770	7,9	<b>4,78</b>	<b>1,91</b>	5,85 36%	<b>0,80</b>	<b>0,60</b>
р. Чага, с. Петрівка	2970 38%	7,9	<b>3,84</b>	<b>1,80</b>	5,61 25%	<b>0,78</b>	<b>0,53</b>
р. Алкалія, с. Широке	3360	7,8	<b>1,75</b>	<b>0,88</b>	3,77 15%	0,64 14%	<b>0,50</b> 50%
р. Сарата, с. Мінняйлівка	3362	7,9	<b>3,01</b>	<b>1,25</b>	4,51 17%	<b>0,72</b>	<b>0,58</b>
р. Сарата, с. Білолісся	6259	7,8	<b>4,17</b>	<b>1,59</b>	5,19 55%	<b>0,76</b>	<b>0,62</b>
р. В. Куяльник, с. Слобідка	3988	7,7	<b>2,86</b>	<b>0,78</b>	3,58 12%	0,62 6%	<b>0,73</b>
Барабойське вдсх	507 0%	7,5	0,79 18%	0,38 0%	0,0	0,45 0%	<b>0,52</b>
Санжейське вдсх	2091	7,4 48%	<b>1,65</b>	<b>0,79</b>	3,59	0,62 4%	<b>0,52</b>
Сасицьке вдсх, ГНС-2	1620 4%	7,9	<b>3,90</b>	<b>1,57</b>	5,18 4%	<b>0,76</b>	<b>0,60</b>
Канал Дунай-Сасик	428 0%	7,7	0,48 0%	0,29 0%	0,0	0,38 0%	0,38 22%
Басейн річки Дунай							
р. Дунай, м. Рені	335 0%	8,1	0,29 0%	0,21 0%	0,0	0,29 0%	0,330 0%
р. Дунай, м. Ізмаїл	335 0%	8,0	0,29 0%	0,20 0%	0,0	0,29 0%	0,30 0%
р. Дунай, м. Кілія	327 0%	7,9	0,32 0%	0,22 0%	0,0	0,30 0%	0,31 0%
р. Дунай, м. Вилкове	332 0%	8,0	0,30 0%	0,21 0%	0,0	0,29 0%	0,30 0%
р. Киргиз-Китай, с. Малоюрославець	3420	8,0	<b>1,50</b>	<b>0,77</b>	3,57 7%	0,61 0%	0,49 48%
р. Карасулак, с. Криничне	3895	7,9	<b>1,82</b>	0,67	4,96	0,57	<b>0,63</b>
р. В. Ялпуг, с. Табаки	4134	8,1	<b>4,99</b>	<b>1,62</b>	5,26 6%	0,77	<b>0,67</b>
р. Ташбунар, с. Ташбунвр	4395	8,0	<b>2,16</b>	<b>0,73</b>	4,73	0,59	<b>0,66</b>
р. В. Катлабух, автодор. міст	5076	7,9	<b>2,86</b>	<b>0,94</b>	4,13	0,65	<b>0,67</b>
р. Єніка, с. Першотравневе	5665	8,1	<b>4,97</b>	<b>1,31</b>	3,54	0,72	<b>0,74</b>
р. М. Катлабух, атодор. міст	6208	8,0	<b>2,60</b>	<b>0,94</b>	4,13	0,65	<b>0,64</b>
р. Аліяга, автодор. міст	6985	8,1	<b>3,70</b>	<b>1,22</b>	3,64	0,71	<b>0,67</b>

Таблиця 4.6 – Мінералізація вод річок і вміст головних іонів (ЗПР) (авторська розробка)

№ п/п	Водний об'єкт	$M_3$ , мг/дм <sup>3</sup>	$CO_3^{2-}$ , мг/дм <sup>3</sup>	$HCO_3^-$ , мг/дм <sup>3</sup>	$SO_4^{2-}$ , мг/дм <sup>3</sup>	$Cl^-$ , мг/дм <sup>3</sup>	$Ca^{2+}$ , мг/дм <sup>3</sup>	$Mg^{2+}$ , мг/дм <sup>3</sup>	$Na^+$ , мг/дм <sup>3</sup>	$K^+$ , мг/дм <sup>3</sup>
1	р. Дунай (Вилкове)	332	0,0	179	38,0	29,1	52,9	13,7	18,0	0,0
2	р. Турунчук (с. Троїцьке)	437	10,0	186	104	35,9	59,7	25,1	27,7	5,4
3	р. Дністер (с. Маяки)	450	7,71	188	109	35,1	60,3	24,2	31,1	5,8
4	р. Дністер (м. Біляївка)	452	7,50	186	112	35,3	61,7	24,2	31,1	6,0
5	канал Дунай-Сасик (с. Трапівка)	479	30,0	168	113	65	60,0	24,3	46,5	3,6
6	р. Кодима (м. Балта)	765	6,00	439	114	46,1	100	37,1	67,0	29,0
7	р. Білочі (с. Шершинці)	822	14,0	424	164	35,5	98,4	55,3	45,1	6,3
8	р. Окна (с. Лабушне)	894	6,63	427	164	71,0	114	48,6	65,2	8,1
9	р. Ягорлик (с. Артирівка)	935	24,0	455	176	67,2	70,8	69,9	90,0	6,2
10	р. Тилігул (с.м.т. Березівка)	1529	34,0	590	320	201	109	100	199	15,4
11	р. М.Куяльник (с. Баранове)	1999	21,3	451	600	397	131	180	232	21,0
12	р. Кучурган (с. Степанівка)	2090	19,5	660	422	419	129	152	290	28,6
13	р. Хаджидер (с. Чистоводне)	2114	20,3	513	763	211	120	86	405	5,2
14	р. Каплань (с. Крутоярівка)	2266	30,4	473	847	267	134	116	400	6,7
15	р. Барабой (гирло)	2630	9,00	269	1124	460	235	144	396	8,1
16	р. Когильник (с. Серпневе)	2674	30,2	558	959	336	112	101	583	13,7
17	р. Чага (с. Петрівка)	2970	18,6	482	1195	387	148	102	650	11,3
18	р. Алкалія (с. Широке)	3360	9,20	299	1311	709	281	167	563	12,0
19	р. Сарата (с. Міняйлівка)	3362	17,3	473	1336	547	190	162	655	9,8
20	р. Киргиз-Китай (с. Мало-Ярославець)	3420	18,9	830	1380	262	291	167	500	28,3
21	р. Когильник (с. Ново-Олексіївка)	3770	16,6	616	1420	584	155	141	852	18,4
22	р. В.Куяльник (с. Руська Слобідка)	3988	16,8	577	1395	877	195	314	640	23,9
23	р. В.Ялпуг (с. Табаки)	4134	16,5	448	1597	813	159	200	908	14,3
24	р. Сарата (с. Білолісся)	6259	18,8	526	2177	1561	290	285	1386	21,3
25	р. Хаджидер (с. Сергіївка)	6356	10,6	249	2902	1290	374	398	1141	8,2

Таблиця 4.7 – Класифікація вод за мінеральним складом (ЗПР) (авторська розробка)

№ п/п	Водний об'єкт	Клас						Група						Тип
1	р. Дунай (Вилкове)	сульфатно	18	хлоридно	18	карбонатні	64	натрієво	17	магнієво	25	кальцієві	58	III
2	р. Турунчук (с. Троїцьке)	хлоридне	16	сульфатне	35	карбонатні	49	натрієве	21	магнієве	32	кальцієві	47	II
3	р. Дністер (с. Маяки)	хлоридне	16	сульфатне	36	карбонатні	49	натрієве	23	магнієве	31	кальцієві	46	II
4	р. Дністер (м. Біляївка)	хлоридне	16	сульфатне	36	карбонатні	48	натрієве	23	магнієве	30	кальцієві	47	II
5	канал Дунай-Сасик (с. Трапівка)	хлоридне	26	карбонатне	33	сульфатні	41	магнієве	28	кальцієве	30	натрієві	42	II
6	р. Кодима (м. Балта)	хлоридне	12	сульфатне	22	карбонатні	67	магнієве	26	натрієве	31	кальцієві	43	II
7	р. Білочі (с. Шершинці)	хлоридне	9	сульфатне	30	карбонатні	61	натрієве	18	магнієве	39	кальцієві	42	II
8	р. Окна (с. Лабушне)	хлоридне	16	сульфатне	27	карбонатні	57	натрієве	24	магнієве	31	кальцієві	45	II
9	р. Ягорлик (с. Артирівка)	хлоридне	14	сульфатне	28	карбонатні	58	кальцієве	26	натрієве	30	магнієві	43	II
10	р. Тилігул (с.м.т. Березівка)	хлоридне	25	сульфатне	30	карбонатні	45	кальцієве	24	магнієве	36	натрієві	40	II
11	р. М.Куяльник (с. Баранове)	карбонатне	25	хлоридне	36	сульфатні	40	кальцієве	20	натрієве	33	магнієві	46	III
12	р. Кучурган (с. Степанівка)	сульфатне	28	карбонатне	35	хлоридні	37	кальцієве	20	натрієве	39	магнієві	41	II
13	р. Хаджидер (с. Чистоводне)	хлоридне	19	карбонатне	29	сульфатні	52	кальцієве	20	магнієве	23	натрієві	58	II
14	р. Каплань (с. Крутоярівка)	хлоридне	22	карбонатне	25	сульфатні	52	кальцієве	20	магнієве	28	натрієві	52	II
15	р. Барабой (гирло)	карбонатне	11	хлоридне	33	сульфатні	56	кальцієве	28	магнієве	28	натрієві	44	II
16	р. Когильник (с. Серпневе)	хлоридне	24	карбонатне	25	сульфатні	51	кальцієве	14	магнієве	21	натрієві	65	II
17	р. Чага (с. Петрівка)	карбонатне	19	хлоридне	25	сульфатні	57	кальцієве	17	магнієве	19	натрієві	64	II
18	р. Алкалія (с. Широке)	карбонатне	9	хлоридне	38	сульфатні	52	кальцієве	26	магнієве	27	натрієві	47	II
19	р. Сарата (с. Міняйлівка)	карбонатне	16	хлоридне	30	сульфатні	54	кальцієве	18	магнієве	26	натрієві	56	II
20	р. Киргиз-Китай (с. Мало-Яроsl.)	хлоридне	15	карбонатне	28	сульфатні	57	магнієве	27	кальцієве	29	натрієві	44	II
21	р. Когильник (с. Ново-Олексіївка)	карбонатне	18	хлоридне	29	сульфатні	52	кальцієве	14	магнієве	20	натрієві	66	II
22	р. В.Куяльник (с. Руська Слобідка)	карбонатне	15	хлоридне	39	сульфатні	46	кальцієве	15	магнієве	40	натрієві	44	II
23	р. В.Ялпуг (с. Табаки)	карбонатне	12	хлоридне	36	сульфатні	52	кальцієве	12	магнієве	26	натрієві	62	II
24	р. Сарата (с. Білолісся)	карбонатне	9	хлоридне	45	сульфатні	46	кальцієве	15	магнієве	24	натрієві	62	II
25	р. Хаджидер (с. Сергіївка)	карбонатне	4	хлоридне	36	сульфатні	60	кальцієве	18	магнієве	32	натрієві	49	II



Таблиця 4.8 – Оцінка придатності вод річок для іригаційних цілей (ЗПР) (авторська розробка)

№ п/п	Водний об'єкт	А.М. Костяков		С.Я. Безднина		А.М. Можейко Т.К. Воротник		Антипов-Каратаєв І.Н. Г.М. Кадер			А.М. Буданов			
		$M_3$ , г/дм <sup>3</sup>	Оцінка	$Na^+$ , %	Оцінка	$K$	Оцінка	$0,23M_3$	$PKO$	Оцінка	$K_1$	$K_2$	$K_3$	Оцінка
1	р. Дунай (Вилкове)	0,33	добра	17	I	29	сприятлива	0,08	2,41	придатна	0,30	0,21	0,00	придатна
2	р. Турунчук (с. Троїцьке)	0,44	обер. підх.	20	I	35	сприятлива	0,10	2,27	придатна	0,41	0,25	0,00	придатна
3	р. Дністер (с. Маяки)	0,45	обер. підх.	22	I	38	сприятлива	0,10	1,93	придатна	0,46	0,28	0,00	придатна
4	р. Дністер (м. Біляївка)	0,45	обер. підх.	21	I	38	сприятлива	0,10	1,96	придатна	0,45	0,28	0,00	придатна
5	канал Дунай-Сасик (с. Трапівка)	0,48	обер. підх.	25	I	41	сприятлива	0,11	1,70	придатна	0,66	0,38	0,00	придатна
6	р. Кодима (м. Балта)	0,76	обер. підх.	27	II	44	сприятлива	0,18	1,40	придатна	0,59	0,36	0,00	придатна
7	р. Білочі (с. Шершинці)	0,82	обер. підх.	19	II	33	сприятлива	0,19	2,60	придатна	0,43	0,24	0,20	придатна
8	р. Окна (с. Лабушне)	0,89	обер. підх.	22	II	37	сприятлива	0,21	2,02	придатна	0,57	0,32	0,81	придатна
9	р. Ягорлик (с. Артирівка)	0,94	обер. підх.	30	II	47	сприятлива	0,21	1,19	придатна	1,11	0,42	0,00	неприд.
10	р. Тилігул (с.м.т. Березівка)	1,53	підв.небезп.	37	III(1-5)	55	сприятлива	0,35	0,89	придатна	1,74	0,63	2,90	неприд.
11	р. М.Куяльник (с. Баранове)	2,00	підв.небезп.	32	III(1-5)	49	сприятлива	0,46	1,11	придатна	1,65	0,47	2,97	неприд.
12	р. Кучурган (с. Степанівка)	2,09	підв.небезп.	42	III(1-5)	60	сприятлива	0,48	0,77	придатна	2,27	0,79	3,63	неприд.
13	р. Хаджидер (с. Чистоводне)	2,11	підв.небезп.	53	III(1-5)	69	несприятл.	0,49	0,48	неприд.	3,08	1,37	4,74	неприд.
14	р. Каплань (с. Крутоярівка)	2,27	підв.небезп.	51	III(1-5)	68	несприятл.	0,52	0,49	неприд.	2,82	1,11	4,23	неприд.
15	р. Барабой (гирло)	2,44	підв.небезп.	43	III(1-5)	61	сприятлива	0,56	0,67	придатна	1,54	0,79	3,45	неприд.
16	р. Когильник с. Серпневе)	2,67	підв.небезп.	63	III(6,8,10-12)	73	несприятл.	0,62	0,32	неприд.	5,16	1,91	5,68	неприд.
17	р. Чага (с. Петрівка)	2,97	підв.небезп.	61	III(6,8,10-12)	75	дуже неспр.	0,68	0,34	неприд.	4,01	1,74	5,50	неприд.
18	р. Алкалія (с. Широке)	3,36	засолює	44	III(1-5)	61	сприятлива	0,77	0,69	неприд.	1,96	0,91	3,83	неприд.
19	р. Сарата (с. Міняйлівка)	3,36	засолює	55	III(1-5)	71	несприятл.	0,77	0,43	неприд.	3,35	1,35	4,72	неприд.
20	р. Киргиж-Китай (с. Мало-Яросл.)	3,42	засолює	43	III(1-5)	61	сприятлива	0,79	0,67	неприд.	1,53	0,78	3,58	неприд.
21	р. Когильник (с. Ново-Олексіївка)	3,77	засолює	63	III(6,8,10-12)	77	дуже неспр.	0,87	0,31	неприд.	4,78	1,91	5,85	неприд.
22	р. В.Куяльник (с. Руська Слобідка)	3,99	засолює	41	III(1-5)	58	сприятлива	0,92	0,74	неприд.	2,73	0,73	3,48	неприд.
23	р. В.Ялпуг (с. Табаки)	4,13	засолює	61	III(6,8,10-12)	76	дуже неспр.	0,95	0,33	неприд.	5,05	1,58	5,17	неприд.
24	р. Сарата (с. Білолісся)	6,26	засолює	59	V	74	несприятл.	1,44	0,36	неприд.	4,11	1,51	5,04	неприд.
25	р. Хаджидер с. Сергіївка)	6,36	засолює	47	V	64	сприятлива	1,46	0,60	неприд.	2,65	0,97	3,94	неприд.

Таблиця 4.9 – Оцінка придатності вод річок для іригаційних цілей (ЗІР) (авторська розробка)

№ п/п	Водний об'єкт	Класифікація США		Х. Стеблер		Департамент с/х США		Сабольч Г. Дараб К.		Келлі і Лібіх		
		$M_3$ , г/дм <sup>3</sup>	Солоність	$K_H$	Оцінка	SAR	Небезпека осолонцюв.	$K_{Mg}$	Вплив на грунти	$K_{Na}$	$K_{Mg}$	Можл. використ.
1	р. Дунай (Вилкове)	0,33	середня	70,1	добрі	0,57	низька	30	не шкідливе	0,21	0,30	можливо
2	р. Турунчук (с. Троїцьке)	0,44	середня	57,3	хороші	0,8	низька	39	не шкідливе	0,25	0,39	можливо
3	р. Дністер (с. Маяки)	0,45	середня	56,5	хороші	0,9	низька	38	не шкідливе	0,28	0,38	можливо
4	р. Дністер (м. Біляївка)	0,45	середня	56,9	хороші	0,9	низька	37	не шкідливе	0,28	0,37	можливо
5	канал Дунай-Сасик (с. Трапівка)	0,48	середня	45,1	хороші	1,2	низька	39	не шкідливе	0,38	0,39	можливо
6	р. Кодима (м. Балта)	0,76	висока	29,8	хороші	1,5	низька	38	не шкідливе	0,36	0,38	можливо
7	р. Білочі (с. Шершинці)	0,82	висока	48,3	хороші	1,0	низька	42	не шкідливе	0,24	0,42	можливо
8	р. Окна (с. Лабушне)	0,89	висока	33,4	хороші	1,3	низька	41	не шкідливе	0,32	0,41	можливо
9	р. Ягорлик (с. Артирівка)	0,94	висока	24,5	хороші	1,8	низька	61	<b>шкідливе</b>	0,42	0,62	<b>не можл.</b>
10	р. Тилігул (с.м.т. Березівка)	1,53	дуже висока	12,6	задовільні	3,3	низька	58	<b>шкідливе</b>	0,63	0,58	можливо
11	р. М.Куяльник (с. Баранове)	2,00	дуже висока	6,02	задовільні	3,1	низька	69	<b>шкідливе</b>	0,47	0,69	<b>не можл.</b>
12	р. Кучурган (с. Степанівка)	2,09	дуже висока	4,70	<b>незадов.</b>	4,4	низька	65	<b>шкідливе</b>	0,79	0,65	<b>не можл.</b>
13	р. Хаджидер (с. Чистоводне)	2,11	дуже висока	7,51	задовільні	6,9	низька	54	<b>шкідливе</b>	1,37	0,54	<b>не можл.</b>
14	р. Каплань (с. Крутоярівка)	2,27	дуже висока	6,22	задовільні	6,2	низька	59	<b>шкідливе</b>	1,11	0,59	<b>не можл.</b>
15	р. Барабой (гирло)	2,44	дуже висока	5,34	<b>незадов.</b>	5,0	низька	48	не шкідливе	0,79	0,48	можливо
16	р. Когильник с. Серпневе)	2,67	дуже висока	5,55	<b>незадов.</b>	9,8	низька	58	<b>шкідливе</b>	1,91	0,58	<b>не можл.</b>
17	р. Чага (с. Петрівка)	2,97	дуже висока	4,87	<b>незадов.</b>	9,8	низька	54	<b>шкідливе</b>	1,74	0,54	<b>не можл.</b>
18	р. Алкалія (с. Широке)	3,36	<b>непридатна</b>	2,94	<b>незадов.</b>	6,6	низька	50	<b>шкідливе</b>	0,91	0,50	можливо
19	р. Сарата (с. Міняйлівка)	3,36	<b>непридатна</b>	3,39	<b>незадов.</b>	8,7	низька	58	<b>шкідливе</b>	1,35	0,58	<b>не можл.</b>
20	р. Киргиз-Китай (с. Мало-Яросл.)	3,42	<b>непридатна</b>	5,79	<b>незадов.</b>	5,8	низька	49	не шкідливе	0,78	0,49	можливо
21	р. Когильник (с. Ново-Олексіївка)	3,77	<b>непридатна</b>	3,10	<b>незадов.</b>	12,0	середня	59	<b>шкідливе</b>	1,96	0,59	<b>не можл.</b>
22	р. В.Куяльник (с. Руська Слобідка)	3,99	<b>непридатна</b>	2,90	<b>незадов.</b>	6,3	низька	71	<b>шкідливе</b>	0,73	0,71	<b>не можл.</b>
23	р. В.Ялпуг (с. Табаки)	4,13	<b>непридатна</b>	3,20	<b>незадов.</b>	10,8	середня	65	<b>шкідливе</b>	1,58	0,65	<b>не можл.</b>
24	р. Сарата (с. Білолісся)	6,26	<b>непридатна</b>	1,63	<b>незадов.</b>	13,3	середня	60	<b>шкідливе</b>	1,51	0,60	<b>не можл.</b>
25	р. Хаджидер (с. Сергіївка)	6,36	<b>непридатна</b>	1,50	<b>незадов.</b>	9,8	низька	64	<b>шкідливе</b>	0,97	0,64	<b>не можл.</b>

Таблиця 4.10 – Аналіз гіпотетичних солей у воді річок (ЗПР) (авторська розробка)

№ п/п	Водний об'єкт	$Na_2CO_3$	$Ca(HCO_3)_2$	$NaHCO_3$	$Mg(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	$Na_2SO_4$	$MgSO_4$	$CaCl_2$	$NaCl$	$MgCl_2$	Конц. токс. іонів
1	р. Дунай (Вилкове)	0,0	213	0,0	22,4	14,7	12,1	44	0,0	42,5	6,5	95,0
2	р. Турунчук (с. Троїцьке)	0,0	229	0,0	29,6	19,8	24,0	102	0,0	54,4	22,6	180
3	р. Дністер (с. Маяки)	0,0	233	0,0	24,2	24,0	29,5	106	0,0	56,7	12,0	190
4	р. Дністер (м. Біляївка)	0,0	236	<b>0,2</b>	21,1	22,4	30,2	110	0,0	56,7	11,6	194
5	канал Дунай-Сасик (с. Трапівка)	0,0	217	0,0	25,9	18,4	28,4	111	0,0	102	13,5	237
6	р. Кодима (м. Балта)	<b>10,6</b>	401	<b>23,7</b>	195	13,3	101	88,1	0,0	76,0	0,0	244
7	р. Білочі (с. Шершинці)	0,0	387	<b>42,6</b>	163	203	65,0	156	0,0	58,5	0,0	270
8	р. Окна (с. Лабушне)	0,5	445	0,0	122	145	76,6	150	0,0	105	28,3	300
9	р. Ягорлик (с. Артирівка)	<b>34,5</b>	287	<b>22,6</b>	284	0,0	146	136	0,0	110	11,9	362
10	р. Тилігул (с.м.т. Березівка)	<b>21,4</b>	432	<b>55,1</b>	362	56,2	205	270	0,0	331	0,0	764
11	р. М.Куяльник (с. Баранове)	0,0	475	0,0	144	189	44,8	706	0,0	580	77,5	1357
12	р. Кучурган (с. Степанівка)	<b>8,1</b>	443	<b>199</b>	435	280	144	621	0,0	617	164	1228
13	р. Хаджидер (с. Чистоводне)	<b>21,5</b>	478	0,0	191	176	828	259	0,0	347	0,0	1423
14	р. Каплян (с. Крутоярівка)	0,0	495	0,0	154	130	701	442	0,0	440	0,0	1583
15	р. Барабой (гирло)	0,0	337	0,0	0,0	454	325	625	0,0	712	167	1650
16	р. Когильник (с. Серпневе)	<b>33,3</b>	442	<b>261</b>	274	94,2	1105	298	0,0	554	0,0	1945
17	р. Чага (с. Петрівка)	0,0	506	0,0	145	438	1289	386	0,0	635	49,3	2258
18	р. Алкалія (с. Широке)	0,0	397	0,0	0,0	615	569	754	0,0	1096	207	2316
19	р. Сарата (с. Міннялівка)	0,0	569	<b>5,8</b>	194	208	929	755	0,0	902	0,0	2586
20	р. Киргиз-Китай (с. Мало-Яроsl.)	0,0	969	0,0	293	272	1021	723	0,0	431	0,0	2175
21	р. Когильник (с. Ново-Олексіївка)	<b>11,0</b>	591	0,0	265	148	1532	540	0,0	961	46,3	2942
22	р. В.Куяльник (с. Руська Слобідка)	0,0	722	0,0	77,2	103	531	1441	0,0	1369	151	3184
23	р. В.Ялпуг (с. Табаки)	0,0	520	0,0	119	241	1244	917	0,0	1333	106	3439
24	р. Сарата (с. Білолісся)	0,0	691	0,0	78,1	433	1351	1392	0,0	2563	65,8	5131
25	р. Хаджидер (с. Сергіївка)	0,0	331	0,0	0,0	986	1410	1882	0,0	2043	264	5036

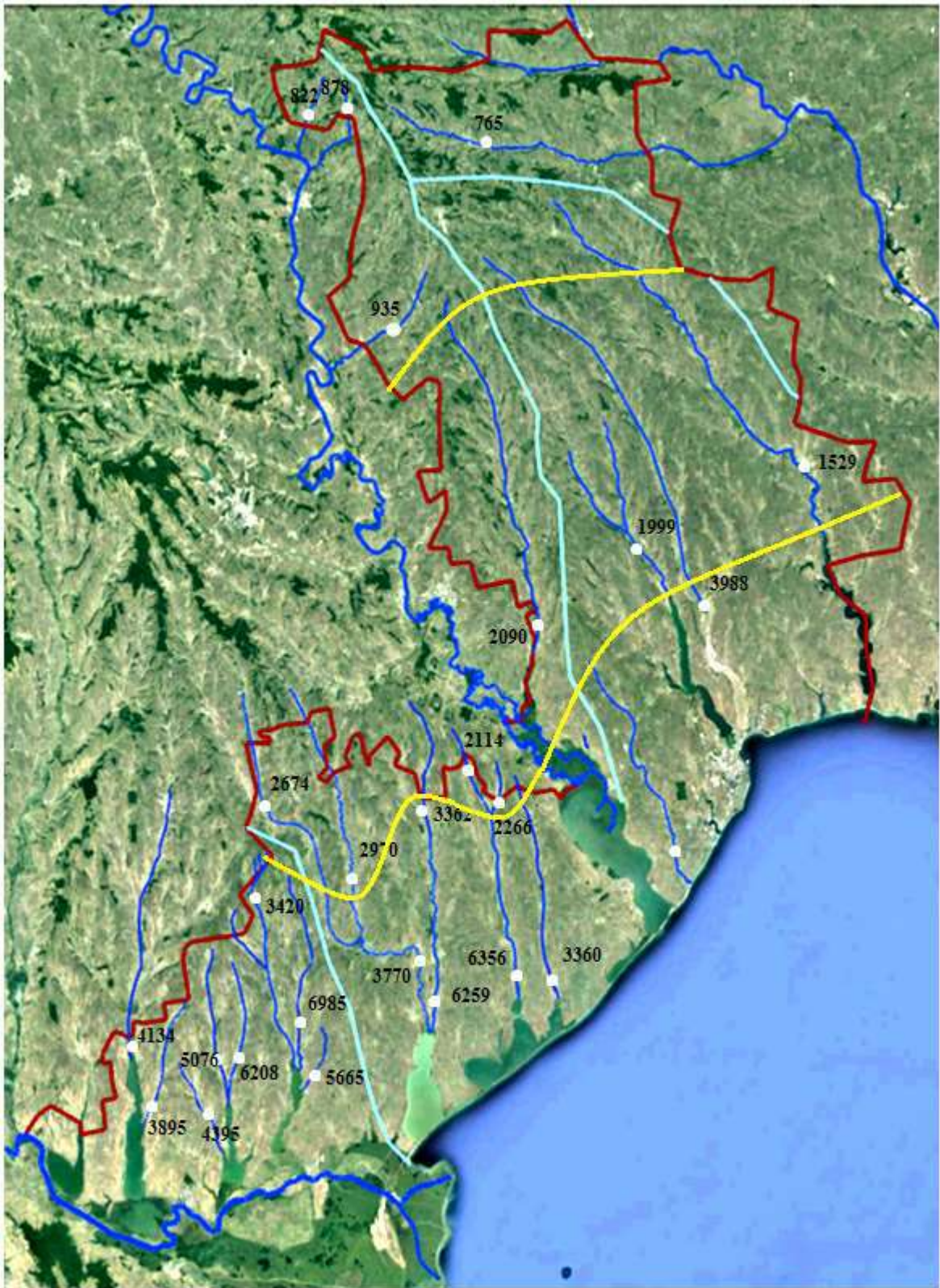


Рис. 4.2 – Межі зон вод різної мінералізації (знімок із супутника)

Згадану закономірність демонструє угруповання вод середніх і малих річок за мінералізацією:

1. *перша група* (північна частина області) –  $M_0 < 1,0$  г/дм<sup>3</sup> (табл. 4.5, 4.6) –

річки північної частини басейну Дністра (р.Ягорлик, р.Білоч і р.Окна) і басейну Південного Бугу (р.Кодима);

2. *друга група* (центральна частина області) –  $1,0 < M_o < 3,0$  г/дм<sup>3</sup> – південна частина басейну Дністра (р.Кучурган) та північна частина басейну річок Причорномор'я (р.Барабой, р.Когильник–с.Серпневе (верхня частина річки), р.Хаджидер–с.Чистоводне (верхня частина річки), р.Чага, р.Каплань, р.М.Куяльник, р.Кучурган та р.Тилігул);

3. *третья група*  $M_o > 3,0$  г/дм<sup>3</sup> – південна частина басейну річок Причорномор'я (р.Сарата, р.Когильник–с.Ново-Олексіївка (нижня частина річки), р.Хаджидер–с.Сергіївка (нижня частина річки), р.Алкалія, р.Киргиж-Китай, р.Ялпуг та р.В.Куяльник) і усі середні та малі річки басейну Дунаю.

На рис. 4.2 показані межі зон (згаданих груп вод) і мінералізація вод у пунктах спостережень.

Води річок *першої зони, північної* (р.Кодима, р.Білоч, р.Окна і р.Ягорлик):

- за *мінералізацією* (табл. 4.8) відносяться до 2-го класу (потребують «обмеженого застосування»);

- за *мінеральним складом* відносяться до карбонатно-кальцієвих, за виключенням р.Ягорлик, його води карбонатно-магнієві (Ягорлик (рис. 4.2) знаходиться на південь від річок Кодима, Білоч і Окна біля межі першої й другої зон);

- за "*мінералізацією і  $k_{Na3}$* " (табл. 4.8) – до класу II («придатні для зрошення більшості типів ґрунтів»);

- можуть сприяти натрієвому і магнієвому осолонцюванню;

- імовірність появи соди велика, але її концентрація не є загрозою для рослин.

Перша зона повністю знаходиться у Подільському адміністративному районі.

Води річок *другої зони, центральної*:

- за *мінералізацією* відносяться до 3-го класу з характеристикою

«підвищено небезпечні»;

- за *мінеральним складом* відносяться до сульфатно-натрієвих, за виключенням р.Тилігул (карбонатно-натрієві) і р.Кучурган (хлоридно-магнієві);

- за "*мінералізацією і  $k_{Na3}$* " – 3-й клас «обмежено придатні»: «потребують розбавлення та хімічної меліорації»;

- за вмістом натрію і магнію сприяють осолонцюванню ґрунтів при поливі;

- імовірність утворення соди велика, іноді з критичною концентрацією.

Води річок *третьої зони, південної*:

- за *мінералізацією* відносяться до 4-го класу з характеристикою «засолює ґрунт»;

- за *мінеральним складом* – усі сульфатно-натрієві;

- за "*мінералізацією і  $k_{Na3}$* " – «умовно придатні для зрошення», для використання цих вод для поливу потрібна хімічна меліорація та розбавлення водою з малою мінералізацією, велика імовірність появи вод класу V – «не придатні для зрошення»;

- за вмістом натрію та магнію вода сприяє осолонцюванню ґрунтів, концентрація натрію може перевищувати концентрацію кальцію у кілька разів;

- імовірність утворення соди велика, іноді з критичною концентрацією.

Води річок у третій зоні з мінералізацією більш 3 г/дм<sup>3</sup> не придатні для зрошення, їх необхідно відрахувати із іригаційного потенціалу, це річки: басейну річок Причорномор'я (М.Куяльник, Алкалія, Хаджидер, Сарата, Когильник, річки без назви) і усі середні і малі річки басейну Дунаю. Сумарний стік цих річок дорівнює (в табл. 4.2 і 4.4 виділено напівжирним шрифтом): середньобагаторічний – **181,2** млн м<sup>3</sup>/рік, 75% – **52,3** млн м<sup>3</sup>/рік, 95% – **16,3** млн м<sup>3</sup>/рік.

Потенціал стоку річок по водних басейнах становить:

- басейн Дунаю: середньобагаторічний – 72890 млн м<sup>3</sup>/ЗПР,



забезпеченістю 75% – 59765 млн м<sup>3</sup>/ЗПР, 95% – 42765 млн м<sup>3</sup>/ЗПР;

- басейн Дністра: середньобагаторічний – 5648 млн м<sup>3</sup>/ЗПР  
забезпеченістю 75% – 4211 млн м<sup>3</sup>/ЗПР, 95% – 2754 млн м<sup>3</sup>/ЗПР;

- басейн Південного Бугу: середньобагаторічний – 92,36 млн м<sup>3</sup>/ЗПР,  
забезпеченістю 75% – 56,89 млн м<sup>3</sup>/ЗПР, 95% – 32,47 млн м<sup>3</sup>/ЗПР;

- басейн річок Причорномор'я: середньобагаторічний –  
56,28 млн м<sup>3</sup>/ЗПР, забезпеченістю 75% – 18,82 млн м<sup>3</sup>/ЗПР, 95% –  
7,51 млн м<sup>3</sup>/ЗПР.

Усього по області потенціал стоку річок дорівнює:  
середньобагаторічний – **78690** млн м<sup>3</sup>/ЗПР, 75% – **64050** млн м<sup>3</sup>/ЗПР, 95% –  
**45560** млн м<sup>3</sup>/ЗПР.

**Ставки і водосховища.** Ставки Одеської області мають комплексне використання (дані БУВР): риборозведення, зрошення і відпочинок населення. Загальна кількість ставків в Одеській області становить – 992 шт., площа – 12,12 тис.га, об'єм – 198 млн м<sup>3</sup> (табл. 4.11, 4.12).

Таблиця 4.11 – Ставки по водних басейнах області (дані БУВР)

Басейн	Кількість ставків, шт	Площа, га	Об'єм, млн м <sup>3</sup>	В оренді, шт.	В оренді, га
Дністра	287	3797	68,0	34	346
Дунаю	88	3901	45,0	1	143
Південного Бугу	157	930	16,5	17	279
Річок Причорномор'я	460	3490	68,5	51	691
Разом	992	12118	198	103	1459

Найбільша кількість ставків (табл. 4.11) знаходиться у басейні річок Причорномор'я (460 шт.) і Дністра (287 шт.). Однак, сумарна площа ставків найбільша у басейні Дунаю (3901 га).

Розподіл ставків і їх характеристик по адміністративним районам Одеської області нерівномірний (табл. 4.12): найбільша кількість ставків у Подільському районі – 408 шт., найменша в Ізмаїльському – 32 шт,

найбільша сумарна площа ставків – у Ізмаїльському – 2675 га, найменша – у Березівському – 1095 га, найбільший сумарний об’єм води у Ізмаїльському районі – 35,3 млн м<sup>3</sup>, найменшій – у Березівському – 17,4 млн м<sup>3</sup>.

Таблиця 4.12 – Ставки Одеської області (дані БУВР)

Район, місто	Кількість ставків, шт	Площа, га	Об’єм, млн м <sup>3</sup>	В оренді, шт.	В оренді, га
<b>Подільський</b>	68	441	7,6	14	207
Ананївський	20	216	2,3	6	135
Балтський	97	530	7,6	3	40
Кодимський	58	308	3,6	14	83
Окнянський	35	280	3,4	3	56
Любашівський	100	429	4,7	2	6
Савранський	30	211	5,2	8	190
Усього	408	2415	<b>34,4</b>	50	717
<b>Березівський</b>	76	361	5,4	2	13
Іванівський	9	59	0,9	-	-
Миколаївський	29	184	2,0	-	-
Ширяївський	32	491	9,1	2	75
Усього	146	1095	<b>17,4</b>	4	88
<b>Роздільнянський</b>	35	167	5,2	2	17
В.Міхайлівський	53	311	10,2	3	6
Лиманський	61	604	10,6	10	167
Захарівський	20	97	2,2	5	9
Усього	169	1179	<b>28,2</b>	20	199
<b>Одеський</b>					
Біляївський	70	1544	20,3	9	75
Овідіопільський	29	217	3,3	10	79
Усього	99	1761	<u>23,6</u>	19	154
<b>Б.-Дністровський</b>	24	1173	26,6	4	54
Саратський	7	102	2,5	-	-
Татарбунарський	21	174	1,4	-	-
Усього	52	1449	<u>30,5</u>	4	54
<b>Болградський</b>	19	563	14,1	1	143
Арцизький	34	352	5,2	-	-
Тарутінський	33	629	9,3	5	103
Усього	86	1544	28,6	6	246
<b>Ізмаїльський</b>	20	1284	14,9	-	-
Кілійський	9	182	7,1	-	-
Ренійський	3	1209	13,3	-	-
Усього	32	2675	35,3	-	-
Разом	992	12118	198	103	1459



Загальний об'єм води у ставках становить – 198 млн м<sup>3</sup>, у порівнянні з сумарним об'ємом річкового стоку (208514 млн м<sup>3</sup>/рік) це дорівнює 0,1%.

Значна частина ставкового фонду області зношена, переважна кількість ставків має малу площу дзеркала (до 1 га), незначні глибини і фактично є випарниками вологи. Деякі з них перетворились на пасовища.

Гідротехнічні споруди представлені земляними греблями із земляними скидними каналами, у деяких випадках із трубчастими водовипусками.

Понад 70% малих ставків не мають скидних споруд. Ставки зазнають замулення, втрачають корисну ємність, у деяких випадках – і своє призначення.

Лише 10% ставків області використовуються на умовах оренди (табл. 4.8), тобто використовуються для розведення риби.

Спостереження за якістю вод на ставках не входять у програму державного моніторингу, але можна казати впевнено, що якість вод у ставках не краще ніж у річках, з яких вони поповнюються. Мінералізація води у них буде більше за рахунок випаровування у зрошувальний період року. Оскільки води середніх і малих річок у південній частині зони 2 (центральної) (рис. 4.5) підвищено небезпечні для зрошення ґрунтів, то води у ставках на цих річках будуть непридатними для іригаційних цілей. Тим більш води ставків у зоні 3 (південній), де води річок не придатні для зрошення (див. вище).

*Водосховища.* Загальна кількість водосховищ на території Одеської області становить 64 шт, їх площа – 58,70 тис.га, повний об'єм – 934,1 млн м<sup>3</sup> (табл. 4.13–4.15). Понад 10,0 млн м<sup>3</sup> мають 9 водосховищ (табл. 4.14): басейн Дунаю – Ялпуг-Кугурлуй, Катлабух, Китай, Кагул і Картал; річок Причорномор'я – Сасик, Барабой і Хаджидерське; басейн Дністра – Кучурганське. Корисний об'єм води у придунайських озерах-водосховищах з Сасиком (усього – 6 шт.), який розташовано поблизу, складає 781,8 млн м<sup>3</sup>, на частку останніх 59 водосховищ розташованих по всієї області приходиться лише 152,3 млн м<sup>3</sup>, тобто 16% від загального корисного об'єму

вод у водосховищах області.

Таблиця 4.13 – Водосховища по водних басейнах області (дані БУВР)

Басейн	Кількість водох., шт.	Площа, га	Об'єм - повний, млн м <sup>3</sup>	Об'єм - корисний, млн м <sup>3</sup>	В оренді, шт.	В оренді, га
Дністра	8	3007	88,7	40,1	2	177
Дунаю	29	52474	1929,9	822,3	1	167
Південного Бугу	4	669	11,0	8,2	1	172
річок Причорномор'я	23	2554	77,1	63,5	7	982
Разом	64	58704	2106,7	<b>934,1</b>	11	1498

Таблиця 4.14 – Водосховища більш 10 млн м<sup>3</sup> (дані БУВР)

Назва водосховища	Місцезнаходження	Площа, га	Об'єм - повний, млн м <sup>3</sup>	Об'єм - корисний, млн м <sup>3</sup>
оз.Ялпуг-Кугурлуй (р.Дунай)	Ізмаїльський, Болградський	10880	888,0	290,0
оз.Катлабух (р.Дунай)	Ізмаїльський	685	131,0	68,5
оз.Китай (р.Дунай)	Ізмаїльський	7158	111,9	49,3
оз.Сасик (Причорномор'я)	Б.-Дністровський, Ізмаїльський	20200	459,0	193,0
оз.Кагул (р.Дунай)	Ізмаїльський	9133	250,0	154,0
оз.Картал (р.Дунай)	Ізмаїльський	1639	35,6	27,0
оз.Кучурганське (р.Дністер)	Біляївський, Роздільнянський	2530	70,0	24,0
оз.Барабойське (Причорномор'я)	Одеський	383	24,0	21,4
Хаджидерське (Причорномор'я)	Б.-Дністровський	540	11,8	10,5
Усього		53148	1981,3	<b>837,7</b>

Водогосподарські організації [98-104] до складу водосховищ віднесли крупні Придунайські озера: Кагул, Картал, Ялпуг-Кугурлуй, Катлабух, Китай, а також Сасик, оскільки гідрологічний режим цих озер регулюється гідротехнічними спорудами.

*Якість вод водосховищ* (табл. 4.5, 4.16-4.20). Балтське водосховище (басейн Південного Бугу) знаходиться у північній зоні (1) (рис. 4.2) на річки Кодима. Середня мінералізація вод (табл. 4.5, 4.16-4.20) складає 663 мг/дм<sup>3</sup> (клас 2 за мінералізацією), води карбонатно-натрієві, за вмістом натрію і магнію сприяють осолонцюванню ґрунту, імовірність утворення соди велика,

її концентрація є критичною для рослин. У цілому при поливі вода потребує «обмеженого застосування».

Водосховища з мінералізацією від 1 до 3 г/дм<sup>3</sup> (Кучурганське, Санжейське, Сасик) розташовані у середній і південній зонах (2 і 3). Середня мінералізація вод у них змінюється від 1620 до 2555 мг/дм<sup>3</sup>. Води сульфатно-натрієві, але можуть бути хлоридно-натрієвими і сульфатно-магнієвими. За вмістом натрію і магнію сприяють осолонцюванню ґрунту при поливі. Можливе утворення соди, але з концентрацією безпечною для рослин. У цілому води цих водосховищ відносяться до класу 3 з характеристикою «підвищено небезпечні».

На території Одеської області малу мінералізацію мають водойми, які природно або штучно епізодично поповнюються водами Дунаю або Дністра: це усі придунайські озера (Кагул, Картал, Ялпуг-Кугурлуй, Катлабух, Китай) і басейну Дністра (Кучурганське і Барабойське вдсх).

Води водосховищ як правило мають гірші іригаційні характеристики ніж води річок, за рахунок яких вони переважно поповнюються. Наприклад, мінералізація оз. Ялпуг [105-107] біля питного водозабору м. Болград становить 800-1400 мг/дм<sup>3</sup>, у нижній частині озера – 450-600 мг/дм<sup>3</sup>, тоді як води Дунаю мають мінералізацію 325-335 мг/дм<sup>3</sup>.

Усі придунайські великі озера-водосховища: Кагул, Картал, Ялпуг-Кугурлуй, Катлабух, Китай відносяться до прісних, але це тільки у нижній і середній їх частинах [106]. У верхів'ях вода цих водосховищ слабосолонувата.

Води Біляївського водосховища «засолюють ґрунт», вони сприяють осолонцюванню ґрунту при поливі. Його можна не враховувати при оцінці іригаційного потенціалу водних об'єктів Одещини.

Таким чином, у ставках і водосховищах об'єм води, придатної для зрошення, становить: ставки (табл. 4.12 виділено напівжирним шрифтом) – 80,0 млн м<sup>3</sup>; водосховища – 934,1 млн м<sup>3</sup>. Усього іригаційний потенціал ставків і водосховищ складає – **1014** млн м<sup>3</sup>.

Таблиця 4.15 – Водосховища Одеської області (дані БУВР)

Район, місто	Кількість вдсх, шт.	Площа, га	Об'єм - повний, млн м <sup>3</sup>	Об'єм - корисний, млн м <sup>3</sup>	В оренді, шт.	В оренді, га
<b>Подільський</b>	1	127	3,4	3,1	1	126
Ананьївський	-	-	-	-	-	-
Балтський	2	339	5,7	4,4	1	172
Кодимський	-	-	-	-	-	-
Окнянський	3	193	3,7	2,9	1	50
Любашівський	1	202	2,5	2,1	-	-
Савранський	1	128	2,7	1,6	-	-
Усього	8	989	18	14,1	3	348
<b>Березівський</b>	-	-	-	-	-	-
Іванівський	3	491	9,3	6,8	1	293
Миколаївський	-	-	-	-	-	-
Ширяївський	-	-	-	-	-	-
Усього	3	491	9,3	6,8	1	293
<b>Роздільнянський</b>	1	234	3,2	2,7	1	234
В.Міхайлівський	1	126	1,3	1,3	-	-
Лиманський	2	112	5,4	4,8	1	47
Захарівський (Фрунз.)	2	104	9,9	9,5	-	-
Усього	6	576	19,8	18,3	2	281
<b>Одеський</b>						
Біляївський	4	3012	96,7	46,9	-	-
Овідіопільський	4	310	4,5	3,2	2	251
Усього	8	3322	101,2	50,1	2	251
<b>Б.-Дністровський</b>	5	309	7,6	5,1	2	158
Саратський	4	442	16,4	14,2	-	-
Татарбунарський	5	20678	471,3	200,2	-	-
Усього	14	21429	495,3	219,5	2	158
<b>Болградський</b>	7	842	12,9	8,5	1	167
Арцизький	6	659	12,8	11,4	-	-
Тарутінський	1	94	2	1,5	-	-
Усього	14	1595	27,7	21,4	1	167
<b>Ізмаїльський</b>	5	1199	147,1	81,3	-	-
Кілійський	3	7383	114,6	50,6	-	-
Ренійський	3	21720	1173,7	472	-	-
Усього	11	30302	1435,4	603,9	-	-
Разом	64	58704	2106,7	<b>934,1</b>	11	1498

Таблиця 4.16 – Мінералізація вод водойм і вміст головних іонів (ЗПР) (авторська розробка)

№ п/п	Водний об'єкт	$Mz$ , мг/дм <sup>3</sup>	$CO_3^{2-}$ , мг/дм <sup>3</sup>	$HCO_3^-$ , мг/дм <sup>3</sup>	$SO_4^{2-}$ , мг/дм <sup>3</sup>	$Cl^-$ , мг/дм <sup>3</sup>	$Ca^{2+}$ , мг/дм <sup>3</sup>	$Mg^{2+}$ , мг/дм <sup>3</sup>	$Na^+$ , мг/дм <sup>3</sup>	$K^+$ , мг/дм <sup>3</sup>
1	вдсх Барабойське	507	9,6	149	168	53,1	52,1	34,7	47,5	6,3
2	вдсх Балтське	663	13,5	381	57	49,9	56,3	35,7	76,3	11,8
3	вдсх Сасик (ГНС-2)	1620	14,4	188	417	489	81,2	72,6	363	11,8
4	вдсх Кучурганське (с.Граданиці)	1710	8,4	238	633	339	120	107	273	14,9
5	вдсх Санжейське	2091	10,8	204	906	360	175	116	327	8,7
6	вдсх Кучурганське (с.Кучургани)	2555	30,8	385	952	497	144	224	344	19,7
7	вдсх Біляївське	3926	14,7	268	1460	1007	258	271	653	12,4

Таблиця 4.17 – Класифікація вод водойм за мінеральним складом (ЗПР) (авторська розробка)

№ п/п	Водний об'єкт	Клас						Група						Тип
1	вдсх Барабойське	хлоридно	20	карбонатно	34	сульфатні	46	натрієво	29	кальцієво	34	магнієві	37	II
2	вдсх Балтське	сульфатно	13	хлоридно	16	карбонатні	71	кальцієво	30	магнієво	31	натрієві	39	I
3	вдсх Сасик (ГНС-2)	карбонатно	13	сульфатно	34	хлоридні	53	кальцієво	16	магнієво	23	натрієві	62	II
4	вдсх Кучурганське (с.Граданиці)	карбонатно	15	хлоридно	36	сульфатні	49	кальцієво	22	магнієво	33	натрієві	45	II
5	вдсх Санжейське	карбонатно	11	хлоридно	31	сульфатні	58	кальцієво	27	магнієво	29	натрієві	44	II
6	вдсх Кучурганське (с.Кучургани)	карбонатно	16	хлоридно	35	сульфатні	49	кальцієво	17	натрієво	38	магнієві	45	II
7	вдсх Біляївське	карбонатно	7	хлоридно	45	сульфатні	48	кальцієво	20	магнієво	35	натрієві	45	II

Таблиця 4.18 – Оцінка придатності вод водойм для іригаційних цілей (ЗПР) (авторська розробка)

№ п/п	Водний об'єкт	А.М. Костяков		С.Я. Безднина		А.М. Можейко Т.К. Воротник		Антипов-Каратаев І.Н. Г.М. Кадер			А.М. Буданов			
		$M_3$ , г/дм <sup>3</sup>	Оцінка	$Na^+$ , %	Оцінка	$K$	Оцінка	$0,23M_3$	$PKO$	Оцінка	$K_1$	$K_2$	$K_3$	Оцінка
1	вдсх Барабойське	0,51	обер. підх.	27	II	45,0	сприятлива	0,12	1,32	придатна	0,79	0,38	0,00	придатна
2	вдсх Балтське	0,66	обер. підх.	37	II	55,7	сприятлива	0,15	0,87	придатна	1,18	0,58	0,00	неприд.
3	вдсх Сасик (ГНС-2)	1,62	підв.небезп.	61	III(6,8,10-12)	76,2	дуже неспр.	0,37	0,32	неприд.	3,90	1,57	5,18	неприд.
4	вдсх Кучурганське (с.Граданиці)	1,71	підв.небезп.	45	III(1-5)	62,4	сприятлива	0,39	0,62	придатна	1,99	0,81	3,63	неприд.
5	вдсх Санжейське	2,09	підв.небезп.	44	III(1-5)	61,5	сприятлива	0,50	0,63	придатна	1,65	0,79	3,59	неприд.
6	вдсх Кучурганське (с.Кучургани)	2,56	підв.небезп.	37	III(1-5)	54,7	сприятлива	0,59	0,86	придатна	2,09	0,58	3,19	неприд.
7	вдсх Біляївське	3,93	засолює	45	III(1-5)	62,0	сприятлива	0,90	0,62	неприд.	2,20	0,81	3,62	неприд.

Таблиця 4.19 – Оцінка придатності вод водойм для іригаційних цілей (ЗПР) (авторська розробка)

№ п/п	Водний об'єкт	Класифікація США		Х. Стеблер		Департамент с/х США		Сабольч І. Дараб К.		Келлі і Лібіх		
		$M_3$ , г/дм <sup>3</sup>	Солоність	$K_H$	Оцінка	SAR	Небезпека осолонцюв.	$K_{Mg}$	Вплив на грунти	$K_{Na}$	$K_{Mg}$	Можл. використ.
1	вдсх Барабойське	0,51	висока	35,8	добрі	1,25	низька	52	шкідливе	0,38	0,52	можливо
2	вдсх Балтське	0,66	висока	18,6	добрі	1,96	низька	51	шкідливе	0,58	0,51	можливо
3	вдсх Сасик (ГНС-2)	1,62	дуже висока	4,1	незадовільні	7,05	низька	60	шкідливе	1,57	0,60	неможл.
4	вдсх Кучурганське (с.Граданиці)	1,71	дуже висока	5,8	незадовільні	4,37	низька	60	шкідливе	0,81	0,60	можливо
5	вдсх Санжейське	2,09	дуже висока	5,1	незадовільні	4,85	низька	52	шкідливе	0,79	0,52	можливо
6	вдсх Кучурганське (с.Кучургани)	2,56	дуже висока	4,1	незадовільні	4,18	низька	72	шкідливе	0,58	0,72	неможл.
7	вдсх Біляївське	3,93	непридатна	2,0	незадовільні	6,77	низька	63	шкідливе	0,81	0,63	можливо

Таблиця 4.20 – Аналіз гіпотетичних солей у воді водойм (ЗПР) (авторська розробка)

№ п/п	Водний об'єкт	$Na_2CO_3$	$Ca(HCO_3)_2$	$NaHCO_3$	$Mg(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	$Na_2SO_4$	$MgSO_4$	$CaCl_2$	$NaCl$	$MgCl_2$	Конц. токс. іонів
1	вдсх Барабойське	0,0	186	0,0	22,2	36,3	44,9	159	0,0	86,0	20,5	289
2	вдсх Балтське	22,2	228	93,5	191	0,0	65,5	126	0,0	82,2	0,0	242
3	вдсх Сасик (ГНС-2)	0,0	233	0,0	49,4	105	199	358	16,1	787	78,6	1294
4	вдсх Кучурганнське (с.Граданиці)	0,0	314	0,0	36,9	150	203	522	0,0	553	29,0	1251
5	вдсх Санжейське	0,0	271	0,0	0,0	358	289	573	0,0	594	0,0	1456
6	вдсх Кучурганське (с.Кучургани)	26,9	462	0,0	181	143	301	1013	0,0	738	146	1940
7	вдсх Біляївське	0,0	357	0,0	0,0	554	283	1192	0,0	1516	305	2999

## 4.2 Іригаційний потенціал підземних вод

Підземні води області сформувалися протягом тривалого геологічного часу у субаеральних і субаквальних умовах. Вони належать до Причорноморського артезіанського басейну [96]. Підземні води розташовані у породах різного літолого-фаціального складу. Залягають вони на глибинах до 5 км.

Підземні води утворюють комплекси водоносних обріїв у архейських, протерозойських, кембрійських, силурійських, девонських, кам'яновугільних, пермо-тріасових, юрських, крейдових, палеогенових, неогенових і антропогенових відкладень.

До поверхні землі ближче всього знаходяться водоносний обрій четвертинних відкладень. Для нього характерним є лінзоподібне залягання вод неглибоко від поверхні землі у товщі лесових порід, які розташовані на червоно-бурих глинах. Продуктивність цього обрію невелика, і води не мають гарну якість тому, що вони значно мінералізовані.

Більш продуктивними є водоносні обрії верхньо-неогенових порід – піщаних і піщано-глинистих. Вони залягають на глибинах від 100 до 200 м у середньо сарматському ярусі і живлять колодязі і свердловини багатьох районів області.

За даними БУВР [91-94] (табл. 4.21) прогнозні запаси прісних і слабосолонуватих (до 3 г/дм<sup>3</sup>) підземних вод Одеської області складають 268,9 млн м<sup>3</sup>/рік. Із цього запасу розвідано (затверджено) 177,9 млн м<sup>3</sup>/рік, що складає 66% від прогнозних даних. Сумарний річний забір підземних вод по області дорівнює близько 30,7 млн м<sup>3</sup>/рік, що складає 11% від прогнозних запасів та 17% – від розвіданих.

В Одеській області запаси підземних вод у цілому використовуються для покриття нестатків господарсько-питного споживання, частково, для промисловості і сільського господарства. Зведені дані по використанню підземних вод в області наведено у табл. 4.21–4.23.



Таблиця 4.21 – Запаси підземних вод в Одеській області (дані БУВР)

Район, місто	Прогнозні запаси, млн м <sup>3</sup> /рік	Затверджені запаси, млн м <sup>3</sup> /рік	% від прогнозних	Використано, млн м <sup>3</sup> /рік	Кількість водопунктів
<u>Подільський</u>	11,96	5,18	45	1,247	220
<b>Ананьївський</b>	9,56	3,76	39	0,293	198
<b>Балтський</b>	8,83	2,04	23	0,505	218
<b>Кодимський</b>	8,72	3,25	37	0,427	182
<b>Окнянський</b>	7,96	1,83	23	0,253	139
<b>Любашівський</b>	7,67	-	-	0,188	184
Савранський	1,10	-	-	0,083	95
<u>Березівський</u>	11,39	4,09	36	1,93	325
Іванівський	5,44	4,86	89	0,447	222
<b>Миколаївський</b>	9,93	-	-	0,501	172
<b>Ширяївський</b>	12,37	1,64	13	0,541	275
<u>Роздільнянський</u>	13,91	4,09	31	2,35	348
<b>В.-Михайлівський</b>	10,91	2,37	22	0,435	240
Лиманський	5,48	0,22	4,0	1,815	280
<b>Захарівський (Фрунз.)</b>	8,69	4,75	54	0,28	143
<u>м. Одеса</u>	-	0,62	-	0,603	229
Біляївський	5,47	23,29	142,4	1,117	275
Овідіопільський	3,65	0,10	3,0	2,365	340
<u>Б.-Дністровський</u>	19,71	12,78	65	5,04	632
Саратський	5,48	2,55	46	1,409	244
Татарбунарський	5,84	5,84	100	0,533	204
<u>Болградський</u>	2,19	-	-	0,179	94
Арцизький	9,85	7,30	74	0,95	194
Тарутінський	6,83	-	-	0,921	173
<u>Ізмаїльський</u>	45,19	32,92	73	5,168	135
Кілійський	-	-	-	0,014	41
<b>Ренійський</b>	31,96	54,38	79	1,068	96
Разом	<b>268,9</b>	177,86		30,69	5898

Таблиця 4.22 – Використання підземних вод (дані БУВР)

Експлуатаційні запаси, млн м <sup>3</sup> /рік		Фактичний забір, млн м <sup>3</sup> /рік	Фактичне використання, млн м <sup>3</sup> /рік				
усього з мінералізацією до 3 г/дм <sup>3</sup>	у т.ч. затверджені		усього	в тому числі			
				господарсько-побутові	виробничі	зрошення	технічні потреби
<b>268,9</b>	177,86	30,69	30,35	27,90	1,95	0,20	0,30

Таблиця 4.23 – Запаси підземних вод по басейнах річок (дані БУВР)

Басейн річок	Запаси підземних вод, млн м <sup>3</sup> /рік		% зв'язку з поверхневим стоком	Водозабір підземних вод, млн м <sup>3</sup> /рік	
	прогнознi	затвер- дженi		усього	у тому числі не пов'яза- них з поверх. стоком
Савранка (П.Буг)	3,20	0,46	-	0,53	0,53
Кодима	19,46	4,83	83	1,84	0,31
Чичикля	3,03	-	80	0,48	0,10
Ягорлик (Дністер)	13,49	4,33	80	1,15	0,23
Кучурган	16,3	10,03	-	2,00	2,00
Тилігул	26,94	6,59	-	3,23	3,23
В.Куяльник	16,63	4,14	75	1,69	0,42
М.Куяльник	7,43	2,74	-	1,43	1,43
Свіна	5,61	1,74	-	0,79	0,79
Барабой (річок Причор.)	2,69	0,28	-	0,59	0,59
Алкалія	7,47	4,85	65	0,57	0,20
Хаджидер	4,43	2,79	65	0,72	0,25
Сарата	1,98	0,98	65	0,69	0,24
Когильник	9,66	3,95	65	2,48	0,89
В.Аджалик	1,23	-	-	0,23	0,23
Аджалик	0,64	0,14	-	0,14	0,14
Річки без назви	40,05	16,95	-	6,57	6,57
Дракуля (Дунай)	0,59	0,48	-	0,23	0,23
Нерушай	0,89	0,89	-	0,31	0,31
Аліяга	1,75	1,01	-	0,40	0,40
Кіргіж-Китай	2,84	1,51	50	0,64	0,32
Єніка	11,24	8,19	-	0,22	0,22
В.Катлабух	2,46	0,06	60	0,49	0,20
Ташбунар	4,51	3,07	65	0,26	0,09
Карсалук	0,35	-	60	0,20	0,08
Ялпуг	0,09	-	-	0,05	0,05
Кайракля	8,65	6,30	-	0,17	0,17
Бартиця	9,84	7,75	-	-	-
Річки без назви	45,45	45,46	-	2,59	2,59
Всього по області у т.ч. по басейнах	<b>268,9</b>	177,86	-	30,69	22,81
р. Південний Буг	25,69	5,29	-	2,85	0,94
р. Дністер	29,79	34,7	-	3,15	2,23
р. Дунай	88,67	92,72	-	5,56	4,66
річок Причорномор'я	124,75	45,15	-	19,13	14,98

З усього річного обсягу використання підземних вод – 30,35 млн м<sup>3</sup>/рік

на господарсько-побутові потреби йде 27,90 млн м<sup>3</sup>/рік (91,9%), на виробничі потреби – 1,95 млн м<sup>3</sup>/рік (6,4%), на технічні потреби – 0,30 млн м<sup>3</sup>/рік (1%) і на зрошення 0,20 млн м<sup>3</sup>/рік (0,7%).

Це відбувається тому, що сьогодні в умовах Одеської області використання експлуатаційних запасів підземних вод питної якості для поливу і технічних потреб не є раціональним з двох причин.

*По перше*, за даними БУВР станом на 2017 рік (ці дані підтверджуються [98]) тільки на території 11 колишніх районів Одеської області з 26 є запаси підземних вод, водозабір у яких можна нарощувати, це райони: Ананівський, Балтський, Велико-Міхайлівський, Ізмаїльський, Кодимський, Окнянський, Любашівський, Миколіївський, Ренійський, Захарівський (Фрунзівський) і Ширяївський (в табл. 4.21 виділено напівжирним шрифтом).

На території інших 15 районів запаси підземних вод є спрацьованими або близькими до спрацьовання. Цей момент потребує прийняття практичних заходів до зниження об'єму водозабору питних вод, які використовують на технічні потреби, шляхом його заміни на високомінералізовані підземні води або на морські. Однак цей процес є дуже повільним внаслідок труднощів економічного характеру в державі та галузях господарства.

*По друге*, питання якісного забезпечення питною водою в Одеській області – є гострою проблемою регіону. Основними поверхневими джерелами постачання питної води в Одеській області є р. Дністер, р. Дунай і оз. Ялпуг [100]. Однак, вони віддалені від основних споживачів, а підземними водами область забезпечено недостатньо і розміщені вони нерівномірно.

Одеську область можна поділити на три регіони (рис. 4.3) за умовами водозабезпеченості і водоспоживання: північний, центральний і південний. У табл. 4.24 сірим виділено центральний регіон, вище нього – південний, нижче – північний.

Подільський і Березівський райони входять до північного регіону. У

цьому регіоні достатня забезпеченість підземними водами. Водопостачання здійснюється з артезіанських свердловин, які у більшості відповідають нормативним вимогам.

Таблиця 4.24 – Прогнозні ресурси та експлуатаційні запаси підземних вод (ЕЗПВ) Одеської області (у дужках стоять номери районів): сірим виділено центральний регіон) (дані БУВР)

№ з/п	Назва району	Площа, тис.км <sup>2</sup>	Прогнозні ресурси підземних вод, тис.м <sup>3</sup> /добу			
			Усього		У тому числі ЕЗПВ	
			Мінералізація, г/дм <sup>3</sup>			
			до 1,5	1,5-3,0	до 1,5	1,5-3,0
1	<u>Подільський</u> (1)	1,0	31,40		14,16	
2	<b>Ананьївський</b>	1,1	<b>26,18</b>	0,020	10,30	
3	<b>Балтський</b>	1,3	<b>24,20</b>		5,60	
4	<b>Кодимський</b>	0,8	<b>23,90</b>		8,90	
5	<b>Окнянський</b>	1,0	<b>21,80</b>		5,00	
6	<b>Любашівський</b>	1,1	<b>21,00</b>			
7	Савранський	0,6	3,00			
8	<u>Березівський</u> (2)	1,6	31,15	0,05	11,20	
9	Іванівський	1,2	13,80	1,10	13,33	
10	<b>Миколаївський</b>	1,1	<b>27,04</b>	0,16		
11	<b>Ширяївський</b>	1,5	<b>33,78</b>	0,12	4,50	
12	<u>Роздільнянський</u> (3)	1,4	36,20		11,20	
13	<b>В.-Михайлівський</b>	1,4	<b>29,90</b>		6,50	
14	Лиманський	1,5	7,99	7,01	0,60	
15	<b>Захарівський (Фрунз.)</b>	1,0	<b>23,76</b>	0,04	13,00	
16	<u>Одеський</u> (4)					
17	Біляївський	1,5	15,00		63,80	
18	Овідіопільський	0,96	10,00		1,98	
19	<u>Б.-Дністровський</u> (5)	2,0	54,00		27,00	8,00
20	Саратський	1,4	5,00	10,00		7,00
21	Татарбунарський	1,7		16,00		16,00
22	<u>Болградський</u> (6)	1,4	1,40	4,60		
23	Арцизький	1,4		27,00		20,00
24	Тарутинський	2,0	12,00	6,70		
25	<u>Ізмайльський</u> (7)	1,2	<b>123,80</b>		90,20	
26	Кілійський	1,4				
27	<b>Ренійський</b>	0,90	<b>87,60</b>		149,00	
	Усього	33,3	663,90	72,80	436,27	51,00



Рис. 4.3 – Регіони Одеської області за умовами водозабезпеченості і водоспоживання (у дужках стоять номери адміністративних районів (табл. 4.24))

Центральний регіон (входять Одеський та Роздільнянський райони) має малопродуктивні артезіанські свердловини, які не забезпечують необхідну кількість води. Водопостачання здійснюється з р. Дністер.

Південний регіон охоплює Білгород-Дністровський, Болградський та Ізмаїльський райони. Цей район найменш забезпечений підземними водами. На всій території цього регіону (крім Ізмаїла та Рені) ґрунтові води містять надмірні концентрації розчинних солей. Тут водопостачання здійснюється з Дунаю, оз. Ялпуг та артезіанських свердловин.

Із загального об'єму прогнозних ресурсів підземних вод (табл. 4.24) з мінералізацією до 1,5 г/дм<sup>3</sup> (663,9 тис.м<sup>3</sup>/добу), можна нарощувати водозабір тільки з 443,0 тис.м<sup>3</sup>/добу (складові цієї суми виділені напівжирним шрифтом у табл. 4.24). Для зрошування ці води підвищено небезпечні. Прогнозні ресурси підземних вод з мінералізацією від 1,5 до 3,0 г/дм<sup>3</sup> об'ємом 72,80 тис.м<sup>3</sup>/добу теж підвищено небезпечні для зрошення, їх іригаційна якість гірше, але потенційно вони теж можуть використовуватися для поливу при умові розбавлення і хімічної меліорації. Таким чином, у цілому за іригаційний потенціал підземних вод на цей час можна вважати 443,0+72,8 = 515,8 тис.м<sup>3</sup>/добу, або у зрошувальний період року **94,13** млн м<sup>3</sup>/ЗПР із загального об'єму 268,9 млн м<sup>3</sup>/рік (табл. 4.21, 4.22).

Середній багаторічний іригаційний потенціал водних об'єктів Одеської області протягом ЗПР складає (табл. 4.25, 4.26) 79800 млн м<sup>3</sup>/ЗПР. По території області він розподілений дуже нерівномірно: на басейн Дністра приходить 5740 млн м<sup>3</sup>/ЗПР, Південного Бугу – 124 млн м<sup>3</sup>/ЗПР, річок Причорномор'я – 173 млн м<sup>3</sup>/ЗПР, Дунаю – 73750 млн м<sup>3</sup>/ЗПР.

Таблиця 4.25 – Складові іригаційного потенціалу водних басейнів (авторська розробка)

Басейн	Потенціал стоку річок у різні роки за водністю, млн м <sup>3</sup> /ЗПР		Об'єм ставків і водосховищ, млн м <sup>3</sup>	Водозабір міжплас-тових вод, млн м <sup>3</sup> /ЗПР	Сумарний іригаційний потенціал ЗПР, млн м <sup>3</sup> (2)+(4)+(5)
	середній	95%			
1	2	3	4	5	6
Дністра	5648	2754	89,1	6,85	5744
Південного Бугу	92,36	32,47	24,7	6,55	123,6
річок Причорномор'я	56,28	7,51	77,9	38,84	173,0
Дунаю	72890	42760	822,3	41,89	73750
Разом по області	78687	45560	1014	94,13	<b>79790</b>

На басейн річок Причорномор'я з площею 62% від загальної площі області приходить лише 0,22% її загального іригаційного потенціалу. Причому, за мінералізацією потенціал цього басейну 3 класу, придатний для

зрошення при умові хімічної меліорації і розбавленні водою з малою мінералізацією. Звідси, розвиток зрошувального землеробства в басейні річок Причорномор'я можливий тільки за рахунок вод Дунаю і Дністра.

Таблиця 4.26 – Клас іригаційного потенціалу за мінералізацією і характеристика його розподілу по водних басейнах (авторська розробка)

Басейн	Сумарний іригаційний потенціал ЗПР, млн м <sup>3</sup>	Клас за мінералізацією	Частка від загального потенціалу, %	Площа водозбору, км <sup>2</sup>	Частка площі, %
Дністра	5744	2	7,20	3886	11,5
Південного Бугу	123,6	2	0,15	3030	8,9
Річок Причорномор'я	173,0	3	0,22	20962	61,8
Дунаю	73754	1	92,4	6024	17,8
Разом по області	<b>79790</b>	-	100	33900	100

Використовуючи зрошувальну норму за іригаційним потенціалом можна оцінити орієнтовну площу зрошення (табл. 4.27). Зрошувальна норма – це об'єм води, який необхідний для поливу рослин протягом вегетаційного періоду. Для різних культур згідно А.О. Алексєєвої (2020) вона змінюється від 2000 до 5000 м<sup>3</sup>/га. У табл. 4.27 використане середнє значення зрошувальної норми (3500 м<sup>3</sup>/га).

Таблиця 4.27 – Площі можливого поливу з використанням іригаційного потенціалу (авторська розробка)

Басейн	Іригаційний потенціал басейну у різні роки за водністю, млн м <sup>3</sup> /ЗПР		Середня зрошувальна норма, тис.м <sup>3</sup> /га	Площа зрошення у різні роки за водністю, тис.га	
	середній	95%		середній	95%
Дністра	5744	2754	3,50	1640	787
Південного Бугу	123,6	32,47		35,3	9,28
Річок Причорномор'я	173,0	7,51		49,4	2,15
Дунаю	73754	42760		21100	12200
Разом по області	79790	45560		22800	13000

Таблиця 4.28 – Площі можливого поливу різними складовими іригаційного потенціалу (авторська розробка)

Складові потенціалу	Іригаційний потенціал ЗПР, млн м <sup>3</sup>	Середня зрошувальна норма, тис.м <sup>3</sup> /га	Площа зрошення у середній за водністю рік, тис.га
Річковий стік	78687	3,50	22480
Ставоків	80,0		22,9
Водосховищ	934,1		267
Міжпластові води	94,13		26,9
Усього	79790		22800

По табл. 4.27 видно, що загальні зрошувальні можливості водних об'єктів Одещини складають 22800 тис.га (або 228 тис.км<sup>2</sup>, що у 6,8 рази більш площі Одеської області). Однак, з цих можливостей на басейн Дністра приходить 1640 тис.га, Південного Бугу – 35,3 тис.га, річок Причорномор'я – 49,4 тис.га, Дунаю – 21100 тис.га.

При аналізі можливостей складових іригаційного потенціалу області (табл. 4.28) встановлено, що: річковий стік забезпечує зрошення на площі 22480 тис.га сільгоспугідь; води ставків – 22,9 тис.га; води водосховищ – 267 тис.га; водозабір міжпластових вод – 26,9 тис.га, з них водозабір міжпластових вод на басейні річок Причорномор'я (табл. 4.25) –  $38,8/3,5=11,1$  (тис.га). Для порівняння, у 2023 р. площа поливу Кілійською МУВГ складала **12,5** тис.га.

Таким чином, використання водозабору міжпластових вод для поливу сільгоспугідь в умовах Одеської області не є раціональним.

**Висновки до розділу 4.** У розділі дана характеристика іригаційного потенціалу поверхневих і підземних водних об'єктів Одеської області. По розділу 4 можна зробити такі висновки:

1. Іригаційний потенціал водних об'єктів деякої території це можливість покриття потреб сільського господарства в поливних водах на даній території протягом зрошувального періоду року.



2. До іригаційного потенціалу водних об'єктів входять: – стік річок протягом зрошувального періоду року за відрахуванням 75% стоку у найгірший за водністю місяць року з 95% забезпеченістю; – об'єми озер, ставків і корисні об'єми водосховищ; – водозабір прогнозних запасів міжпластових вод протягом ЗПР у районах, в яких водозабір можливо нарощувати. До іригаційного потенціалу не входять об'єми вод, не придатних для зрошення.

3. За мінералізацією вод малих і середніх річок Одеську область можна поділити на 3 зони: північну – з мінералізацією менш 1 г/дм<sup>3</sup>, центральну – 1–3 г/дм<sup>3</sup> і південну – більш 3 г/дм<sup>3</sup>. У північній зоні знаходиться північна частина басейну Дністра і басейн Південного Бугу. До центральної зони відноситься південна частина басейну річки Дністер та північна частина басейну річок Причорномор'я. І у третій зоні – південна частина басейну річок Причорномор'я та басейн Дунаю.

4. Середньобагаторічний сумарний стік річок Одеської області складає 208500 млн м<sup>3</sup>/рік, з них: на басейн Дунаю приходить 198400 млн м<sup>3</sup>/рік; Дністра – 9780 млн м<sup>3</sup>/рік; П.Бугу – 139 млн м<sup>3</sup>/рік; річок Причорномор'я – 236 млн м<sup>3</sup>/рік.

5. В маловодний рік з забезпеченістю 95% – сумарний річний стік становить – 149200 млн м<sup>3</sup>/рік (у тому числі середні і малі річки – 94,3 млн м<sup>3</sup>/рік): на басейн Дунаю приходить 143500 млн м<sup>3</sup>/рік; Дністра – 5630 млн м<sup>3</sup>/рік; Південного Бугу – 49,0 млн м<sup>3</sup>/рік; річок Причорномор'я – 27,2 млн м<sup>3</sup>/рік.

6. В іригаційний потенціал стоку річок області не входить стік середніх і малих річок її південної зони, де мінералізація вод більш 3,0 г/дм<sup>3</sup>: М.Куяльник, Алкалія, Хаджидер, Сарата, Когильник, а також стік середніх і малих річок басейну Дунаю. Сумарний стік цих річок дорівнює: середньобагаторічний – 181 млн м<sup>3</sup>/рік; року з забезпеченістю 95% – 16,3 млн м<sup>3</sup>/рік.

7. Середній багаторічний іригаційний потенціал річок водних басейнів

області складає: Дунаю – 72890 млн м<sup>3</sup>/ЗПР (з забезпеченістю 95% – 42760 млн м<sup>3</sup>/ЗПР); Дністра – 5648 млн м<sup>3</sup>/ЗПР (з забезпеченістю 95% – 2754 млн м<sup>3</sup>/ЗПР); Південного Бугу – 92,36 млн м<sup>3</sup>/ЗПР (з забезпеченістю 95% – 32,47 млн м<sup>3</sup>/ЗПР); річок Причорномор'я – 56,28 млн м<sup>3</sup>/ЗПР (з забезпеченістю 95% – 7,51 млн м<sup>3</sup>/ЗПР).

8. Загальний об'єм ставків Одеської області становить – 198 млн м<sup>3</sup>. До іригаційного потенціалу області не увійшли води ставків зони 2 (південної її частини) і зони 3, це: Одеський, Білгород-Дністровський, Болградський та Ізмаїльський райони. На об'єм ставкових вод інших районів (Подільського, Березівського і Роздільнянського) приходиться 80,0 млн м<sup>3</sup>.

9. Корисний об'єм водосховищ на території Одеської області становить – 934 млн м<sup>3</sup>. За мінералізацією води водосховищ відносяться до класів 2 (потребують «обмеженого застосування» при поливі) і 3 («підвищено небезпечні» при поливі), крім Біляївського водосховища, його води «засолюють ґрунт»).

10. На території 11 колишніх районів Одеської області є запаси міжпластових вод яки можна нарощувати. На території інших 15 районів запаси міжпластових вод є спрацьованими або близькими до спрацьовання. У цілому за іригаційний потенціал області прийнятий водозабір міжпластових вод об'ємом 515,8 тис.м<sup>3</sup>/добу, або протягом ЗПР – 94,1 млн м<sup>3</sup>/ЗПР.

11. Сумарний середньобогаторічний іригаційний потенціал Одеської області протягом ЗПР становить – 79800 млн м<sup>3</sup>, у тому числі: басейн Дністра – 5744 млн м<sup>3</sup>; басейн Південного Бугу – 124 млн м<sup>3</sup>; басейн річок Причорномор'я – 173 млн м<sup>3</sup>; Басейн Дунаю – 73750 млн м<sup>3</sup>.

12. Розподіл іригаційного потенціалу по водних басейнах області вкрай нерівномірний: на басейн річок Причорномор'я з площею 62% від загальної площі області приходиться лише 0,22% її загального іригаційного потенціалу. Потенціал цього басейну придатний для зрошення при умові розбавлення водою з малою мінералізацією та хімічної меліорації.

Розвиток зрошувального землеробства в басейні річок Причорномор'я

можливий тільки за рахунок вод Дунаю і Дністра.

13. Загальні зрошувальні можливості водних об'єктів Одещини складають 22800 тис.га, у тому числі: на басейн Дністра приходиться 1640 тис.га, Південного Бугу – 35,3 тис.га, річок Причорномор'я – 49,4 тис.га, Дунаю – 21100 тис.га.

14. Складові іригаційного потенціалу області забезпечують полив сільгоспугідь на площі: річковим стоком – 22480 тис.га, водами ставків – 22,9 тис.га, водами водосховищ – 267 тис.га, водозабором міжпластових вод – 26,9 тис.га., з них водозабір міжпластових вод на басейні річок Причорномор'я – 11,1 тис.га, це на 1,4 тис.га менш ніж площа поливу Кілійським МУВГ у 2023р.

Використання водозабору міжпластових вод для поливу сільгоспугідь в умовах Одеської області не є раціональним.

## 5 ЗАГАЛЬНІ НАПРЯМКИ ЩОДО СТАЛОГО РОЗВИТКУ ЗРОШУВАЛЬНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА В УМОВАХ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Концепція сталого розвитку сільськогосподарського сектору, у тому числі зрошувального землеробства, широко освітлена у роботах: Р.А. Вожегової [110], А.В. Дробітько [111], О.О. Васильєва [112], Н.А. Микули [113], О.Л. Попової [114, 115], М.І. Ромащенко [116, 117], С.А. Балюка [116], В.А. Вергунова [116], Ю.О. Тараріко [117], О.І. Сідляр [118]. Це питання розглядалося на рівні Президента України, Верховної ради та КМУ: Указ Президента України "Про заходи щодо розвитку зрошувального землеробства в Україні" від 3 березня 2006 р. № 187/2006 [119]; Указ Президента України «Про Стратегію сталого розвитку «Україна – 2020» від 12.01.2015 р. № 5/2015[120]; Закон України "Про основні засади державної аграрної політики на період до 2015 року" від 18 жовтня 2005 року № 2982-IV [121]; постанова Верховної Ради України "Рекомендації парламентських слухань "Актуальні питання проблеми зрошення, підтоплення та повеней в Україні" від 23 лютого 2006 р. № 3506-IV [122]; Висновок до проекту Закону України «Про стратегію сталого розвитку України до 2030 року» від 28.02.2019 № 9015 [123]; постанова КМУ «Про нормативи екологічно безпечного зрошення та управління поливами» від 02.09.2020 р. № 766 [124].

Аналіз цих джерел дозволив сформулювати основні визначення щодо сталого розвитку аграрного сектору та намітити його основні напрямки для зрошувального землеробства в Одеській області.

Концепція сталого розвитку сільського господарства передбачає зростання виробництва безпечних продуктів харчування, ціллю яких є задоволення потреб населення, забезпечення економічної ефективності виробництва цих продуктів, а також соціальну складову, яка полягає у підвищенні рівня життя селян, посиленні міграційного потоку населення «місто-село» і у стабілізації демографічних процесів [110, 116].

Особливості агорокліматичних умов, розподіл іригаційного потенціалу

водних об'єктів, необхідність зниження залежності аграрного сектора від глобального потепління, наслідки якого проявляються у зростанні посушливості клімату на регіональному рівні, роблять необхідним вжиття наступних основних заходів щодо сталого розвитку зрошувального землеробства в Одеській області [116, 117]:

- *технічних заходів* (проектування нових, реконструкція і відновлення існуючих внутрішньогосподарських зрошувальних систем; раціональне використання іригаційних вод через впровадження сучасних технічних засобів їх транспортування від місця забору до подання на масиви зрошення);

- *біологічних заходів* (агроекологічна структура посівів; оптимізація використання мінеральних і органічних добрив; використання раціональних режимів зрошування; селекція засухостійких культур);

- *заходів управління* (моніторинг якості водних ресурсів; впорядкування розміщення зрошувальних фондів, проведення ремонтних і відновлених робіт; розробка і реалізація програми обліку води; удосконалення тарифної політики; розробка заходів щодо поліпшення і охорони водних ресурсів)

### 5.1 Технічні заходи сталого розвитку зрошувального землеробства

Із загальної площі зрошення в Одеській області, яка дорівнює 227 тис.га, найбільша площа поливу була зафіксована у 1991 році, вона складала 157 тис.га. В останні роки зрошується близько 41 тис.га земель, що дорівнює всього 17% від загальної площі і 26% від поливу 1991 року [125, 126]. Це відбувається тому, що зрошувальна система Одещини, побудована у другій половині минулого століття, на 80% зношена [127]. У цьому зв'язку сьогодні першочерговою задачею є відновлення і реконструкція (модернізація) існуючих зрошувальних систем (ЗС).

Процес *відновлення існуючих ЗС* на Одещині вже почався: по заказу Одеської обласної державної адміністрації у 2022 році було завершено розробка 12 проектів реконструкції ЗС у регіоні [125, 126]:

- капітального ремонту двох рисових зрошувальних систем (РЗС) Мічуринської та Лісківської;
- капітального ремонту двох трубопроводів ЗС: Ташбунарської (магістрального) і Банновської (напірного);
- реконструкції насосних станцій й гідротехнічних споруд п'яти ЗС: Суворовської, Татарбунарської, Котловинської, Білгород-Дністровської та Троїцько-Граданицької;
- реконструкції двох магістральних каналів ЗС: Ізмаїльської і Нагірнянської;
- капітального ремонту гідротехнічних споруд міжгосподарських каналів Кілійської РЗС.

Тільки відновлення існуючих ЗС дозволить збільшити площу поливних земель Одещини у порівнянні з площами поливів останніх років у 6 разів. На зрошуваних площах врожайність зернових, зернобобових і технічних культур приблизно вдвічі вища, ніж на богарних сільгоспугіддях [127].

Усі площі зрошення Одещини знаходяться у смузі від Хаджибейського лиману до Кілійського гирла Дунаю (рис. 5.1, 5.2). Площа їх розташування складає приблизно 705 тис.га (рис. 5.2). Коефіцієнт засвоєння території дорівнює  $227/705=0,32$ .

Після реалізації першочергового завдання **подальше поширення зрошуваних сільгоспугідь** можливе за рахунок засвоєння земель, розташованих у північній частині басейну річки Дунай (помічено цифрою 1 на рис. 5.1) і у басейні річок Причорномор'я (помічено цифрами 2 і 3 на рис. 5.1).

На першому етапі поширення зрошуваних угідь раціонально засвоїти район 1 площею 165 тис.га (рис. 5.1, 5.2). Приріст площі зрошення з врахуванням коефіцієнту засвоєння складе приблизно 53 тис.га. Засвоєння району 2 площею 296 тис.га на другому етапі дасть приріст зрошуваних площ приблизно на 95 тис.га.

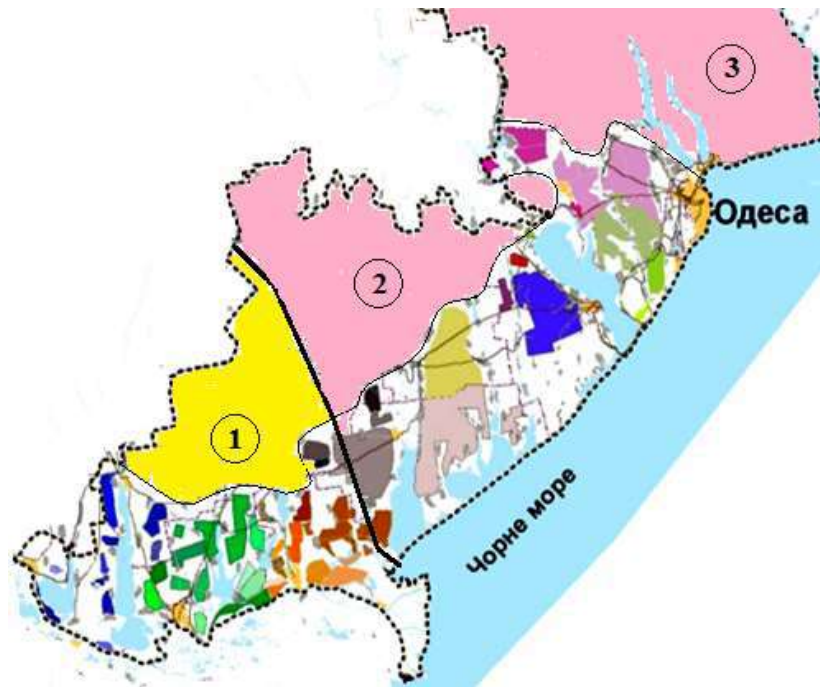


Рис. 5.1 – Розташування площ зрошення у Одеській області



Рис. 5.2 – Супутниковий знімок території розташування ЗС

Засвоєння регіону 3 (рис. 5.1) дуже складна і затратна проблема насамперед тому, що цей регіон знаходиться на значному віддаленні від основних джерел іригаційних вод (Дунаю і Дністра).

Іригаційний потенціал цього регіону дуже низький. У центральній його

частині води поверхневих водних об'єктів «підвищено небезпечні» для зрошення (використання їх для поливу можливе при умові розбавлення та хімічної меліорації), у південній – «засолюють ґрунт».

Артезіанські води, які оцінюються як питні (мінералізація до 1,5 г/дм<sup>3</sup>), являються «підвищено небезпечними» для зрошення і потребують розбавлення. Таким чином, збільшення поливних площ цього регіону можливе тільки за рахунок використання вод Дунаю і Дністра. Подача вод на такі великі відстані буде раціональною при прокладці підземних трубопроводів, аналогічних трубопроводу, по якому відбувається водопостачання в Одесу від станції «Дністер» (м. Біляївка).

Для підвищення **ефективності поливів і раціонального використання поливних вод** необхідне придбання нової високоефективної дощувальної техніки (для поливів зернових, зернобобових і технічних культур) і систем краплинного зрошення (для поливів овочевих і баштанних культур), а також вдосконалення технології поливів [110, 123, 124].

*Дощувальні зрошувальні системи* перетворюють потік води у краплі. Вони являються одним із ефективних пристроїв для іригації. Їх поділяють на [110, 128, 129]:

- віялові і струминні (низько-, середньо- та високонапірні);
- стаціонарні (з трубопроводами вкладеними у ґрунт), пересувні (з переносними трубопроводами на колесах) та комбіновані (зрошувальна установка переміщується вздовж стаціонарного підземного трубопроводу з гідрантами, розташованими з деяким постійним кроком);
- фронтальні (для поливу квадратних чи прямокутних полів) і кругові (полив по колу).

Віялові системи створюють широкую тонку плівку води, яка під дією потоку повітря перетворюється у краплі [128, 129]. У струминних системах створюється водний потік у вигляді струменя, який при вильоті із сопла насадки (обертальної) під дією сили опору повітря перетворюється на краплі. У низьконапірних системах відстань вильоту крапель [128] від зрошуваної



установки складає до 8 м, у середньонапірних – до 35 м і у високонапірних – до 60 м. Ширина поливу дощувальними системами може досягати 800 м.

Для великих ділянок зернових, зернобобових і технічних культур прямокутної форми з похилом не більш 0,05 найбільш раціональним скоріше за все буде полив за допомогою комбінованих дощувальних систем.

*Краплинне зрошення* сьогодні рахується одним з найпрогресивніших способів поливу [110] овочевих і баштанних культур, картоплі, виноградників, плодових і ягідних культур. Більш того, інститутом рису НААН України розроблено технологію використання систем крапельного зрошення і при вирощуванні рису. Ця технологія дозволяє знизити норму зрошення на 40% (1500-1600 м<sup>3</sup> при загальній технології – 2500-2800 м<sup>3</sup> на тонну рису).

Особливістю краплинного зрошення є нормована подача води з необхідними споживними речовинами, та засобами захисту в зону живлення рослин. Це дуже економічний спосіб зволоження. Краплинне зрошення дозволяє [110, 128]: забезпечити високу продуктивність сільгоспкультур; знизити використання води (у 2,0–3,5 рази), енергоємність подачі води, кількість добрив та мікроелементів; зменшити негативний вплив на ґрунти.

Краплинне зрошення може здійснюватися з поверхневого або з підґрунтового поливного трубопроводу (ПТ), спосіб поливу може бути поверхневим і підґрунтовим.

Підґрунтове краплинне зрошення відоме у світі як «subsurface drip irrigation» (SDI) [110]. На сьогодні SDI в Україні знаходиться у початковому етапі: реалізовані пілотні проекти на невеликих ділянках. Але вітчизняними фахівцями він вважається новим трендом.

У порівнянні з поверхневими ПТ переваги SDI у наступному:

- відсутність можливості пошкодження ПТ при проведенні агротехнічних операцій: вибір технологічних схем посіву, обприскування, підгортання, боронування тощо;

- чіткий контроль вологозапасу в ґрунті при економії поливної води до

30%;

- економія трудовитрат на монтаж і демонтаж ПТ, а також на експлуатацію системи;
- зниження захворювання рослин (підвищена волога на поверхні сприяє захворюванню рослин);
- зниження засмічення посівів (насіння бур'янів знаходяться у верхніх шарах ґрунту, які не зволожуються).

**Поливний режим (або режим зрошення)** являє собою поливи, які проводять у встановлені за планом строки для одержання високих врожаїв. Норма поливу для овочевих культур при краплинному зрошенні коливаються у широких межах від 100–140 м<sup>3</sup>/га (огірок) до 240–300 м<sup>3</sup>/га (буряк столовий). При дощуванні зернових від 250–350 м<sup>3</sup>/га (пшениця) до 450–500 м<sup>3</sup>/га (ячмінь) .

Норма поливу визначається за вологістю ґрунту, яка вимірюється у % від найменшої вологоємності (верхній поріг) (% НВ). Оптимальна вологість складає 70–80% НВ.

Поливи *при краплинному зрошенні* поділяють на [110]:

- передпосівні (для одержання своєчасних і дружних сходів), післяпосівні (для кращого приживлення розсади та розвитку рослин на початковій стадії);
- вегетаційні (протягом вегетаційного періоду для підтримання оптимального зволоження ґрунту), удобрювальні (для внесення розчинних добрив з водою – фертигація);
  - провокаційні (для боротьби з бур'янами);
  - промивні (з метою вимивання розчинних солей, зазвичай 2 поливи нормою 150–300 м<sup>3</sup>/га);
  - для внесення засобів захисту рослин та хімреагентів.

*При дощуванні* використовують поливи [111]:

- передпосівні (400-450 м<sup>3</sup>/га);
- сходовикликаючі (250-300 м<sup>3</sup>/га);

- вегетаційні (450–500 м<sup>3</sup>/га);
- освіжаючи (у період посухи при запиленні рослин з нормою 150–200 м<sup>3</sup>/га (соя), 50–100 м<sup>3</sup>/га (кукурудза));
- для запобігання виляганню рослин перед збиранням урожаю (300–350 м<sup>3</sup>/га).

*Режим затоплення* (при зрошуванні рису) [110]:

- перше затоплення виконується після посіву на 6–7 діб;
- після чек залишається без води до появи сходів;
- після появи сходів чек заповнюється водою, з розрахунком щоб 1/3 рослин була над поверхнею води;
- у фазі кушіння шар води повинен бути 5-7 см;
- після закінчення кушіння шар води поступово збільшують до 10-12 см до початку воскової стиглості;
- у фазі молочно-воскової стиглості подачу води припиняють, це відбувається через 25-30 діб від початку викидання волотей з таким розрахунком, щоб до початку повної стиглості зерна вода зійшла, і зволоження ґрунту складало 60-70% НВ при зборі врожаю.

## 5.2 Біологічні заходи сталого розвитку зрошувального землеробства

Виробництво сільгосппродукції з переваженням біологічних й агротехнічних заходів та прийомів вирощування сільськогосподарських культур, називають біологічним. Зустрічаються ще такі назви – альтернативне і біоенергетичне. Об'єднує їх одне – виробництво екологічно чистої продукції при умові чистоти довкілля [116].

У біологічних агроєкосистемах із мінімальним залученням промислових мінеральних добрив поповнення необхідних біогенних елементів відбувається за умови рециркуляції (багаторазового використання) макро- і мікроелементів [117]. Безповоротне відчуження з ґрунту біогенних елементів рослинами потребує компенсування промисловими мінеральними

добривами. Але перехід на біологічне аграрне виробництво з врахуванням умов конкретного виду землеробства дають змогу повторного використання до 85–90% відчуженого з ґрунту азоту, 90–95% – фосфору і до 99% – калію і мікроелементів, тобто створюють передумови для екологічно та енергетично сталого використання ґрунту [116].

*Адаптивні системи вирощування сільгоспкультур* призначені для забезпечення стабільно високих врожаїв сільськогосподарських рослин при одночасному підвищенні якості ґрунтів та охорони довкілля.

*Основою адаптивних технологій* вирощування сільськогосподарських культур являються біологізовані сівозміни. Такий прийом забезпечує стабільну врожайність сільгоспкультур, зберігає родючість ґрунту і сприяє належному фітосанітарному стану посівів. Оптимальні сівозміни сприяють підвищенню урожайності овочевих культур приблизно на 18–25%.

В якості попередників (культур, які на наступний рік замінюються на полі іншою культурою) у біологізованих сівозмінах для *овочевих культур* рекомендовано використовувати бобові та багаторічні трави. Рекомендується також використання посівів сидеральних рослин (гірчиця, редька олійна, тіфон, вика тощо) [110]. Сидеральні рослини це зелені добрива. Вони переміщують елементи живлення з підґрунтя (за рахунок їх накопичення у рослинах) в орний шар (після мінералізації рослинної маси). Гарні результати спостерігаються при заорювання зеленої маси сидератів восени. При цьому додаються мікробіологічні препарати, які сприяють деструкції рослинної маси.

У біологізованих сівозмінах попередниками *зернових культур* являються: пшениці (соя, ріпак озимий, овочеві культури, кукурудза та соняшник); ячменю (зернобобові культури, баштанні культури, багаторічні та однорічні трави на зелений корм); сої (зернові колосові та просапні культури); кукурудзи (пшениця, соя та зернобобові), рис (пшениця, ячмінь, люцерна, соя, гречка, однорічні трави, сидеральні культури).

Використання в якості попередника багаторічних і однорічних трав на

зелений корм перетворює поля на пасовища худоби. Це дає змогу крім остатків рослин поповнити ґрунт таким органічним добривом як гній худоби.

**Еколого-безпечна система удобрення.** Від властивостей ґрунту (фізичних, хімічних та біологічних) залежить ріст і розвиток рослин. Потреба рослин в удобренні у значній мірі залежить від умов їх живлення та загального запасу доступних форм поживних речовин у ґрунті.

Зрошення змінює поживний режим рослин: у наслідок достатньої вологозабезпеченості більш інтенсивним стає процес поглинання рослинами елементів живлення, прискорюється міграція іонів, змінюється склад солей. Суттєве значення має частковий вміст окремих елементів живлення. Цей вміст має неоднакове значення у різних культур. При чому, він не однаковий на різних етапах вегетації рослин. Наприклад, на початку росту капусти вміст калію зменшується, а вміст азоту збільшується. Співвідношення змінюється на протилежне після утворення головок. Для томатів у ґрунті потрібні фосфорні добрива у весь період вегетації.

З появою систем краплинного зрошення (СКЗ) продуктивність сільгоспкультур збільшилася за рахунок локального і дозованого внесення з поливною водою розчинних добрив, стимуляторів росту, засобів захисту рослин тощо. Такий прийом називається фертигацією.

При аналізі результатів досліджень встановлено, що фертигація за інших рівних умов у порівнянні з локальним внесенням добрив підвищує врожайність овочевих культур на 30–50%. У результаті того, що елементи живлення, розчинені у воді, швидше досягають коріння рослин.

Технологічний процес фертигації у СКЗ регламентується нормативним документом ДСТУ 7937:2015 «Зрошення. Внесення добрив з поливною водою у системах мікрозрошення. Загальні вимоги». Згідно стандарту для фертигації використовують мінеральні добрива, які повністю розчиняються у воді і не завдають шкоди матеріалам СКЗ. Дозволено використання лише тих добрив, які є у «Переліку пестицидів та агрохімікатів, дозволених до використання в Україні».

В список дозволених входять агрохімікати зарубіжного виробництва: Новалон, Спидфол, Нутріфлекс, Акварін, Террафлекс (Гідрофлекс), Растворін, Майстер, Рексолін, Хортісул, Новоферт тощо.

Гранично допустима концентрація добрив у воді не повинна перевищувати: азотних добрив – 0,5%, фосфорних – 2%, калійних – 3%. Концентрація добрив у складних розчинах повинна бути не більше 1%.

Ефективним є поєднання мінеральних з органічними добривами. Органічні добрива корисні не тільки для рослин, вони сприяють підтримки структури ґрунту.

**Еколого-безпечна система захисту рослин.** У порівнянні з богарними умовами при зрошенні швидше розповсюджуються хвороби, шкідники і бур'яни. Складовими системи захисту рослин є технологічні, біологічні і хімічні заходи. Хімічні методи припускають обробку зареєстрованими пестицидами, які містяться у «Переліку дозволених до використання пестицидів та агрохімікатів». У біологічних методах захисту рослин шукають організми, які знищують збудників хвороб, шкідників і бур'янів.

При застосуванні СКЗ прогресивним технологічним способом є внесення пестицидів з поливною водою (інсектигація, гербігація і фунгігація). Для овочевих і баштанних культур в Україні рекомендовані інсектициди Конфідор, Ратибор, Маршал 25 та інші. Екологічний і санітарний стан посівів при цьому способі значно покращується.

Для зернових культур в Україні також розроблено біологічні засоби боротьби зі збудниками хвороб та шкідниками: біофунгіциди (Псевдобактерін 2 і Бактефіт) та біоінсектициди (Бітоксубацилін БТУ).

При обробці полів зернових і зернобобових культур використовують інноваційні (гербігація дощуванням) і традиційні способи: вентиляторний (розсіювання пестицидів з допомогою вентилятору) і штанговий (обприскування з насадок розташованих на штанзі). Пристрої для традиційної обробки можуть бути причіпними і на автооснові.

Обробку полів проводять при швидкості вітру не більш 4 м/с. Відстань

від населених пунктів, тваринницьких ферм, водойм, місць проведення ручних робіт і місць відпочинку населення повинна бути не менш: 500 м – при вентиляції; 300 м – при штанговому способі і при гербігації дощуванням.

### 5.3 Удосконалення управління водними ресурсами у зрошувальному землеробстві Одеської області

Аналіз літературних джерел у сфері управління водними ресурсами в Україні [130–133], «Планів управління річковими басейнами» Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів [134] дозволив визначити загальні напрямки вдосконалення управління водними ресурсами у зрошувальному землеробстві в Одеській області, які включають наступні види діяльності:

- моніторинг якості водних ресурсів;
- впорядкування розміщення водних зрошувальних фондів;
- розробку заходів щодо їх поліпшення та охорони;
- проведення ремонтних і відновлених робіт;
- розробку і реалізацію програми обліку води;
- удосконалення тарифної політики.

Сьогодні водний фонд міжрайонних управлінь водного господарства (МУВГ) Одеської області включає усі водні об'єкти, які знаходяться у межах зони їх діяльності [58-65]: великі, середні і малі річки, озера, водосховища і ставки. Більшість цих об'єктів (середніх і малих річок та ставків) не входять у програму моніторингу вод, тому інформація про якість їх вод відсутня.

Першочерговим завданням вдосконалення управління водними ресурсами у зрошувальному землеробстві Одеської області є забезпечення інформацією про якість вод її водних об'єктів на основі епізодичних експедиційних досліджень у зрошувальний період року. Це досягається шляхом створення у кожному МУВГ невеликих експедиційних групи для збору проб води і проведення експрес-аналізу якості вод (з обов'язковим визначенням мінералізації води, концентрації головних іонів, *pH*).

Отримана інформація дозволить визначити водні об'єкти з іригаційною якістю вод та впорядкувати їх розміщення у водних зрошувальних фондах. Зробити їм паспорти з інформацією про якість вод. На рівні обласної адміністрації надати їм статус «водних об'єктів іригаційного призначення» з відповідними вимогами до їх охорони.

Для обраних водних об'єктів вжити заходів щодо покращення їх стану: розчищення русла річок і ложа ставків, днопоглиблення з метою поліпшення дренажної здатності річок і збільшення корисного об'єму ставків, укріплення берегів тощо.

Для обліку води і раціонального її використання зрошувальні системи необхідне обладнати сучасними засобами водозабору і подачі води на масиви зрошення з водомірами для реєстрації обсягів відбору води.

Встановити науково обґрунтовані ліміти на водокористування з врахуванням особливостей місцевих умов зрошування сільгоспкультур, площ поливів і їх режиму.

Встановити тарифи на водокористування спираючись на техніко-економічні обґрунтування різних їх варіантів з врахуванням затрат на відновлення систем зрошення, нормативних термінів окупності, загального стану економіки держави, платіжної здатності юридичних і фізичних осіб.

**Висновки до розділу 5:** У розділі визначені основні напрямки сталого розвитку зрошувального землеробства в умовах Одеської області при глобальному потепленні клімату і зростанні його посушливості на регіональному рівні. Виходячи з матеріалу, викладеного вище, можливе зробити наступні висновки:

1. Концепція сталого розвитку сільського господарства, незважаючи на поступове погіршення агрокліматичних умов, передбачає: зростання виробництва безпечних продуктів харчування, ціллю яких є задоволення потреб населення; забезпечення економічної ефективності виробництва цих продуктів; підвищення рівня життя селян, посилення міграційного потоку



населення «місто-село» і стабілізацію демографічних процесів.

2. Особливості агоро-кліматичних умов і розподілу іригаційного потенціалу водних об'єктів Одеської області роблять необхідним вжиття наступних основних заходів щодо сталого розвитку її зрошувального землеробства: - *технічних* (відновлення і поширення систем зрошення, раціональне транспортування вод від місця їх забору до подання на масиви зрошення); - *біологічних* (сучасні підходи до структури посівів, оптимізації використання мінеральних і органічних добрив, використання раціональних режимів зрошування, селекція засухостійких сільгоспкультур); - *управління* (моніторинг якості вод, розміщення зрошувальних фондів, проведення ремонтно-відновлених робіт, інноваційні підходи до обліку іригаційних вод і їх тарифікації).

3. Першочерговою технічною задачею являється відновлення існуючих зрошувальних систем. Цей процес вже почався в Одеській області: розроблено 12 проектів реконструкції основних складових зрошувальних систем (магістральних і підвідних каналів та насосних станцій).

4. Після реалізації першочергового завдання, подальше поширення площ зрошення раціонально виконати за рахунок засвоєння північної частини басейну Дунаю (площею 165 тис.га) і пограничної з ній північної частини басейну річок Причорномор'я (площею 296 тис.га), що призведе до збільшення площ зрошення на приблизно 148 тис.га (з врахуванням коефіцієнту засвоєння – 0,32).

5. Одним з найпрогресивніших способів поливу є краплинне зрошення. Воно може бути поверхневим і підґрунтовим. Використовується для поливу овочевих і баштанних культур, картоплі, виноградників, плодових і ягідних культур. Застосовують його і при зрошуванні рису, норма зрошення при цьому зменшується на 40%. Особливістю краплинного зрошення є нормована подача води з необхідними споживними речовинами та засобами захисту в зону живлення рослин. Це дуже економічний спосіб зволоження. Краплинне зрошення дозволяє: забезпечити високу продуктивність сільгоспкультур,

знизити використання води (у 2,0–3,5 рази), енергоємність подачі води, кількість добрив та мікроелементів; зменшити негативний вплив на ґрунти.

6. Наряду з інноваційними технологіями необхідне також вдосконалювати і традиційні технології зрошення це: дощування при вирощуванні зернових і зернобобових культур, та затоплення при вирощуванні рису. Напрямами вдосконалення цих технологій є встановлення науково обґрунтованих норм поливів і їх режимів. Прикладом може служити розроблений Інститутом рису НААН України режим зрошення рису, при якому рівень води у чеки піддержується у залежності від стадії розвитку рослин.

7. Наступним напрямком розвитку зрошувального землеробства є застосування біологічних методів ведення сільського господарства. У біологічних агроекосистемах із мінімальним залученням промислових мінеральних добрив поповнення необхідних біогенних елементів відбувається за умови рециркуляції (багаторазового використання) макро- і мікроелементів. Такий підхід дає змогу повторного використання до 85–90% відчуженого з ґрунту азоту, 90–95% – фосфору і до 99% – калію і мікроелементів, тобто створюють передумови для екологічно та енергетично сталого використання ґрунту.

8. Основою адаптивних технологій вирощування сільськогосподарських культур являються біологізовані сівозміни. Такий прийом забезпечує стабільну врожайність сільгоспкультур, зберігає родючість ґрунту і сприяє належному фітосанітарному стану посівів. Оптимальні сівозміни сприяють підвищенню урожайності овочевих культур приблизно на 18–25%.

9. В якості попередників (культур, які на наступний рік замінюються на полі іншою культурою) у біологізованих сівозмінах для *овочевих культур* рекомендовано використовувати бобові та багаторічні трави. Рекомендується також використання посівів сидеральних рослин (гірчиця, редька олійна, тіфон, вика тощо). Сидеральні рослини це зелені добрива. Вони переміщують елементи живлення з підґрунтя (за рахунок їх накопичення у рослинах) в

орний шар (після мінералізації рослинної маси). Зелену масу сидеральних рослин, що виросла на полі, заорюють у ґрунт в якості добрива. Використання в якості попередника багаторічних і однорічних трав на зелений корм перетворює поля на пасовища худоби. Це дає змогу крім остатків рослин поповнити ґрунт таким органічним добривом як гній худоби.

10. При краплинному зрошенні еколого-безпечним способом удобрення та боротьби з бур'янами, шкідниками та збудниками хвороб є фертигація (внесення добрив, гербіцидів, фунгіцидів і інсектицидів з зрошувальною водою), цей спосіб дозволяє підняти врожайність на 30–50%. Дозволено використання лише тих добрив, які є у «Переліку пестицидів та агрохімікатів, дозволених до використання в Україні».

11. Важним напрямком підвищення врожайності сільгоспкультур є селекція засухостійких гібридів, особливо це є важливим на богарних сільгоспугіддях.

12. Першочерговим завданням вдосконалення управління водними ресурсами у зрошувальному землеробстві Одеської області є забезпечення інформацією про якість вод її водних об'єктів на основі епізодичних експедиційних досліджень у зрошувальний період року. Це досягається шляхом створення у кожному МУВГ невеликих експедиційних груп для збору проб води і проведення експрес-аналізу якості вод (з обов'язковим визначенням мінералізації води, концентрації головних іонів, *pH*).

13. Інформація про якість вод дозволить: визначити водні об'єкти з іригаційною якістю вод і впорядкувати їх розміщення у зрошувальних фондах, зробити їм паспорти з інформацією про якість вод, на рівні обласної адміністрації надати їм статус «водних об'єктів іригаційного призначення» з відповідними вимогами до їх охорони.

14. Для обраних водних об'єктів вжити заходів щодо поліпшення їх стану: розчищення русла річок і ложа ставків, днопоглиблення з метою поліпшення дренажної здатності річок і збільшення корисного об'єму ставків, укріплення берегів тощо.

15. Для обліку води і раціонального її використання зрошувальні системи необхідне обладнати сучасними засобами водозабору і подачі води на масиви зрошення з водомірами для реєстрації обсягів відбору води; встановити науково обґрунтовані ліміти на водокористування з врахуванням особливостей місцевих умов зрошування сільгоспкультур, площ поливів і їх режиму; встановити тарифи на водокористування спираючись на техніко-економічні обґрунтування різних їх варіантів з врахуванням затрат на відновлення систем зрошення, нормативних термінів окупності, загального стану економіки держави, платіжної здатності юридичних і фізичних осіб.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Дисертаційна робота являє собою закінчене наукове дослідження, у якому надана оцінка іригаційного потенціалу водних об'єктів Одеської області, особливості розподілу цього потенціалу по водних басейнах області, просторові закономірності мінливості мінералізації вод річок, запропоновані інноваційні підходи до оцінки якості іригаційних вод. Виконані дослідження дозволяють зробити такі основні висновки:

1. Іригаційний потенціал водних об'єктів деякої території це можливість (здатність) покриття потреб сільського господарства в поливних водах на даній території протягом зрошувального періоду року (ЗПР).

2. До іригаційного потенціалу водних об'єктів входять: – стік річок протягом ЗПР за відрахуванням 75% стоку у найгірший за водністю місяць року з 95% забезпеченістю; – об'єми озер, ставків і корисні об'єми водосховищ; – водозабір прогнозних запасів підземних вод протягом ЗПР у районах, в яких водозабір можливо нарощувати. До іригаційного потенціалу не входять об'єми вод, не придатних для зрошення.

3. Основними джерелами іригаційних вод Одеської області являються річки Дунай і Дністер. Води Дунаю придатні для зрошення усіх типів ґрунтів, їх можна вважати еталоном іригаційних вод Одещини. Води Дністра підходять для поливу усіх типів ґрунтів, але потребують «обмеженого зрошення» за мінералізацією і вмістом магнію.

4. За мінералізацією вод малих і середніх річок Одеську область можна поділити на 3 зони: північну – з мінералізацією менш  $1 \text{ г/дм}^3$ , центральну –  $1\text{--}3 \text{ г/дм}^3$  і південну – більш  $3 \text{ г/дм}^3$ . У північній зоні знаходиться північна частина басейну Дністра і басейн Південного Бугу (Подільський район). До центральної зони відноситься південна частина басейну річки Дністер та північна частина басейну річок Причорномор'я (Роздільнянський район, Березівський район та північні частини Одеського і Білгород-Дністровського районів). І у третій зоні (південній) знаходяться південна частина басейну

річок Причорномор'я і басейн Дунаю (південні частини Одеського і Білгород-Дністровського районів та Болградський і Ізмаїльський райони). Води малих і середніх річок південної зони не придатні для зрошення. Води ставків та ґрунтові води центральної і південної зон не придатні для зрошення. Води середніх і малих річок центральної зони при зрошенні «підвищено небезпечні», у північній зоні вони потребують «обмеженого зрошення».

5. В Одеській області на території 11 колишніх районів (Ананівський, Балтський, Велико-Міхайлівський, Ізмаїльський, Кодимський, Окнянський, Любашівський, Миколаївський, Ренійський, Захарівський (Фрунзівський) і Ширяївський) є запаси міжпластових вод яки можна нарощувати. Водозабір цих вод протягом ЗПР становить 94,1 млн м<sup>3</sup>/ЗПР. При зрошенні міжпластові води Одещини «підвищено небезпечні», вони потребують розбавлення та хімічної меліорації.

6. Сумарний іригаційний потенціал водних об'єктів Одеської області протягом ЗПР дорівнює 79800 млн м<sup>3</sup>. Цей потенціал дуже нерівномірно розподіляється по території області: його 92,4% знаходиться у басейні Дунаю, який займає тільки 17,8% від загальної площі області; 7,2% - приходить на басейн Дністра, площею 11,5%. На останню площу – 70,7% приходить тільки 0,4% сумарного іригаційного потенціалу області. На басейн річок Причорномор'я з площею 62% від загальної площі області приходить лише 0,22% її загального іригаційного потенціалу. Потенціал цього басейну придатний для зрошення при умові розбавлення та хімічної меліорації. Розвиток зрошувального землеробства в басейні річок Причорномор'я можливий тільки за рахунок вод Дунаю і Дністра.

7. Загальні зрошувальні можливості водних об'єктів Одещини складають 22800 тис.га, у тому числі: на басейн Дністра приходить 1640 тис.га, Південного Бугу – 35,3 тис.га, річок Причорномор'я – 49,4 тис.га, Дунаю – 21100 тис.га. Складові іригаційного потенціалу області забезпечують полив сільгоспугідь на площі: річковим стоком – 22480 тис.га, водами ставків –

22,9 тис.га, водами водосховищ – 267 тис.га, водозабором міжпластових вод – 26,9 тис.га., з них водозабір міжпластових вод на басейні річок Причорномор'я складає 11,1 тис.га, це на 1,4 тис.га менш ніж площа поливу Кілійським МУВГ у 2023 р. Використання водозабору міжпластових вод для поливу сільгоспугідь в умовах Одеської області не є раціональним.

8. Враховуючи особливості агрокліматичних умов і розподілу іригаційного потенціалу водних об'єктів Одеської області необхідним є вжиття наступних основних заходів щодо сталого розвитку її зрошувального землеробства: - *технічних* (відновлення і поширення зрошувальних систем, раціональне транспортування вод від місця їх забору до подання на масиви зрошення); - *біологічних* (сучасні підходи до структури посівів, оптимізації використання мінеральних і органічних добрив, використання раціональних режимів зрошування, селекція засухостійких сільгоспкультур); - *управління* (моніторинг якості вод, впорядкування розміщення зрошувальних фондів, проведення ремонтно-відновлених робіт, інноваційні підходи до обліку іригаційних вод і їх тарифікації).

9. Сьогодні в Одеській області нарощення площ зрошення за рахунок освоєння нових територій не є раціональним, тому першочерговим завданням розвитку зрошувального землеробства на її території являється відновлення існуючих зрошувальних систем на площі 227 тис.га, які побудовані у другій половині минулого століття і сьогодні зношені на 80%. Після рішення першочергового завдання подальше поширення зрошувальних площ можливе за рахунок освоєння територій, прилеглих до існуючих ЗС, це південні частини басейну Дунаю (площею – 165 тис.га) і річок Причорномор'я (296 тис.га), які розташовані поруч одна з одною. При цьому збільшення площ зрошення складе приблизно 148 тис.га.

10. Одним з найпрогресивніших способів поливу є краплинне зрошення. Поверхневе і підґрунтове краплинне зрошення використовується для поливу овочевих і баштанних культур, картоплі, виноградників, плодових і ягідних культур. Краплинне зрошення дозволяє: забезпечити високу продуктивність

сільгоспкультур; знизити використання води (у 2,0–3,5 рази), вживати найбільш ефективний, еколого-безпечний спосіб удобрення та боротьби з бур'янами, шкідниками та збудниками хвороб, яким є фертигація (внесення добрив, гербіцидів, фунгіцидів і інсектицидів з зрошувальною водою). Фертигація дозволяє підняти врожайність на 30–50%.

11. Наступним напрямком розвитку зрошувального землеробства є застосування біологічних методів ведення сільського господарства. Ці методи дозволяють знизити використання мінеральних добрив за рахунок рециркуляції (багаторазового використання) макро- і мікроелементів. Досягається рециркуляція мікро- і мікроелементів за рахунок біологізованих сівозмін. У якості попередників у біологізованих сівозмінах для *овочевих культур* використовують бобові та багаторічні трави, а також посіви сидеральних рослин (гірчиці, редьки олійної, тифону, вики тощо). Зелену масу сидеральних рослин, що виростає на полі, заорюють у ґрунт в якості добрива. Використання в якості попередника багаторічних і однорічних трав на зелений корм перетворює поля на пасовища худоби. Це дає змогу крім остатків рослин поповнити ґрунт таким органічним добривом як гній худоби.

12. Вдосконалення управління водними ресурсами у зрошувальному землеробстві Одеської області може бути досягнуто за рахунок забезпечення інформацією про якість вод її водних об'єктів на основі епізодичних експедиційних досліджень у теплий період року. Інформація про якість вод дозволить: визначити водні об'єкти з іригаційною якістю вод і впорядкувати їх розміщення в зрошувальних фондах, зробити їм паспорти з інформацією про якість вод, на рівні обласної адміністрації надати їм статус «водних об'єктів іригаційного призначення» з відповідними вимогами до їх охорони. Для обраних водних об'єктів буде необхідним вжиття заходів щодо поліпшення їх стану: розчищення русла річок і ложа ставків, днопоглиблення з метою поліпшення їх дренажної здатності і збільшення корисного об'єму ставків, укріплення берегів тощо.

13. Для вдосконалення обліку води і її раціонального використання



зрошувальні системи необхідне обладнати сучасними засобами водозабору і подачі води на масиви зрошення з водомірами для реєстрації обсягів відбору води; встановити науково обґрунтовані ліміти на водокористування з врахуванням особливостей місцевих умов зрошування сільгоспкультур, площ поливів і їх режиму; встановити науково обґрунтовані тарифи на водокористування.

14. Методика ДСТУ 2730:2015 оцінки небезпеки іригаційного засолення ґрунту має недоліки, які викликають труднощі при її практичному використанні особливо при масових розрахунках. Детальна типізація іригаційних вод дозволяє виділити підтипи вод з характерним набором гіпотетичних солей, специфічним для кожного підтипу, і надати для кожного з них розрахункову формулу суми токсичних солей у еквівалентах хлорид-іонів. Таке вдосконалення методики ДСТУ 2730:2015 значно спрощує її практичне використання.

15. Інноваційним підходом до оцінки якості вод для практичних потреб (у тому числі й іригаційних) є визначення ризиків погіршення (імовірності перевищення нормативів) якості вод за окремими показниками. У вітчизняних нормах відсутні обмеження цих ризиків, тому доцільним є використання вимог норм країн ЄС, де за санітарними нормами ризик погіршення якості вод для більшості показників встановлено на рівні 10%. Використання імовірнісного підходу при оцінці якості вод дозволяє: врахувати мінливість показників якості вод у часі, привести оцінку якості вод за вітчизняними методиками до вимог європейських стандартів.

16. Подальше дослідження буде спрямоване на обґрунтування допустимого ризику погіршення якості іригаційних вод за окремими показниками.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Балюк С.А., Воротинцева Л.І., Дрозд О.М. Якість поливної води та її приховані ризики. *Пропозиція*. 2013. URL: <https://propozitsiya.com/ua/yakist-polivnoyi-vodi-ta-yuyi-prihovani-riziki> (дата звернення: 09.03.2023).
2. Доценко В.І., Онопрієнко Д.М., Запорожченко В.Ю., Ткачук Т.І. Оцінка якості води для поливів сільськогосподарських культур: навчальний посібник. Дніпро: Акцент ПП, 2022. 149 с.
3. Задорожній Ю.В. Сільськогосподарська меліорація. Миколаїв: МНАУ, 2014. 76 с.
4. Лозовіцький П.С. Оцінка якості природних вод України при використанні для зрошення. *Водне господарство України*. 1999. Вип. 3–4. С. 6–9.
5. Марков Ю.К. Температура і якість поливної води. Зрошення садів. Присадибне господарство. Бібліотека садівника. URL: <http://bibliograph.com.ua/poliv/5.htm> (дата звернення: 09.03.2023).
6. Морозов О.В., Морозов В.В., Ісаченко С.О. Науково методичні підходи щодо оцінки якості природних вод для зрошення (на прикладі Каховської зрошувальної системи). *Водні біоресурси та аквакультура*. 2019. Вип. 1. С. 90-101.
7. Ромащенко М.І., Балюк С.А. Зрошення земель в Україні. Стан та шляхи поліпшення. Київ: Світ, 2000. 114 с.
8. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. Київ: Ніка-Центр, 2001. 262 с.
9. Сташук В.А., Балюк С.А., Ромащенко М.І. Наукові основи охорони та раціонального використання зрошуваних земель України. Київ: Аграрна наука, 2009. 624 с.
10. Якість вод для зрошення. Екологічні критерії. ВНД 33-5.5-02-97. Харків: Державний комітет України по водному господарству, 1998. 15 с. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/2472/7/nd002%20zah.pdf> (дата звернення: 09.03.2023).

11. ДСТУ 2730-94. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії. Київ: Держстандарт України, 1994.
12. ДСТУ 2730:2015. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії. Національний стандарт України. Київ: «УкрНДНЦ», 2016. 9 с.
13. Abbasi T., Abbasi S.A. Water quality indices. Amsterdam: Elsevier Sci Ltd, 2012. 384 p.
14. Bhat M.A., Wani S.A., Singh V.K., Sahoo J., Tomar D., Sanswal R. An Overview of the Assessment of Groundwater Quality for Irrigation. *Journal of Agricultural Science and Food Research*. 2018. Vol. 9, Issue 1.
15. Ayers R.S., Westcot D.W. Water quality for agriculture. URL: <http://www.fao.org/3/T0234E/T0234E00.htm> (дата звернення: 09.03.2023).
16. Chorny S., Isaeva V. Agronomic evaluation of irrigation water on the Southern Buh and Kamianska irrigation systems. *Journal of water and land development*. 2022. No. 54. P. 77–83.
17. Hussain G., Alquwaizany A., Al-Zarah A. Guidelines for irrigation water quality and water management in the Kingdom of Saudi Arabia: an overview. *Journal of Applied Sciences*. 2010. № 10 (2). P. 79–96.
18. Mishra P.C. Some Aspects of the Quality of Water in and around Rourkela. PhD thesis. Odisha, India, 2005.
19. Nnaji J.C., Uzairu A., Harrison G.F.S., Balarabe M.L. Effect of Pollution on the Physico-chemical Parameters of Water and Sediments of River Galma, Zaria, Nigeria. *Libyan Agriculture Research Center Journal International*. 2010. № 1 (2). P. 115–122.
20. Nikolaou G., Neocleous D., Christophi C., Heracleous T., Markou M. Irrigation ground water quality characteristics: a case study of Cyprus. *Atmosphere*. 2020. Vol. 11.
21. Shaikh P.R., Shaikh I.R., Bhosle A.B. Water quality and sedimentary analyses of Siddheshwar dam (India) for assessing irrigational suitability. *Iranian Chemical Communication*. 2017. Vol. 5, Issue 3. Pp. 315–337.
22. Szabolch I., Darab K. Salt balance and salt transport processes in irrigated soils.

- Trans. 9th Int. Cong. Soil Sci.* Adelaide, Australia. 1968. Vol. 1. P. 491–502.
23. Stansfury M. Irrigation and water quality. *Irrigate and drainage. Trans 14th cong.* United States perspective. 1998. P. 185–215.
24. Zaman M., Shahid S.A., Heng L. Irrigation water quality. *Guideline for Salinity Assessment, Mitigation and Adaptation Using Nuclear and Related Techniques.* 2018. P. 113–131.
25. Горев Л.М., Пелешенко В.І., Хільчевський В.К. Гідрохімія України: підручник. Київ: Вища школа, 1995. 307 с.
26. Хільчевський В.К., Осадчий В.І., Курило С.М. Основи гідрохімії: підручник. Київ: Ніка-Центр, 2012. 312 с.
27. Набиванець Б.Й., Осадчий В.І., Осадча Н.М., Набиванець Ю.Б. Аналітична хімія поверхневих вод. Київ: Наукова думка, 2007. 456 с.
28. Yurasov S.M., Kuzmina V.A., Karaulov V.D. Irrigative Assessment of Sasyk Water Quality. *Environmental problems.* 2021. Vol. 6, Issue 2. P. 69–77.
29. Караулов В.Д., Житкевич М.Я., Юрасов С.М. Удосконалення методики оцінки якості іригаційних вод у ДСТУ 2730:2015. *Грааль науки.* 2023. Вип. 25. С. 190–197.
30. Юрасов С.М., Караулов В.Д., Житкевич М.Я. Іригаційні властивості вод і їх мінливість на прикладі водних об'єктів Одеської області. *Аграрні інновації.* 2023. Вип. 17. С. 62–68.
31. Використання стічних вод у сільському господарстві. Новини аграрного сектору. За матеріалами ФАО. URL: <https://uhbdp.org/ua/news/agro-news/1166-vikoristannya-stichnikh-vod-usilskomu-gospodarstvi> (дата звернення: 09.03.2023).
32. Глухова Н.В., Пісоцька Л.А., Крачунов Х. Дослідження якості води для зрошення на базі ідентифікації параметрів зображень. *Science and innovation of modern world. The 2nd International scientific and practical conference.* London, 2022. С. 238–243.
33. Козішкурт С. Придатність дренажно-скидних вод для зрошення та заходи з покращення їх іригаційних показників. *Вісник РДТУ.* 2000. Вип. 5 (7). С.

- 54–58.
34. Маркова Т.К. Вплив зрошення водою II класу придатності на хімічний склад ґрунту. *Збірник наукових праць ДДТУ (технічні науки)*. 2020. Т. 2, № 37. С. 138–142.
  35. Council Directive 75/440/EEC of 16 June 1975 concerning the quality required of surface water intended for the abstraction of drinking water in the Member States. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31975L0440&from=en> (дата звернення: 10.02.2024).
  36. Council Directive 76/160/EEC of 8 December 1975 concerning the quality of bathing water. URL: <http://river.bio.auth.gr/wp-content/uploads/2016/09/Directive-76-160-EEC-Bathing-Water.pdf> (дата звернення: 09.03.2023).
  37. Council Directive 78/659/EEC of 18 July 1978 on the quality of fresh waters needing protection or improvement in order to support fish life. URL: [http://www.cawater-info.net/water\\_quality\\_in\\_ca/files/eu\\_659-78.pdf](http://www.cawater-info.net/water_quality_in_ca/files/eu_659-78.pdf) (дата звернення: 09.03.2023)
  38. Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31998L0083&from=EN> (дата звернення: 09.03.2023).
  39. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. URL: [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5c835afb-2ec6-4577-bdf8-756d3d694eeb.0004.02/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5c835afb-2ec6-4577-bdf8-756d3d694eeb.0004.02/DOC_1&format=PDF) (дата звернення: 09.03.2023)
  40. Directive (EU) 2020/2184 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2020 on the quality of water intended for human consumption. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2020/2184/oj> (дата звернення: 09.03.2023)
  41. Колунаєв Є.В. Забруднення водного середовища та пов'язані з ним ризики.

- Вісник НТУУ «КПІ». Серія «Гірництво»*. 2014. Вип. 24. С. 125-130.
42. Балачук В.Ю., Мокін В.Б., Ящолт А.Р. Оцінювання екологічних ризиків природних екосистем, представлених інформаційною моделлю з геометричною мережею. *Наукові праці ВНТУ*. 2013. № 1. С. 1-7.
  43. Давибіда Л.І., Подголов В.М.. Геоінформаційна оцінка ризику забруднення підземних вод Чернігівської області. *Екологічний моніторинг, прогнозування та оцінка стану довкілля*. 2019. № 1 (19). С. 59–68.
  44. Мокієнко А.В., Ковальчук Л.Й., Крісілов А.Д. Якість води поверхневих водойм як фактор ризику для здоров'я населення: математична модель. *Вісник НАН України: Статті та огляди*. 2017. Вип. 10. С. 42–52.
  45. Водна стратегія України на період до 2050 року. Розпорядження КМУ № 1134-р від 09.12.2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1134-2022-%D1%80#Text> (дата звернення: 20.09.2023).
  46. Yurasov S.M., Kurianova S.O. Water Quality: Assessment, Variability, Forecast, Regulation. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2022. 60 p.
  47. Yurasov S., Safranov T., Chugai A., Kuryanova S., Artvykh Ju. Adapting the Methods for Assessing a Water Quality when Normalizing the Pollutant Discharges in Ukraine to the Regulatory Requirements of the European Union. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2022. Vol. 23, Issue 3. P. 167 – 76.
  48. Паспорт Одеської області. Одеська обласна державна адміністрація. URL: <https://oda.od.gov.ua/odeshhyna/pro-odeshhynu/pasport-oblasti/> (дата звернення: 20.09.2023).
  49. Одеська область. URL: <https://geomap.com.ua/uk-gr/505.html> (дата звернення: 20.09.2023).
  50. Геоботанічне районування Українаської РСР / Відп. ред. Барбарич А.І. Київ: Наукова думка, 1977. 301 с.
  51. Земельний фонд Одеської області станом на 1 січня 2016 року та динаміка його змін у порівнянні з даними на 1 січня 2015 року. URL: <https://odeska.land.gov.ua/info/zemelnyi-fond-odeskoi-oblasti-stanom-na-1->

- sichnia-2016-roku-ta-dynamika-ioho-zmin-u-porivnianni-z-danymy-na-1-sichnia-2015-roku/ (дата звернення: 20.09.2023).
52. Карта ґрунтів Одеської області. URL: <https://superagronom.com/karty/karta-gruntiv-ukrainy#win14> (дата звернення: 20.09.2023).
53. Чорноземи масивів зрошення Одещини: монографія. / За ред. Красехи Є.Н. та Біланчина Я.М. Одеса: ОНУ ім. І.І. Мечникова, 2016. 194 с.
54. Польовий А.М., Божко Л.Ю., Вольвач О.В. Основи агрометеорології: підручник. Одеса: ТЕС, 2012. 250 с.
55. Кирнасівська Н.В. Агрокліматична оцінка та районування біокліматичного потенціалу територій Одеської області. *Наукові праці УкрНДГМІ*. 2016. Вип. 269. С. 158–165.
56. Кирнасовская Н.В. Комплексная оценка и районирование показателей тепловых ресурсов почв в Одесской области. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2014. № 15. С. 102–110.
57. Розвиток іригаційної системи Одеської області. URL: <https://oouvr.gov.ua/pro-buvr/istoriya-rozvitky/> (дата звернення: 10.02.2024).
58. Дністровське МУВГ. Розвиток. URL: <https://dmuvg.at.ua/index/0-2> (дата звернення: 20.09.2023).
59. Дністровське МУВГ (водний фонд). URL: [https://dmuvg.at.ua/index/vodni\\_resursi/0-23](https://dmuvg.at.ua/index/vodni_resursi/0-23) (дата звернення: 20.09.2023).
60. Білгород-Дністровське МУВГ. URL: <https://bd-muvg.gov.ua/Про-Білгород-Дністровське-МУВГ/> (дата звернення: 20.09.2023).
61. Білгород-Дністровське УВГ. Водний фонд. URL: <https://tiraag.jimdofree.com/робота-управління/водні-ресурси/> (дата звернення: 20.09.2023).
62. Болградське МУВГ. URL: [https://www.bmuvg.org.ua/index.php?option=com\\_content&task=view&id=16&Itemid=33](https://www.bmuvg.org.ua/index.php?option=com_content&task=view&id=16&Itemid=33) (дата звернення: 20.09.2023).
63. Болградське МУВГ. URL: [https://www.bmuvg.org.ua/index.php?option=com\\_content&task=view&id=15&Itemid=32](https://www.bmuvg.org.ua/index.php?option=com_content&task=view&id=15&Itemid=32) (дата звернення: 20.09.2023).

64. Кілійське МУВГ. URL: <https://ppt-online.org/1342730> (дата звернення: 20.09.2023).
65. Ізмаїльське УВГ. URL: <https://izmail-rda.od.gov.ua/v-izmayilskomu-upravlinni-vodnogo-gospodarstva-vidbulas-vyyizna-narada-na-izmayilsku-zroshuvalnu-systemu/> (дата звернення: 20.09.2023).
66. Польовий А.М. Кліматичні зміни диктують аграріям вибір: оновлення технологій або розорення. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3279359-anatolij-polovij-akademik-zavkafedrou-agrometeorologii-odeskogo-ekologicnogo-universitetu.html> (дата звернення: 20.09.2023).
67. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища Одеської області у 2022 році. URL: <https://ecology.od.gov.ua/wp-content/uploads/2023/09/shhorichna-dopovid-pro-stan-navkolyshnogo-prirodnogo-seredovyshha-odeskoyi-oblasti-u-2022-rocz.pdf> (дата звернення: 20.09.2023).
68. Мудра К.В. Основні характеристики водного режиму річок басейну Дністра в умовах зміни клімату: Дисертація на здобуття наукового ступеня к.геогр.н. Київ, 2019. 259 с. URL: [https://scc.knu.ua/upload/iblock/f8b/dis\\_Mudra%20K.V..pdf](https://scc.knu.ua/upload/iblock/f8b/dis_Mudra%20K.V..pdf) (дата звернення: 20.09.2023).
69. План управління річковим басейном Дністра 2025-2030: проект. URL: [https://davr.gov.ua/fls18/tu/RBMP\\_Dniester/purb\\_dnis.pdf](https://davr.gov.ua/fls18/tu/RBMP_Dniester/purb_dnis.pdf) (дата звернення: 20.09.2023).
70. Зміни поверхневого річкового стоку в Україні до 2050 р. за проєкцією регіональної кліматичної моделі РЕМО. URL: <http://dspace.nbu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/97926/08-Krakovska.pdf?sequence=1> (дата звернення: 20.09.2023).
71. Каталог річок України / Відп. ред. Мокляк В.І. Київ: Видавництво АН УРСР, 1957. 192 с.
72. Водний фонд України: Штучні водойми – водосховища і ставки: Довідник / За ред. Хільчевського, В.К., Гребеня В.В. Київ: Інтерпрес, 2014. 164 с.
73. Руденко В.П., Вацеба В.Я., Соловей Т.В. Природно-ресурсний потенціал



- природних областей України. Чернівці: Рута, 2001. 268 с.
74. Завадських Г.М. Природно-ресурсний потенціал України. Регіональна економіка: Електронний посібник. URL: [https://elib.tsatu.edu.ua/dep/feb/ptbd\\_2/page8.html](https://elib.tsatu.edu.ua/dep/feb/ptbd_2/page8.html) (дата звернення: 20.09.2023).
  75. Кліменко В., Прасул Ю., Башіров І. Територіальні особливості водно-ресурсного потенціалу Київської області. *The problems of continuous geographical education and cartography*. 2019. С. 61-69.
  76. Вишневецький В.І. Річки і водойми України. Стан і використання. Київ: Віпол, 2000. 376 с.
  77. Вишневецький В.І., Косовець О.О. Гідрологічні характеристики річок України. Київ: Ніка-Центр, 2003. 324 с.
  78. Водне господарство України / За ред. Яцика А.В. Київ: Генеза, 2000. 456 с.
  79. Дорогунцов С.І., Хвесик М.А., Головинський І.А. Водне господарство України: сучасний стан та перспективи розвитку. Київ: РВПС НАН України, 2002. 56 с.
  80. Сташук В.А., Мокін В.Б., Гребінь В.В., Чунар'юв О.В. Наукові засади раціонального використання водних ресурсів України за басейновим принципом / За ред. В.А. Сташука. Херсон: Грін'я, 2014. 250 с.
  81. Водний фонд України / За ред. Хорєва В.М. Київ: Ніка-Центр, 2001. 392 с.
  82. Водогосподарські баланси основних районів річкових басейнів. Державне агентство водних ресурсів України. 2018. URL: <https://www.davr.gov.ua/vodogospodarski-balansi-osnovnih-rajoniv-richkovih-basejniv> (дата звернення: 25.11.2023).
  83. Блінов П.В. Стан використання підземних водних ресурсів в Україні. *Вода і водоочисні технології*. 2004. Вип. 1. С. 15-16.
  84. Кожем'якін Д.В., Чорноморець Ю.О. Водний баланс басейнів річок Дністра до міста Заліщики. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2018. № 1 (48). С. 24–36.
  85. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2013. Одеса, 2014. URL: <https://dostup.pravda.com.ua/>

- request/13964/response/22466/attach/4/attachment.pdf (дата звернення: 25.11.2023).
86. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2014. Одеса, 2015. URL: [https://ecology.od.gov.ua/wp-content/uploads/old-files/ecology\\_portal/reg\\_onal\\_na\\_dopov\\_d\\_2014.pdf](https://ecology.od.gov.ua/wp-content/uploads/old-files/ecology_portal/reg_onal_na_dopov_d_2014.pdf) (дата звернення: 25.11.2023).
87. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2015 році. Одеса, 2016. URL: <https://dostup.pravda.com.ua/request/13964/response/22466/attach/5/attachment.pdf> (дата звернення: 25.11.2023).
88. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2016 році. Одеса, 2017. URL: [https://ecology.od.gov.ua/wp-content/uploads/old-files/ecology\\_portal/reg\\_onal\\_na\\_dopov\\_d\\_2016.pdf](https://ecology.od.gov.ua/wp-content/uploads/old-files/ecology_portal/reg_onal_na_dopov_d_2016.pdf) (дата звернення: 25.11.2023).
89. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2017 році. Одеса, 2018. URL: <https://ecology.od.gov.ua/zvity/> (дата звернення: 25.11.2023).
90. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2018 році. Одеса, 2019. URL: <https://ecology.od.gov.ua/zvity/> (дата звернення: 25.11.2023).
91. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2019 році. Одеса, 2020. URL: [https://ecology.od.gov.ua/wp-content/uploads/old-files/ecology\\_portal/doc/reg\\_onal\\_na\\_dopov\\_d\\_2019\\_povnij\\_01\\_09\\_2020.pdf](https://ecology.od.gov.ua/wp-content/uploads/old-files/ecology_portal/doc/reg_onal_na_dopov_d_2019_povnij_01_09_2020.pdf) (дата звернення: 25.11.2023).
92. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2020 році. Одеса, 2021. URL: [https://ecology.od.gov.ua/wp-content/uploads/old-files/ecology\\_portal/doc/zviti/reg\\_onal\\_na\\_dopov\\_d\\_2020\\_povnij\\_01\\_09\\_2021\\_povnij.pdf](https://ecology.od.gov.ua/wp-content/uploads/old-files/ecology_portal/doc/zviti/reg_onal_na_dopov_d_2020_povnij_01_09_2021_povnij.pdf) (дата звернення: 25.11.2023).
93. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2021 році. Одеса, 2022. URL: <https://mepr.gov.ua/wp->

- content/uploads/2022/10/Regionalna-dopovid-Odeska-ODA-2021.pdf (дата звернення: 25.11.2023).
94. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища Одеської області у 2022 році. Одеса, 2023. URL: <https://ecology.od.gov.ua/wp-content/uploads/2023/09/shhorichna-dopovid-pro-stan-navkolyshnogo-pryrodnogo-seredovyshha-odeskoyi-oblasti-u-2022-roczii.pdf> (дата звернення: 25.11.2023).
95. Екологічний паспорт регіону: Одеська область. 2014. URL: <https://ecology.od.gov.ua/zvity/> (дата звернення: 15.12.2023).
96. Екологічний паспорт регіону: Одеська область. 2015. URL: <https://ecology.od.gov.ua/zvity/> (дата звернення: 15.12.2023).
97. Екологічний паспорт регіону: Одеська область. 2016. URL: [https://ecology.od.gov.ua/wp-content/uploads/old-files/ecology\\_portal/ekolog\\_chnij\\_pasport\\_reg\\_onu\\_2015\\_r\\_k.pdf](https://ecology.od.gov.ua/wp-content/uploads/old-files/ecology_portal/ekolog_chnij_pasport_reg_onu_2015_r_k.pdf) (дата звернення: 15.12.2023).
98. Екологічний паспорт регіону: Одеська область. 2017. URL: [https://ecology.od.gov.ua/wp-content/uploads/old-files/ecology\\_portal/ekolog\\_chnij\\_pasport\\_reg\\_onu\\_2016\\_r\\_k.pdf](https://ecology.od.gov.ua/wp-content/uploads/old-files/ecology_portal/ekolog_chnij_pasport_reg_onu_2016_r_k.pdf) (дата звернення: 15.12.2023).
99. Екологічний паспорт регіону: Одеська область. 2018. URL: <https://ecology.od.gov.ua/zvity/> (дата звернення: 15.12.2023).
100. Екологічний паспорт регіону: Одеська область. 2019. URL: <https://ecology.od.gov.ua/zvity/> (дата звернення: 15.12.2023).
101. Екологічний паспорт: Одеська область. 2020. URL: [https://ecology.od.gov.ua/wp-content/uploads/old-files/ecology\\_portal/doc/zviti/ekolog\\_chnij\\_pasport\\_2019\\_roku.pdf](https://ecology.od.gov.ua/wp-content/uploads/old-files/ecology_portal/doc/zviti/ekolog_chnij_pasport_2019_roku.pdf) (дата звернення: 15.12.2023).
102. Екологічний паспорт регіону: Одеська область. 2021. URL: [https://ecology.od.gov.ua/wp-content/uploads/old-files/ecology\\_portal/doc/zviti/ekolog\\_chnij\\_pasport\\_2020\\_roku\\_3\\_1.pdf](https://ecology.od.gov.ua/wp-content/uploads/old-files/ecology_portal/doc/zviti/ekolog_chnij_pasport_2020_roku_3_1.pdf) (дата звернення: 15.12.2023).
103. Екологічний паспорт регіону: Одеська область. 2022. URL: <https://ecology.od.gov.ua/wp-content/uploads/2022/06/ekolog-pasport-28-cheruvnya-2022.pdf> (дата звернення: 15.12.2023).

104. Екологічний паспорт: Одеська область. 2023. URL: <https://ecology.od.gov.ua/wp-content/uploads/2023/09/ekologichnyj-pasport-regionu-2022-rik.pdf> (дата звернення: 15.12.2023).
105. Гопченко Е.Д., Кузниченко С.Д. Изменчивость характеристик водного и гидрохимического режимов р. Дунай у г. Рени. *Метеорологія, кліматологія та гідрологія*. 2004. Вип. 48. С. 376–386.
106. Гопченко Е.Д., Кузниченко С.Д. О моделировании водно-солевого режима озёр Кугурлуй-Ялпуг. *Метеорологія, кліматологія та гідрологія*. 2002. Вип. 46. С. 338–345.
107. Кузниченко С.Д. Об эксплуатационном режиме озера Кугурлуй-Ялпуг. *Метеорологія, кліматологія та гідрологія*. 2003. Вип. 47. С. 356–361.
108. Інженерна геологія (з основами геотехніки): підручник / За ред. Суярка В.Г. Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2019. 278 с.
109. Про стан виконання регіональної програми «Питна вода Одеської області на 2010-2013 роки і період до 2020 року». Одеська обласна рада. URL: <https://oblrada.od.gov.ua/blog/pro-stan-vykonannya-regionalnoyi-programy-pytna-voda-odeskoyi-oblasti-na-2010-2013-roky-i-period-do-2020-roku/> (дата звернення: 10.02.2024).
110. Розвиток інтенсивних систем землеробства на зрошуваних землях України: науково-технологічне забезпечення: методичні рекомендації / За ред. Вожегової Р.А. Херсон: «ОЛДІ-ПЛЮС», 2020. 254 с.
111. Дробітько А.В. Агробіологічні основи підвищення продуктивності зернових і зернобобових культур в умовах степу України: дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук. Херсон, 2021. 415 с. URL: [http://www.ksau.kherson.ua/files/avtoreferaty\\_dysertaciyi/Дисертація%20Дробітько%20А.В..pdf](http://www.ksau.kherson.ua/files/avtoreferaty_dysertaciyi/Дисертація%20Дробітько%20А.В..pdf) (дата звернення: 10.02.2024).
112. Васильєва О.О. Індикатори сталого розвитку сільського господарства України. *Науковий вісник ЛНУВМБТ ім. С.З. Гжицького*. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/indikator-stalogo-rozvitku-silskogo-gospodarstva-ukrayini/viewer> (дата звернення: 10.02.2024).

113. Мікула Н.А., Шахраюк-Онофрей С.І. Факторні впливи на сталий розвиток сільських територій прикордонних регіонів. *Науковий вісник Буковинського державного фінансово-економічного університету. Економічні науки*. 2013. Вип. 1. С. 237–246.
114. Попова О.Л. Сталий розвиток агросфери України: політика і механізми. Київ: НАН України, 2009. 352 с.
115. Попова О.Л. Теоретичні основи стійкого розвитку агросфери та формування адекватної української стратегії. *Інститут землеробства УААН*. 2010. Вип. 3. С. 18–27.
116. Ромащенко М.І., Балюк С.А., Вергунов В.А., Вожегова Р.А., Жовтоног О.І., Рокочинський А.М., Тараріко О.Ю., Трускавецький Р.С. Сталий розвиток меліорації земель в Україні в умовах змін клімату. *Меліорація, землеробство, рослинництво*. 2020. № 3. С. 59-64. URL: <http://agrarian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrarian/article/view/65/290> (дата звернення: 10.02.2024).
117. Ромащенко М.І., Тараріко Ю.О. Концептуальні засади формування біоенергетичних агроєкосистем. *Вісник аграрної науки*. 2015. Т. 93, № 7. С. 9–13.
118. Сідляр О.І. Складові сталого розвитку аграрного сектора економіки. *Ефективна економіка*. 2014. № 11. URL: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=3561> (дата звернення: 10.02.2024).
119. Наказ Президента України "Про заходи щодо розвитку зрошуваного землеробства в Україні" від 3 березня 2006 р. № 187/2006.
120. Наказ Президента України «Про Стратегію сталого розвитку «Україна – 2020» від 12.01.2015 р. № 5/2015. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/ХН6УF00А?an=3> (дата звернення: 10.02.2024).
121. Закон України "Про основні засади державної аграрної політики на період до 2015 року" від 18 жовтня 2005 року № 2982-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2982-15#Text> (дата звернення: 10.02.2024).

122. Постанова Верховної Ради України "Рекомендації парламентських слухань "Актуальні питання проблеми зрошення, підтоплення та повеней в Україні" від 23 лютого 2006 р. № 3506-IV.
123. Висновок до проекту Закону України «Про стратегію сталого розвитку України до 2030 року» від 28.02.2019 № 9015. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/XH6YF00A?an=3> (дата звернення: 10.02.2024).
124. Постанова КМУ «Про нормативи екологічно безпечного зрошення та управління поливами». Додаток 1 до постанови Кабінету Міністрів України від 02.09.2020 р. № 766. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/766-2020-p#n17> (дата звернення: 10.02.2024).
125. На Одещині розпочали процес відновлення та розвитку зрошувальної системи. URL: <https://volnarez.com.ua/na-odeshhini-rozpochali-proces-vidnovlennya-ta-rozvitku-zroshuvalnoї-sistemi/> (дата звернення: 10.02.2024).
126. Відновлення зрошення на півдні України – стратегічна складова економічного зростання. URL: [https://lb.ua/blog/opavlenko/364263\\_vidnovlennya\\_zroshennya\\_pivdni.html](https://lb.ua/blog/opavlenko/364263_vidnovlennya_zroshennya_pivdni.html) (дата звернення: 10.02.2024).
127. Польовий А.М. Кліматичні зміни диктують аграріям вибір: оновлення технологій або розорення. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3279359-anatolij-polovij-akademik-zavkafedrou-agrometeorologii-odeskogo-ekologichnogo-universitetu.html> (дата звернення: 10.02.2024).
128. Машина для зрошувального землеробства та меліорації земель. URL: <https://lib.chmnu.edu.ua/pdf/posibnuku/229/103.pdf> (дата звернення: 10.02.2024).
129. Дошувальна техніка. URL: <https://igim.com.ua/doshtuvalyna-tehnika> (дата звернення: 10.02.2024).
130. Мартинюк І.Д. Шляхи вдосконалення системи управління водними ресурсами на національному та регіональному рівнях. *Ефективна економіка*. 2013. № 8. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2272> (дата звернення: 10.02.2024).
131. Хвесик М.А., Голян В.А., Хвесік Ю.М. Інституціональне середовище

- сталого водокористування в умовах ринкових відносин: національні та регіональні виміри: монографія. Київ: Книжкове вид-во НАУ, 2005. 180 с.
132. Коковіхін С.В. Інноваційні підходи до розвитку зрошуваних меліорацій на локальному та регіональному рівнях. *Ефективна економіка*. 2013. № 6. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2103> (дата звернення: 10.02.2024).
133. Кліменко М.О., Залеський І.І. Збалансоване використання водних ресурсів: начальний посібник. Рівне: НУВГП, 2016. 337 с.
134. Плани управління річковими басейнами. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів. URL: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/stale-upravlinnya-vodnymy-resursamy/plany-upravlinnya-richkovymy-basejnamy/> (дата звернення: 10.02.2024).

## Додаток А

Таблиця А1 – Результати статистичної обробки гідрохімічних спостережень р. Дністер-м. Біляївка (ЗПР)

Значення	$M_3$	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+$	$K^+$	Стокс
<i>сер.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	452	186	112	35,3	61,7	24,2	31,1	6,0	194
<i>мін.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	285	122	12,0	17,7	40,0	6,1	14,9	2,0	79,6
<i>мах.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	704	232	275	70,9	80,0	60,7	75,0	9,0	396

Значення	$CO_3^{2-}$	$Na_2CO_3$	$Ca(HCO_3)_2$	$NaHCO_3$	$Mg(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	$Na_2SO_4$	$MgSO_4$	$CaCl_2$	$NaCl$	$MgCl_2$
<i>сер.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	7,5	13,2	236	0,2	21,1	22,8	29,9	110	0,0	55,7	14,7
<i>мах.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	12,0	21,2	308	0,2	58,8	67,7	125	301	0,0	88,7	28,6
<i>p%</i>	15,4	15,4	100	1,3	50,0	50,0	85,9	98,7	0,0	100	14,1

Значення	Клас						Група						Тип
	хлоридне	16	сульфатне	36	карбонатні	48	натрієве	23	магнієве	30	кальцієві	47	
<i>сер.</i>	хлоридне	16	сульфатне	36	карбонатні	48	натрієве	23	магнієве	30	кальцієві	47	2
<i>p%</i>	карбонатні - 79,5 сульфатні - 20,5 хлори дні - 0,0						кальцієві - 83,3 магнієві - 15,4 натрієві - 1,3						1 - 1,3 2 - 88,5 3 - 10,2

Значення	А.М. Костяков		С.Я. Безднина		А.М. Можейко Т.К. Воротник		І.Н. Антипов-Каратаєв Г.М. Кадер			А.М. Буданов			
	$M_3$	Оцінка	$Na^+$ , %	Оцінка	$K$	Оцінка	$0,23M_3$	$PKO$	Оцінка	$K_1$	$K_2$	$K_3$	Оцінка
<i>сер.</i>	452	обережн. підх.	21	I	38	сприятлива	0,10	1,96	придатна	0,45	0,28	0,00	придатна
<i>p%</i>	добра - 28,2 обережн. підх. - 71,8		I - 71,8 II - 28,2		сприятлива - 100		придатна - 100			придатна - 98,7 непридатна - 1,3			

Значення	Класифікація США		Х. Стеблер		Департамент с/х США		І. Сабольч і К. Дараб		Келлі і Лібіх		
	$M_3$	Солоність	$K_{Cl}$	Оцінка	SAR	Небезпека осолонцювання	$K_{Mg}$	Вплив на ґрунти	$K_{Na}$	$K_{Mg}$	Можливість використання
<i>сер.</i>	452	середня	56,9	добрі	0,85	низька	37	не шкідливе	0,28	0,37	можливо
<i>p%</i>	середня - 71,8 висока - 28,2		добрі - 100		низька - 100		не шкідливе - 80,5 шкідливе - 19,5		можливо - 94,9 неможливо - 5,1		



Таблиця А2 – Результати статистичної обробки гідрохімічних спостережень р. Дністер (с. Маяки) (ЗПР)

Значення	$M_3$	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+$	$K^+$	Стокс
сер., мг/дм <sup>3</sup>	450	188	109	35,1	60,3	24,2	31,1	5,8	191
min, мг/дм <sup>3</sup>	294	128	14,4	17,7	40,0	7,3	14,9	2,0	87,9
max, мг/дм <sup>3</sup>	774	244	325	70,9	90,0	72,9	74,9	8,4	459

Значення	$CO_3^{2-}$	$Na_2CO_3$	$Ca(HCO_3)_2$	$NaHCO_3$	$Mg(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	$Na_2SO_4$	$MgSO_4$	$CaCl_2$	$NaCl$	$MgCl_2$
сер., мг/дм <sup>3</sup>	7,71	13,6	233	0,0	24,2	24,8	29,5	106	0,0	56,3	11,4
max, мг/дм <sup>3</sup>	12,0	21,2	308	0,0	73,5	60,8	160,3	361	0,0	88,7	22,9
p%	8,2	8,2	100	0,0	63,5	36,5	88,2	100	0,0	100	11,8

Значення	Клас						Група						Тип					
	хлоридно		16	сульфатно		36	карбонатні		49	натрієво		23		магнієво		31	кальцієві	
сер.																		
p%	карбонатні - 84,7 сульфатні - 15,3 хлори дні - 0,0						кальцієві - 76,5 магнієві - 23,5 натрієві - 0,0						1 - 0,0 2 - 91,8 3 - 8,2					

Значення	А.М. Костяков		С.Я. Безднина		А.М. Можейко Т.К. Воротник		І.Н. Антипов-Каратаєв Г.М. Кадер			А.М. Буданов			
	$M_3$	Оцінка	$Na^+$ , %	Оцінка	$K$	Оцінка	$0,23M_3$	$PKO$	Оцінка	$K_1$	$K_2$	$K_3$	Оцінка
сер.	450	обережн. підх.	21	I	37,5	сприятлива	0,10	1,85	придатна	0,45	0,27	0,00	придатна
p%	добра - 31,8 обережн. підх. - 68,2		I - 78,8 II - 21,2		сприятлива - 100		придатна - 100			придатна - 100			

Значення	Класифікація США		Х. Стеблер		Департамент с/х США		І. Сабольч і К. Дараб		Келлі і Лібіх		
	$M_3$	Солоність	$K_{Cl}$	Оцінка	SAR	Небезпека осолонцювання	$K_{Mg}$	Вплив на ґрунти	$K_{Na}$	$K_{Mg}$	Можливість використання
сер.	452	середня	56,9	добрі	0,85	низька	37	не шкідливе	0,28	0,37	можливо
p%	середня - 78,8 висока - 21,2		добрі - 100		низька - 100		не шкідливе - 76,6 шкідливе - 23,4		можливо - 96,5 не можливо - 3,5		

Таблиця А3 – Результати статистичної обробки гідрохімічних спостережень р. Турунчук (с. Троїцьке) (ЗПР)

Значення	$M_3$	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+$	$K^+$	$C_{токс}$
<i>сер.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	436	186	101	36,2	59,7	24,5	27,7	5,3	180
<i>мін.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	330	110	19,2	17,7	45,0	6,7	14,9	2,0	85,9
<i>мах.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	581	244	190	53,2	90,0	42,5	55,0	8,0	272

Значення	$CO_3^{2-}$	$Na_2CO_3$	$Ca(HCO_3)_2$	$NaHCO_3$	$Mg(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	$Na_2SO_4$	$MgSO_4$	$CaCl_2$	$NaCl$	$MgCl_2$
<i>сер.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	9,00	15,9	229	0,0	29,6	22,0	24,7	102	0,0	53,4	22,4
<i>мах.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	12,0	21,2	324	0,0	80,8	47,4	98,8	195	0,0	87,7	30,0
<i>p%</i>	7,7	7,7	100	0,0	53,8	46,2	76,9	100	0,0	100	23,1

Значення	Клас					Група				Тип			
	хлоридно	16	сульфатно	34	карбонатні	50	натрієво	21	магнієво		32	кальцієві	47
<i>сер.</i>													
<i>p%</i>	карбонатні - 76,9 сульфатні - 23,1 хлоридні - 0,0					кальцієві - 73,1 магнієві - 26,9 натрієві - 0,0				1 - 0,0 2 - 80,8 3 - 19,2			

Значення	А.М. Костяков		С.Я. Безднина		А.М. Можейко Т.К. Воротник		І.Н. Антипов-Каратаєв Г.М. Кадер			А.М. Буданов			
	$M_3$	Оцінка	$Na^+$ , %	Оцінка	$K$	Оцінка	$0,23M_3$	$PKO$	Оцінка	$K_1$	$K_2$	$K_3$	Оцінка
<i>сер.</i>	436	обережн. підх.	19	I	34,9	сприятлива	0,10	2,07	придатна	0,40	0,24	0,00	придатна
<i>p%</i>	добра - 34,6 обережн. підх. - 65,4		I - 84,6 II - 15,4		сприятлива - 100		придатна - 100			придатна - 100			

Значення	Класифікація США		Х. Стеблер		Департамент с/х США		І. Сабольч і К. Дараб		Келлі і Лібіх		
	$M_3$	Солоність	$K_{Cl}$	Оцінка	SAR	Небезпека осолонцювання	$K_{Mg}$	Вплив на ґрунти	$K_{Na}$	$K_{Mg}$	Можливість використання
<i>Сер.</i>	436	середня	54	добрі	0,76	низька	40	не шкідливе	0,24	0,40	можливо
<i>p%</i>	середня - 84,6 висока - 15,4		добрі - 100		низька - 100		не шкідливе - 73,1 шкідливе - 26,9		можливо - 100		

Таблиця А4 – Результати статистичної обробки гідрохімічних спостережень р. Ягорлик (с. Артирівка) (ЗПР)

Значення	$M_3$	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+$	$K^+$	Стокс
сер., мг/дм <sup>3</sup>	935	455	176	67,2	70,8	69,9	90,0	6,2	364
мін, мг/дм <sup>3</sup>	695	348	17,8	35,5	40,0	27,3	49,9	3,0	243
мах, мг/дм <sup>3</sup>	1277	586	452	106	100	122	155	14,0	656

Значення	$CO_3^{2-}$	$Na_2CO_3$	$Ca(HCO_3)_2$	$NaHCO_3$	$Mg(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	$Na_2SO_4$	$MgSO_4$	$CaCl_2$	$NaCl$	$MgCl_2$
сер., мг/дм <sup>3</sup>	24,0	42,4	287	22,6	284	0,0	142	133	0,0	110	11,9
мах, мг/дм <sup>3</sup>	42,0	74,2	404	59,1	439	0,0	372	391	0,0	165	15,7
p%	20,8	20,8	100	16,7	100	0,0	91,7	83,3	0,0	100	8,3

Значення	Клас						Група						Тип					
	хлоридно		14	сульфатно		28	карбонатні		58	кальцієво		26		натрієво		30	магнієві	
сер.																		
p%	карбонатні - 95,8 сульфатні - 4,2 хлоридні - 0,0						кальцієві - 0,0 магнієві - 83,3 натрієві - 16,7						1 - 20,8 2 - 70,8 3 - 8,3					

Значення	А.М. Костяков		С.Я. Безднина		А.М. Можейко Т.К. Воротник		І.Н. Антипов-Каратаєв Г.М. Кадер			А.М. Буданов			
	$M_3$	Оцінка	$Na^+$ , %	Оцінка	$K$	Оцінка	$0,23M_3$	$PKO$	Оцінка	$K_1$	$K_2$	$K_3$	Оцінка
сер.	935	обережн. підх.	30	II	46,7	сприятлива	0,21	1,19	придатна	1,11	0,42	0,00	не придатна
p%	обережн. підх. - 83,3 підвищ. небезп. - 16,7		II - 83,3 III - 16,7		сприятлива - 100		придатна - 100			придатна - 29,2 умовно прид. - 4,2 не придатна - 66,7			

Значення	Класифікація США		Х. Стеблер		Департамент с/х США		І. Сабольч і К. Дараб		Келлі і Лібіх		
	$M_3$	Солоність	$K_{II}$	Оцінка	SAR	Небезпека осолонцювання	$K_{Mg}$	Вплив на ґрунти	$K_{Na}$	$K_{Mg}$	Можливість використання
сер.	935	висока	25,0	добрі	1,81	низька	62	шкідливе	0,42	0,62	не можливо
p%	висока - 83,3 дуже висока - 16,7		добрі - 91,7 задовільні - 8,3		низька - 100		не шкідливе - 4,2 шкідливе - 95,8		можливо - 33,3 не можливо - 66,7		

Таблиця А5 – Результати статистичної обробки гідрохімічних спостережень р. Барабой (гирло у вдсх Санжейське)

Значення	$M_3$	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+$	$K^+$	Стокс
сер., мг/дм <sup>3</sup>	2443	253	1021	442	217	130	377	8,2	1650
мін, мг/дм <sup>3</sup>	818	183	231	106	110	21,3	105	5,0	392
мах, мг/дм <sup>3</sup>	4072	317	1723	1099	435	231	590	12,0	2602

Значення	$CO_3^{2-}$	$Na_2CO_3$	$Ca(HCO_3)_2$	$NaHCO_3$	$Mg(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	$Na_2SO_4$	$MgSO_4$	$CaCl_2$	$NaCl$	$MgCl_2$
сер., мг/дм <sup>3</sup>	9,0	15,9	336	0,0	0,0	455	324	625	0,0	712	172
мах, мг/дм <sup>3</sup>	12,0	21,2	421	0,0	0,0	1124	1012	993	0,0	1450	295
p%	8,0	8,0	100	0,0	0,0	100	92,0	100	0,0	100	8,0

Значення	Клас					Група				Тип	
	карбонатно	11	хлоридно	33	сульфатні	56	магнієво	28	кальцієво		28
сер.										2	
p%	карбонатні - 0,0 сульфатні - 96,0 хлори дні - 4,0					кальцієві - 4,0 магнієві - 4,0 натрієві - 92,0				1 - 0,0 2 - 92,0 3 - 8,0	

Значення	А.М. Костяков		С.Я. Безднина		А.М. Можейко Т.К. Воротник		І.Н. Антипов-Каратаєв Г.М. Кадер			А.М. Буданов			
	$M_3$	Оцінка	$Na^+$ , %	Оцінка	$K$	Оцінка	$0,23M_3$	$PKO$	Оцінка	$K_1$	$K_2$	$K_3$	Оцінка
сер.	2443	підвищ. небезп.	59	III(1-5)	60,7	сприятлива	0,56	0,66	придатна	1,51	0,76	3,53	не придатна
p%	обережн. підх. - 4,0 підвищ. небезп. - 76,0 засолює - 20,0		II - 4,0 III - 96,0		сприятлива - 88 несприятл. - 12,0		придатна - 60,0 не придатна - 40,0			придатна - 4,0 не придатна - 96,0			

Значення	Класифікація США		Х. Стеблер		Департамент с/х США		І. Сабольч і К. Дараб		Келлі і Лібіх		
	$M_3$	Солоність	$K_{II}$	Оцінка	SAR	Небезпека осолонцювання	$K_{Mg}$	Вплив на ґрунти	$K_{Na}$	$K_{Mg}$	Можливість використання
сер.	2443	дуже висока	4,3	незадовільні	5,00	низька	50	не шкідливе	0,76	0,50	можливо
p%	висока - 4,0 дуже висока - 76,0 непридатна - 20,0		задовільні - 32,0 незадовільні - 68,0		низька - 100		не шкідливе - 44,0 шкідливе - 56,0		можливо - 88,0 не можл. - 12,0		

Таблиця А6 – Результати статистичної обробки гідрохімічних спостережень р. Сарата (с. Білолісся) (ЗПР)

Значення	$M_3$	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+$	$K^+$	Стокс
сер., мг/дм <sup>3</sup>	6259	526	2177	1561	290	285	1386	21,3	5132
min, мг/дм <sup>3</sup>	1827	214	385	319	180	66,8	275	7,0	1139
max, мг/дм <sup>3</sup>	13085	763	6392	2925	520	462	3500	47,0	11993

Значення	$CO_3^{2-}$	$Na_2CO_3$	$Ca(HCO_3)_2$	$NaHCO_3$	$Mg(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	$Na_2SO_4$	$MgSO_4$	$CaCl_2$	$NaCl$	$MgCl_2$
сер., мг/дм <sup>3</sup>	18,8	33,1	691	0,0	78,1	444	1336	1394	0,0	2560	81,6
max, мг/дм <sup>3</sup>	30,0	53,0	971	0,0	118	1052	6267	2287	0,0	4821	178
p%	36,4	36,4	100	0,0	9,1	90,9	86,4	100	0,0	100	13,6

Значення	Клас						Група						Тип
	карбонатно	9	хлоридно	45	сульфатні	46	кальцієво	15	магнієво	24	натрієві	62	
сер.													2
p%	карбонатні - 0,0 сульфатні - 63,6 хлоридні - 36,4						кальцієві - 0,0 магнієві - 0,0 натрієві - 100						1 - 0,0 2 - 86,4 3 - 13,6

Значення	А.М. Костяков		С.Я. Безднина		А.М. Можейко Т.К. Воротник		І.Н. Антипов-Каратаєв Г.М. Кадер			А.М. Буданов			
	$M_3$	Оцінка	$Na^+$ , %	Оцінка	$K$	Оцінка	$0,23M_3$	$PKO$	Оцінка	$K_1$	$K_2$	$K_3$	Оцінка
сер.	6259	засолює	61	V	76,2	дуже неспр.	1,44	0,31	не придатна	4,17	1,59	5,19	не придатна
p%	підвищ. небезп. - 9,1 засолює - 90,9		III - 31,8 V - 68,2		сприятлива - 9,1 несприятл. - 36,4 дуже неспр. - 54,5		придатна - 9,1 не придатна - 90,9			не придатна - 100			

Значення	Класифікація США		Х. Стеблер		Департамент с/х США		І. Сабольч і К. Дараб		Келлі і Лібіх		
	$M_3$	Солоність	$K_{II}$	Оцінка	SAR	Небезпека осолонцювання	$K_{Mg}$	Вплив на ґрунти	$K_{Na}$	$K_{Mg}$	Можливість використання
сер.	6259	непридатна	1,2	незадовільна	13,8	середня	62	шкідливе	1,59	0,62	не можливо
p%	дуже висока - 9,1 непридатна - 90,9		задовільні - 4,5 незадовільна - 45,5 погані - 50,0		низька - 18,2 середня - 77,3 дуже висока - 4,5		не шкідливе - 9,1 шкідливе - 90,9		можливо - 9,1 не можливо. - 90,9		

Таблиця А7 – Результати статистичної обробки гідрохімічних спостережень р. Сарата (с. Мінняйлівка) (ЗПР)

Значення	$M_3$	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+$	$K^+$	Стокс
сер., мг/дм <sup>3</sup>	3362	473	1336	547	190	162	655	9,8	2583
мін, мг/дм <sup>3</sup>	2535	159	876	177	90,0	76,9	415	0,8	1859
мах, мг/дм <sup>3</sup>	4434	664	1864	815	290	225	1000	20,0	3506

Значення	$CO_3^{2-}$	$Na_2CO_3$	$Ca(HCO_3)_2$	$NaHCO_3$	$Mg(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	$Na_2SO_4$	$MgSO_4$	$CaCl_2$	$NaCl$	$MgCl_2$
сер., мг/дм <sup>3</sup>	17,3	30,6	569	0,0	195	231	908	758	0,0	902	0,0
мах, мг/дм <sup>3</sup>	48,0	84,8	729	0,0	468	808	2340	1113	0,0	1344	0,0
p%	50,0	50,0	100	0,0	27,8	72,2	100	100	0,0	100	0,0

Значення	Клас						Група						Тип
	карбонатно	16	хлоридно	30	сульфатні	54	кальцієво	18	магнієво	26	натрієві	56	
сер.													2
p%	карбонатні - 0,0 сульфатні - 88,9 хлоридні - 11,1						кальцієві - 0,0 магнієві - 0,0 натрієві - 100						1 - 5,6 2 - 94,4 3 - 0,0

Значення	А.М. Костяков		С.Я. Безднина		А.М. Можейко Т.К. Воротник		І.Н. Антипов-Каратаєв Г.М. Кадер			А.М. Буданов			
	$M_3$	Оцінка	$Na^+$ , %	Оцінка	$K$	Оцінка	$0,23M_3$	$PKO$	Оцінка	$K_1$	$K_2$	$K_3$	Оцінка
сер.	3362	засолює	56	III(1-5)	71,6	несприятл.	0,77	0,40	не придатна	3,01	1,25	4,51	не придатна
p%	підвищ. небезп. - 16,7 засолює - 83,3		III - 83,3 IV - 5,6 V - 11,1		сприятлива - 11,1 несприятл. - 66,7 дуже неспр. - 22,2		придатна - 11,1 не придатна - 88,9			не придатна - 100			

Значення	Класифікація США		Х. Стеблер		Департамент с/х США		І. Сабольч і К. Дараб		Келлі і Лібіх		
	$M_3$	Солоність	$K_{II}$	Оцінка	SAR	Небезпека осолонцювання	$K_{Mg}$	Вплив на ґрунти	$K_{Na}$	$K_{Mg}$	Можливість використання
сер.	3362	непридатна	3,2	незадовільна	8,44	низька	58	шкідливе	1,25	0,58	не можливо
p%	дуже висока - 16,7 непридатна - 83,3		незадовільна - 100		низька - 83,3 середня - 16,7		не шкідливе - 11,1 шкідливе - 88,9		можливо - 11,1 не можливо - 88,9		

Таблиця А8 – Результати статистичної обробки гідрохімічних спостережень р. Когильник (с. Новоолексіївка)

Значення	$M_3$	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+$	$K^+$	Стокс
сер., мг/дм <sup>3</sup>	3770	616	1420	584	155	141	852	18,4	2950
min, мг/дм <sup>3</sup>	2281	403	385	284	100	42,5	300	7,0	1285
max, мг/дм <sup>3</sup>	9516	891	4993	904	270	219	2712	29,0	8659

Значення	$CO_3^{2-}$	$Na_2CO_3$	$Ca(HCO_3)_2$	$NaHCO_3$	$Mg(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	$Na_2SO_4$	$MgSO_4$	$CaCl_2$	$NaCl$	$MgCl_2$
сер., мг/дм <sup>3</sup>	16,5	29,2	591	0,0	265	135	1513	528	0,0	961	46,3
max, мг/дм <sup>3</sup>	24,0	42,4	859	0,0	593	237	6700	1083	0,0	1490	46,3
p%	50,0	50,0	100	0,0	77,3	22,7	95,5	100	0,0	100	4,5

Значення	Клас						Група						Тип					
	карбонатно		18	хлоридно		29	сульфатні		52	кальцієво		14		магнієво		20	натрієві	
сер.																		
p%	карбонатні - 0,0 сульфатні - 95,5 хлоридні - 4,5						кальцієві - 0,0 магнієві - 4,5 натрієві - 95,5						1 - 4,5 2 - 90,9 3 - 4,5					

Значення	А.М. Костяков		С.Я. Безднина		А.М. Можейко Т.К. Воротник		І.Н. Антипов-Каратаєв Г.М. Кадер			А.М. Буданов			
	$M_3$	Оцінка	$Na^+$ , %	Оцінка	$K$	Оцінка	$0,23M_3$	$PKO$	Оцінка	$K_1$	$K_2$	$K_3$	Оцінка
сер.	3770	засолює	66	III(6,8,10-12)	79,5	дуже неспр.	0,87	0,26	не придатні	4,78	1,91	5,85	не придатні
p%	підвищ. небезп. - 31,8 засолює - 68,2		III - 18,2 IV - 59,1 V - 4,5		сприятлива - 9,1 несприятл. - 9,1 дуже неспр. - 81,8		придатна - 9,1 не придатна - 90,9			не придатна - 100			

Значення	Класифікація США		Х. Стеблер		Департамент с/х США		І. Сабольч і К. Дараб		Келлі і Лібіх		
	$M_3$	Солоність	$K_{II}$	Оцінка	SAR	Небезпека осолонцювання	$K_{Mg}$	Вплив на ґрунти	$K_{Na}$	$K_{Mg}$	Можливість використання
сер.	3770	непридатна	2,8	незадовільна	11,9	середня	60	шкідливе	1,91	0,60	не можливо
p%	дуже висока - 31,8 непридатна - 68,2		задовільні - 4,5 незадовільні - 95,5		низька - 27,3 середня - 68,2 дуже висока - 4,5		не шкідливе - 13,6 шкідливе - 86,4		можливо - 4,5 не можливо - 95,5		

Таблиця А9 – Результати статистичної обробки гідрохімічних спостережень р. Когильник (с. Серпневе) (ЗПР)

Значення	$M_3$	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+$	$K^+$	$C_{токс}$
<i>сер.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	2674	558	959	336	112	101	583	13,7	1963
<i>мін.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	613	207	164	62,0	45,0	9,1	105	7,0	339
<i>мах.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	4465	927	2197	532	180	140	1155	20,0	3714

Значення	$CO_3^{2-}$	$Na_2CO_3$	$Ca(HCO_3)_2$	$NaHCO_3$	$Mg(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	$Na_2SO_4$	$MgSO_4$	$CaCl_2$	$NaCl$	$MgCl_2$
<i>сер.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	30,2	53,3	442	261	274	124,9	1066	315	0,0	554	0,0
<i>мах.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	60,0	106,0	728	337	622	230,4	2947	651	0,0	877	0,0
<i>p%</i>	60,0	60,0	100	8,0	92,0	8,0	100	92	0,0	100	0,0

Значення	Клас						Група						Тип					
	хлоридно		24	карбонатно		25	сульфатні		51	кальцієво		14		магнієво		21	натрієві	
<i>сер.</i>																		
<i>p%</i>	карбонатні - 4,0 сульфатні - 96,0 хлоридні - 0,0						кальцієві - 0,0 магнієві - 0,0 натрієві - 100						1 - 12,0 2 - 88,0 3 - 0,0					

Значення	А.М. Костяков		С.Я. Безднина		А.М. Можейко Т.К. Воротник		І.Н. Антипов-Каратаєв Г.М. Кадер			А.М. Буданов			
	$M_3$	Оцінка	$Na^+$ , %	Оцінка	$K$	Оцінка	$0,23M_3$	$PKO$	Оцінка	$K_1$	$K_2$	$K_3$	Оцінка
<i>сер.</i>	2674	підвищ. небезп.	65	III(6,8,10-12)	64,9	сприятлива	0,62	0,27	не придатна	4,53	1,83	5,68	не придатна
<i>p%</i>	обережн. підх. - 4,0 підвищ. небезп. - 64,0 засолює - 32,0		II - 4,0 III - 72,0 IV - 24,0		сприятлива - 52,0 несприятл. - 40,0 дуже неспр. - 8,0		придатна - 24,0 не придатна - 76,0			не придатна - 100			

Значення	Класифікація США		Х. Стеблер		Департамент с/х США		І. Сабольч і К. Дараб		Келлі і Лібіх		
	$M_3$	Солоність	$K_{II}$	Оцінка	SAR	Небезпека осолонцювання	$K_{Mg}$	Вплив на ґрунти	$K_{Na}$	$K_{Mg}$	Можливість використання
<i>сер.</i>	2674	дуже висока	4,5	незадовільні	9,62	низька	60	шкідливе	1,83	0,60	не можливо
<i>p%</i>	висока - 4,0 дуже висока - 64,0 непридатна - 32,0		добрі - 4,0 задовільні - 20,0 незадовільні - 76,0		низька - 48,0 середня - 44,0 висока - 8,0		не шкідливе - 16,0 шкідливе - 84,0		можливо - 16,0 не можливо - 84,0		



Таблиця А10 – Результати статистичної обробки гідрохімічних спостережень р.Хаджидер (с.Сергіївка) (ЗПР)

Значення	$M_3$	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+$	$K^+$	Стокс
сер., мг/дм <sup>3</sup>	6356	249	2902	1290	374	398	1141	8,2	5034
мін, мг/дм <sup>3</sup>	4707	140	1891	1143	290	298	473	4,0	3291
мах, мг/дм <sup>3</sup>	13218	354	6963	1843	480	535	3148	13,0	11659

Значення	$CO_3^{2-}$	$Na_2CO_3$	$Ca(HCO_3)_2$	$NaHCO_3$	$Mg(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	$Na_2SO_4$	$MgSO_4$	$CaCl_2$	$NaCl$	$MgCl_2$
сер., мг/дм <sup>3</sup>	10,6	18,7	331	0,0	0,0	992	1404	1880	0,0	2041	268
мах, мг/дм <sup>3</sup>	18,0	31,8	470	0,0	0,0	1386	6032	2588	0,0	3039	706
p%	26,1	26,1	100	0,0	0,0	100	73,9	100	0,0	100	26,1

Значення	Клас						Група						Тип
	карбонатно	4	хлоридно	36	сульфатні	60	кальцієво	18	магнієво	32	натрієві	49	
сер.	карбонатно	4	хлоридно	36	сульфатні	60	кальцієво	18	магнієво	32	натрієві	49	2
p%	карбонатні - 0,0 сульфатні - 100 хлоридні - 0,0						кальцієві - 0,0 магнієві - 17,4 натрієві - 82,6						1 - 0,0 2 - 73,9 3 - 26,1

Значення	А.М. Костяков		С.Я. Безднина		А.М. Можейко Т.К. Воротник		І.Н. Антипов-Каратаєв Г.М. Кадер			А.М. Буданов			
	$M_3$	Оцінка	$Na^+$ , %	Оцінка	$K$	Оцінка	$0,23M_3$	$PKO$	Оцінка	$K_1$	$K_2$	$K_3$	Оцінка
сер.	6356	засолює	49	V	66,0	сприятлива	1,46	0,52	не придатна	2,66	0,97	3,94	не придатна
p%	засолює - 100		III - 8,7 V - 91,3		сприятлива - 52 несприятл. - 39,1 дуже неспр. - 8,7		придатна - 8,7 не придатна - 91,3			не придатна - 100			

Значення	Класифікація США		Х. Стеблер		Департамент с/х США		І. Сабольч і К. Дараб		Келлі і Лібіх		
	$M_3$	Солоність	$K_{Cl}$	Оцінка	SAR	Небезпека осолонцювання	$K_{Mg}$	Вплив на ґрунти	$K_{Na}$	$K_{Mg}$	Можливість використання
сер.	6356	непридатна	1,5	незадовільна	9,79	низька	64	шкідливе	0,97	0,64	можливо
p%	непридатна - 100,0		незадов. - 95,7 погані - 4,3		низька - 65,2 середня - 30,4 висока - 4,3		шкідливе - 100		можливо - 0,0 не можливо - 100		

Таблиця А11 – Результати статистичної обробки гідрохімічних спостережень р. Хаджидер (с. Чистоводне) (ТП)

Значення	$Mo$	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+$	$K^+$	Стокс
сер., мг/дм <sup>3</sup>	2114	513	763	211	120	85,6	405	5,2	1441
мін, мг/дм <sup>3</sup>	1337	378	273	160	80,0	51,6	210	2,0	718
макс, мг/дм <sup>3</sup>	5903	622	3355	293	220	134	1662	29,0	5238

Значення	$CO_3^{2-}$	$Na_2CO_3$	$Ca(HCO_3)_2$	$NaHCO_3$	$Mg(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	$Na_2SO_4$	$MgSO_4$	$CaCl_2$	$NaCl$	$MgCl_2$
сер., мг/дм <sup>3</sup>	20,3	35,8	478	0,0	191	176	798	273	0,0	347	0,0
макс, мг/дм <sup>3</sup>	36,0	63,6	748	0,0	337	176	4760	503	0,0	482	0,0
p%	65,2	65,2	100	0,0	95,7	4,3	100	100	0,0	100	0,0

Значення	Клас						Група						Тип					
	хлоридно		19	карбонатно		29	сульфатні		52	кальцієво		20		магнієво		23	натрієві	
сер.																		
p%	карбонатні - 21,7 сульфатні - 78,3 хлоридні - 0,0						кальцієві - 0,0 магнієві - 4,3 натрієві - 95,7						1 - 4,3 2 - 95,7 3 - 0,0					

Значення	А.М. Костяков		С.Я. Безднина		А.М. Можейко Т.К. Воротник		І.Н. Антипов-Каратаєв Г.М. Кадер			А.М. Буданов			
	$Mo$	Оцінка	$Na^+$ , %	Оцінка	$K$	Оцінка	0,23M <sub>3</sub>	ПКО	Оцінка	$K_1$	$K_2$	$K_3$	Оцінка
сер.	2114	підвищ. небезп.	57	III(1-5)	73,1	несприятлива	0,49	0,37	не придатна	2,93	1,35	4,71	не придатна
p%	підвищ. небезп. - 87,0 засолює - 13,0		III - 82,6 IV - 8,7 V - 4,3		сприятлива - 43,5 несприятл. - 39,1 дуже неспр. - 17,4		придатна - 69,6 не придатна - 30,4			не придатна - 100			

Значення	Класифікація США		Х. Стеблер		Департамент с/х США		І. Сабольч і К. Дараб		Келлі і Лібіх		
	$Mo$	Солоність	$K_{II}$	Оцінка	SAR	Небезпека осолонцювання	$K_{Mg}$	Вплив на ґрунти	$K_{Na}$	$K_{Mg}$	Можливість використання
сер.	2114	дуже висока	7,0	задовільні	6,90	низька	54	шкідливе	1,35	0,54	не можливо
p%	дуже висока - 87,0 непридатна - 13,0		задовільні - 87,0 незадов. - 13,0		низька - 87,0 середня - 4,3 висока - 4,3 дуже висока - 4,3		не шкідливе - 26,1 шкідливе - 73,9		можливо - 39,1 не можливо - 60,9		

Таблиця А12 – Результати статистичної обробки гідрохімічних спостережень р.Алкалія-с.Широке (ЗПР)

Значення	$M_3$	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+$	$K^+$	Стокс
сер., мг/дм <sup>3</sup>	3360	299	1311	709	281	167	563	12,0	2315
мін, мг/дм <sup>3</sup>	1888	183	676	408	198	103	225	5,0	1062
мах, мг/дм <sup>3</sup>	7223	366	3958	1152	570	231	1890	24,0	6487

Значення	$CO_3^{2-}$	$Na_2CO_3$	$Ca(HCO_3)_2$	$NaHCO_3$	$Mg(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	$Na_2SO_4$	$MgSO_4$	$CaCl_2$	$NaCl$	$MgCl_2$
сер., мг/дм <sup>3</sup>	9,20	16,2	397	0,0	0,0	620	566	752	0,0	1095	212
мах, мг/дм <sup>3</sup>	12,0	21,2	486	0,0	0,0	1650	4409	1144	0,0	1899	258
p%	21,4	21,4	100	0,0	0,0	100	71,4	100	0,0	100	28,6

Значення	Клас						Група						Тип
	карбонатно	9	хлоридно	38	сульфатні	52	магнієво	26	кальцієво	27	натрієві	47	
сер.													2
p%	карбонатні - 0,0 сульфатні - 64,3 хлоридні - 35,7						кальцієві - 21,4 магнієві - 14,3 натрієві - 64,3						1 - 0,0 2 - 71,4 3 - 28,6

Значення	А.М. Костяков		Бездніна С.Я.		А.М. Можейко Т.К. Воротник		Антипов-Каратаєв І.Н. Г.М. Кадер			А.М. Буданов			
	$M_3$	Оцінка	$Na^+$ , %	Оцінка	$K$	Оцінка	0,23 $M_3$	$PKO$	Оцінка	$K_1$	$K_2$	$K_3$	Оцінка
сер.	3360	засолює	47	III(1-5)	64,1	сприятлива	0,77	0,57	не придатна	1,75	0,88	3,77	не придатна
p%	підвищ. небезп. - 50,0 засолює - 50,0		III - 92,9 V - 7,1		сприятлива - 85,8 несприятл. - 7,1 дуже неспр. - 7,1		придатна - 50,0 не придатна - 50,0			умовно придатна - 14,3 не придатна - 85,7			

Значення	Класифікація США		Х. Стеблер		Департамент с/х США		І. Сабольч і К. Дараб		Келлі і Лібіх		
	$M_3$	Солоність	$K_{II}$	Оцінка	SAR	Небезпека осолонцювання	$K_{Mg}$	Вплив на ґрунти	$K_{Na}$	$K_{Mg}$	Можливість використання
сер.	3360	непридатна	2,8	незадовільна	6,57	низька	50	не шкідливе	0,88	0,50	можливо
p%	дуже висока - 50,0 непридатна - 50,0		незадовільна - 100		низька - 92,9 висока - 7,1		не шкідливе - 50,0 шкідливе - 50,0		можливо - 78,6 не можливо - 21,4		

Таблиця А13 – Результати статистичної обробки гідрохімічних спостережень р.Киргиж-Китай (с.М.Ярославець)

Значення	$M_3$	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+$	$K^+$	Стокс
сер., мг/дм <sup>3</sup>	3420	830	1380	262	291	167	500	28,3	2173
min, мг/дм <sup>3</sup>	2560	122	792	53,2	185	115	310	6,3	1515
max, мг/дм <sup>3</sup>	5187	1586	2200	319,1	430	228	985	65,0	3358

Значення	$CO_3^{2-}$	$Na_2CO_3$	$Ca(HCO_3)_2$	$NaHCO_3$	$Mg(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	$Na_2SO_4$	$MgSO_4$	$CaCl_2$	$NaCl$	$MgCl_2$
сер., мг/дм <sup>3</sup>	18,9	33,4	969	0,0	293	299	1001	726	0,0	431	0,0
max, мг/дм <sup>3</sup>	42,0	74,2	1353	0,0	770	1053	2475	1128	0,0	526	0,0
p%	44,8	44,8	100	0,0	41,4	58,6	100	100	0,0	100	0,0

Значення	Клас						Група						Тип					
	хлоридно		15	карбонатно		28	сульфатні		57	магнієво		27		кальцієво		29	натрієві	
сер.																		
p%	карбонатні - 6,9 сульфатні - 93,1 хлоридні - 0,0						кальцієві - 3,4 магнієві - 3,4 натрієві - 93,1						1 - 0,0 2 - 100 3 - 0,0					

Значення	А.М. Костяков		С.Я. Безднина		А.М. Можейко Т.К. Воротник		І.Н. Антипов-Каратаєв Г.М. Кадер			А.М. Буданов			
	$M_3$	Оцінка	$Na^+$ , %	Оцінка	$K$	Оцінка	$0,23M_3$	$PKO$	Оцінка	$K_1$	$K_2$	$K_3$	Оцінка
сер.	3420	засолює	44		61,4	сприятлива	0,79	0,65	не придатна	1,50	0,77	3,57	не придатна
p%	підвищ. небезп. - 20,7 засолює - 79,3		III - 96,6 V - 3,4		сприятлива - 89,7 несприятл. - 10,3		придатна - 17,2 не придатна - 82,8			умовно придатна - 6,9 не придатна - 93,1			

Значення	Класифікація США		Х. Стеблер		Департамент с/х США		І. Сабольч і К. Дараб		Келлі і Лібіх		
	$M_3$	Солоність	$K_{II}$	Оцінка	SAR	Небезпека осолонцювання	$K_{Mg}$	Вплив на грунти	$K_{Na}$	$K_{Mg}$	Можливість використання
сер.	3420	непридатна	5,6	незадовільні	5,79	низька	49	не шкідливе	0,77	0,49	можливо
p%	дуже висока - 20,7 непридатна - 79,3		задовільні - 27,6 незадовільні - 72,4		низька - 96,6 середня - 3,4		не шкідливе - 51,7 шкідливе - 48,3		можливо - 93,1 не можливо - 6,9		

Таблиця А14 – Результати статистичної обробки гідрохімічних спостережень р. В.Ялпуг (с.Табаки) (ЗПР)

Значення	$M_3$	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+$	$K^+$	Стокс
сер., мг/дм <sup>3</sup>	4134	448	1597	813	159	200	908	14,3	3443
мін, мг/дм <sup>3</sup>	1088	238	317,8	195	60,0	36,5	235	9,0	779
мах, мг/дм <sup>3</sup>	10445	695	4417	3722	350	674	2625	24,5	9661

Значення	$CO_3^{2-}$	$Na_2CO_3$	$Ca(HCO_3)_2$	$NaHCO_3$	$Mg(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	$Na_2SO_4$	$MgSO_4$	$CaCl_2$	$NaCl$	$MgCl_2$
сер., мг/дм <sup>3</sup>	16,5	29,1	520	0,0	118	239	1221	925	0,0	1332,8	115,9
мах, мг/дм <sup>3</sup>	36,0	63,6	769	0,0	322	685	3656	3193	0,0	5994,0	115,9
p%	57,1	57,1	100	0,0	57,1	42,9	95,2	100	0,0	100	4,8

Значення	Клас						Група						Тип
	карбонатно	12	хлоридно	36	сульфатні	52	кальцієво	12	магнієво	26	натрієві	62	
сер.	карбонатно	12	хлоридно	36	сульфатні	52	кальцієво	12	магнієво	26	натрієві	62	2
p%	карбонатні - 0,0 сульфатні - 95,2 хлоридні - 4,8						кальцієві - 0,0 магнієві - 0,0 натрієві - 100						1 - 0,0 2 - 95,2 3 - 4,8

Значення	А.М. Костяков		С.Я. Безднина		А.М. Можейко Т.К. Воротник		І.Н. Антипов-Каратаєв Г.М. Кадер			А.М. Буданов			
	$M_3$	Оцінка	$Na^+$ , %	Оцінка	$K$	Оцінка	$0,23M_3$	$PKO$	Оцінка	$K_1$	$K_2$	$K_3$	Оцінка
сер.	4134	засолює	62	III(6,8,10-12)	76,6	дуже неспр.	0,95	0,31	не придатна	4,99	1,62	5,26	не придатна
p%	підвищ. небезп. - 33,3 засолює - 66,7		III - 85,6 V - 14,4		несприятл. - 38,1 дуже неспр. - 61,9		придатна - 4,8 не придатна - 95,2			не придатна - 100			

Значення	Класифікація США		Х. Стеблер		Департамент с/х США		І. Сабольч і К. Дараб		Келлі і Лібіх		
	$M_3$	Солоність	$K_{II}$	Оцінка	SAR	Небезпека осолонцювання	$K_{Mg}$	Вплив на ґрунти	$K_{Na}$	$K_{Mg}$	Можливість використання
сер.	4134	непридатна	2,2	незадовільні	11,3	середня	67	шкідливе	1,62	0,67	не можливе
p%	дуже висока - 33,3 непридатна - 66,7		задовільні - 4,8 незадовільні - 85,7 погані - 9,5		низька - 52,4 середня - 42,9 висока - 4,8		не шкідливе - 9,5 шкідливе - 90,5		не можливе - 100		

Таблиця А15 – Результати статистичної обробки гідрохімічних спостережень р. Кодима (с. Балта) (ЗПР)

Значення	$M_3$	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+$	$K^+$	$C_{токс}$
<i>сер.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	765	439	114	46,1	100	37,1	67,0	11,0	245
<i>мін.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	588	323	27,4	26,6	90,0	30,4	49,9	8,0	144
<i>мах.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	889	500	233	70,9	110	42,5	80,0	15,0	402

Значення	$CO_3^{2-}$	$Na_2CO_3$	$Ca(HCO_3)_2$	$NaHCO_3$	$Mg(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	$Na_2SO_4$	$MgSO_4$	$CaCl_2$	$NaCl$	$MgCl_2$
<i>сер.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	6,0	10,6	401	23,7	195	13,3	98	92	0,0	76,0	0,0
<i>мах.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	6,0	10,6	445	34,1	201	13,3	144	210	0,0	117	0,0
<i>p%</i>	60,0	60,0	100	40,0	80,0	20,0	100	60	0,0	100	0,0

Значення	Клас						Група						Тип
	хлоридно	12	сульфатно	22	карбонатні	67	магнієво	27	натрієво	28	кальцієві	44	
<i>сер.</i>	хлоридно	12	сульфатно	22	карбонатні	67	магнієво	27	натрієво	28	кальцієві	44	2
<i>p%</i>	карбонатні - 100 сульфатні - 0,0 хлоридні - 0,0						кальцієві - 100 магнієві - 0,0 натрієві - 0,0						1 - 40,0 2 - 60,0 3 - 0,0

Значення	А.М. Костяков		С.Я. Безднина		А.М. Можейко Т.К. Воротник		І.Н. Антипов-Каратаєв Г.М. Кадер			А.М. Буданов			
	$M_3$	Оцінка	$Na^+$ , %	Оцінка	$K$	Оцінка	$0,23M_3$	$PKO$	Оцінка	$K_1$	$K_2$	$K_3$	Оцінка
<i>сер.</i>	765	обережн. підх.	27	II	44,3	сприятлива	0,18	1,38	придатна	0,58	0,36	0,00	придатна
<i>p%</i>	обережн. підх. - 100		II - 100		сприятлива - 100		придатна - 100			придатна - 100			

Значення	Класифікація США		Х. Стеблер		Департамент с/х США		І. Сабольч і К. Дараб		Келлі і Лібіх		
	$M_3$	Солоність	$K_{II}$	Оцінка	SAR	Небезпека осолонцювання	$K_{Mg}$	Вплив на ґрунти	$K_{Na}$	$K_{Mg}$	Можливість використання
<i>сер.</i>	765	висока	35,5	добрі	1,45	низька	38	не шкідливе	0,36	0,38	можливо
<i>p%</i>	висока - 100		добрі - 100		низька - 100		не шкідливе - 100		можливо - 100		

Таблиця А16 – Результати статистичної обробки гідрохімічних спостережень р. Чага (с. Петрівка) (ЗПР)

Значення	$M_3$	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+$	$K^+$	Стокс
сер., мг/дм <sup>3</sup>	2970	482	1195	387	148	102	650	11,3	2267
мін, мг/дм <sup>3</sup>	1002	159	140	160	80,0	27,3	200	3,0	697
мах, мг/дм <sup>3</sup>	7177	610	3304	1223	520	152	1795	27,0	5360

Значення	$CO_3^{2-}$	$Na_2CO_3$	$Ca(HCO_3)_2$	$NaHCO_3$	$Mg(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	$Na_2SO_4$	$MgSO_4$	$CaCl_2$	$NaCl$	$MgCl_2$
сер., мг/дм <sup>3</sup>	18,5	32,8	506	0,0	145,3	458,0	1269,5	399	0,0	633,4	77,8
мах, мг/дм <sup>3</sup>	42,0	74,2	688	0,0	432,1	1494,2	4300,4	681	0,0	2016,1	77,8
p%	45,8	45,8	100	0,0	83,3	16,7	95,8	100	0,0	100	4,2

Значення	Клас						Група						Тип					
	карбонатно		19	хлоридно		25	сульфатные		57	кальцієво		17		магнієво		19	натриевые	
сер.																		
p%	карбонатні - 0,0 сульфатні - 95,8 хлоридні - 4,2						кальцієві - 0,0 магнієві - 0,0 натрієві - 100						1 - 0,0 2 - 95,8 3 - 4,2					

Значення	А.М. Костяков		С.Я. Безднина		А.М. Можейко Т.К. Воротник		І.Н. Антипов-Каратаєв Г.М. Кадер			А.М. Буданов			
	$M_3$	Оцінка	$Na^+$ , %	Оцінка	$K$	Оцінка	$0,23M_3$	$PKO$	Оцінка	$K_1$	$K_2$	$K_3$	Оцінка
сер.	2970	підвищ. небезп.	64	III(6,8,10-12)	78,4	дуже неспр.	0,68	0,28	не придатні	3,84	1,80	5,61	не придатні
p%	підвищ. небезп. - 62,5 засолює - 37,5		III - 83,3 IV - 4,2 V - 12,5		сприятлива - 12,5 несприятл. - 45,8 дуже неспр. - 41,7		придатна - 16,7 не придатна - 83,3 придатна - 16,7			не придатна - 100			

Значення	Класифікація США		Х. Стеблер		Департамент с/х США		І. Сабольч і К. Дараб		Келлі і Лібіх		
	$M_3$	Солоність	$K_{II}$	Оцінка	SAR	Небезпека осолонцювання	$K_{Mg}$	Вплив на ґрунти	$K_{Na}$	$K_{Mg}$	Можливість використання
сер.	2970	дуже висока	4,0	незадовільні	10,0	середня	53	шкідливе	1,80	0,53	не можливо
p%	дуже висока - 62,5 непридатна - 37,5		задовільні - 37,5 незадовільні - 62,5		низька - 70,8 середня - 16,7 висока - 12,5		не шкідливе - 29,2 шкідливе - 70,8		можливо - 4,2 не можливо - 95,8		

Таблиця А17 – Результати статистичної обробки гідрохімічних спостережень р. Каплян (с. Крутоярівка) (ЗПР)

Значення	$M_3$	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+$	$K^+$	$C_{токс}$
<i>сер.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	2266	473	847	267	134	116	400	6,7	1604
<i>мін.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	1608	323	478	177	60,0	30,4	227	3,0	972
<i>мах.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	3740	586	1791	355	200	164	810	22,0	3004

Значення	$CO_3^{2-}$	$Na_2CO_3$	$Ca(HCO_3)_2$	$NaHCO_3$	$Mg(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	$Na_2SO_4$	$MgSO_4$	$CaCl_2$	$NaCl$	$MgCl_2$
<i>сер.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	30,4	53,6	495	0,0	154	187	678	475	0,0	440	10,6
<i>мах.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	108,0	190,8	647	0,0	392	319	1938	782	0,0	584	10,6
<i>p%</i>	73,9	73,9	100	0,0	78,3	21,7	95,7	100	0,0	100	4,3

Значення	Клас						Група						Тип					
	хлоридно		22	карбонатно		25	сульфатні		52	кальцієво		20		магнієво		28	натрієві	
<i>сер.</i>																		
<i>p%</i>			карбонатні - 0,0 сульфатні - 100 хлоридні - 0,0						кальцієві - 0,0 магнієві - 4,3 натрієві - 95,7						1 - 0,0 2 - 100 3 - 0,0			

Значення	А.М. Костяков		С.Я. Безднина		А.М. Можейко Т.К. Воротник		І.Н. Антипов-Каратаєв Г.М. Кадер			А.М. Буданов			
	$M_3$	Оцінка	$Na^+$ , %	Оцінка	$K$	Оцінка	$0,23M_3$	$PKO$	Оцінка	$K_1$	$K_2$	$K_3$	Оцінка
<i>сер.</i>	2266	підвищ. небезп.	52	III(1-5)	68,4	несприятлива	0,52	0,47	не придатна	2,60	1,07	4,15	не придатна
<i>p%</i>	підвищ. небезп. - 95,7 засолює - 4,3		III(1-5) - 87,0 III(6,8,10-12) - 13,0		сприятлива - 39,1 несприятл. - 47,8 дуже неспр. - 13,0		придатна - 30,4 не придатна - 69,6			не придатна - 100			

Значення	Класифікація США		Х. Стеблер		Департамент с/х США		І. Сабольч і К. Дараб		Келлі і Лібіх		
	$M_3$	Солоність	$K_{II}$	Оцінка	SAR	Небезпека осолонцювання	$K_{Mg}$	Вплив на ґрунти	$K_{Na}$	$K_{Mg}$	Можливість використання
<i>сер.</i>	2266	дуже висока	6,1	задовільні	6,10	низька	59	шкідливе	1,07	0,59	не можливо
<i>p%</i>	дуже висока - 95,7 непридатна - 4,3		задовільні - 60,9 незадов. - 39,1		низька - 95,7 середня - 4,3		не шкідливе - 13,0 шкідливе - 87,0		можливо - 30,4 не можливо - 69,6		



Таблиця А18 – Результати статистичної обробки гідрохімічних спостережень р.В.Куяльника (с.Руська Слобода)

Значення	$M_3$	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+$	$K^+$	Стокс
сер., мг/дм <sup>3</sup>	3988	577	1395	877	195	314	640	23,9	3184
min, мг/дм <sup>3</sup>	1659	354	438	248	120	109	225	13,0	1114
max, мг/дм <sup>3</sup>	11352	756	5469	1773	250	668	2485	33,0	10357

Значення	$CO_3^{2-}$	$Na_2CO_3$	$Ca(HCO_3)_2$	$NaHCO_3$	$Mg(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	$Na_2SO_4$	$MgSO_4$	$CaCl_2$	$NaCl$	$MgCl_2$
сер., мг/дм <sup>3</sup>	16,8	29,6	722	0,0	77,2	119	518	1441	0,0	1367	154
max, мг/дм <sup>3</sup>	36,0	63,6	940	0,0	155	386	4125	3310	0,0	2922	429
p%	23,5	23,5	100	0,0	52,9	47,1	58,8	100	0,0	100	41,2

Значення	Клас						Група						Тип
	карбонатно	15	хлоридно	39	сульфатні	46	кальцієво	15	магнієво	40	натрієві	44	
сер.													2
p%	карбонатні - 0,0 сульфатні - 52,9 хлоридні - 47,1						кальцієві - 0,0 магнієві - 47,1 натрієві - 52,9						1 - 0,0 2 - 58,8 3 - 41,2

Значення	А.М. Костяков		С.Я. Безднина		А.М. Можейко Т.К. Воротник		І.Н. Антипов-Каратаєв Г.М. Кадер			А.М. Буданов			
	$M_3$	Оцінка	$Na^+$ , %	Оцінка	$K$	Оцінка	0,23 $M_3$	$PKO$	Оцінка	$K_1$	$K_2$	$K_3$	Оцінка
сер.	3988	засолює	44	III(1-5)	61,5	сприятлива	0,92	0,64	не придатна	2,86	0,78	3,58	не придатна
p%	підвищ. небезп. - 17,6 засолює - 82,4		III(1-5) - 88,2 V - 11,8		сприятлива - 94,1 дуже неспр. - 5,9		придатна - 35,3 не придатна - 64,7			не придатна - 100			

Значення	Класифікація США		Х. Стеблер		Департамент с/х США		І. Сабольч і К. Дараб		Келлі і Лібіх		
	$M_3$	Солоність	$K_{II}$	Оцінка	SAR	Небезпека осолонцювання	$K_{Mg}$	Вплив на грунти	$K_{Na}$	$K_{Mg}$	Можливість використання
сер.	3988	непридатна	2,3	незадовільні	6,60	низька	73	шкідливе	0,78	0,73	можливо
p%	дуже висока - 17,6 непридатна - 82,4		задовільні - 5,9 незадовільні - 88,2 погані - 5,9		низька - 94,1 середня - 0,0 висока - 5,9		шкідливе - 100		можливо - 5,9 не можливо - 94,1		

Таблиця А19 – Результати статистичної обробки гідрохімічних спостережень р.М.Куяльник (с.Баранове) (ТП)

Значення	$M_3$	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+$	$K^+$	Стокс
сер., мг/дм <sup>3</sup>	1999	451	600	397	131	180	232	21,0	1367
min, мг/дм <sup>3</sup>	1010	195	219,8	106	70,0	103	79,8	7,0	690
max, мг/дм <sup>3</sup>	3213	634	1546	576	265	295	330	59,0	2271

Значення	$CO_3^{2-}$	$Na_2CO_3$	$Ca(HCO_3)_2$	$NaHCO_3$	$Mg(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	$Na_2SO_4$	$MgSO_4$	$CaCl_2$	$NaCl$	$MgCl_2$
сер., мг/дм <sup>3</sup>	21,3	37,5	475	0,0	144	206	37,7	704	0,0	563	95,4
max, мг/дм <sup>3</sup>	42,0	74,2	647	0,0	396	682	63,6	1333	0,0	827	181
p%	44,4	44,4	100	0,0	77,8	22,2	22,2	100	0,0	100	77,8

Значення	Клас						Група						Тип
	карбонатно	25	хлоридно	35	сульфатні	40	кальцієво	20	натрієво	33	магнієві	46	
сер.													3
p%	карбонатні - 5,6 сульфатні - 55,6 хлоридні - 38,9						кальцієві - 0,0 магнієві - 94,4 натрієві - 5,6						1 - 0,0 2 - 22,2 3 - 77,8

Значення	А.М. Костяков		С.Я. Безднина		А.М. Можейко Т.К. Воротник		І.Н. Антипов-Каратаєв Г.М. Кадер			А.М. Буданов			
	$M_3$	Оцінка	$Na^+$ , %	Оцінка	$K$	Оцінка	0,23 $M_3$	ПКО	Оцінка	$K_1$	$K_2$	$K_3$	Оцінка
сер.	1999	підвищ. небезп.	32	III(1-5)	49,9	сприятлива	0,46	1,06	придатна	1,54	0,47	2,97	не придатна
p%	підвищ. небезп. - 94,4 засолює - 5,6		III(1-5) - 100		сприятлива - 100		придатна - 100			умовно прид. - 11,1 не придатна - 88,9			

Значення	Класифікація США		Х. Стеблер		Департамент с/х США		І. Сабольч і К. Дараб		Келлі і Лібіх		
	$M_3$	Солоність	$K_{Cl}$	Оцінка	SAR	Небезпека осолонцювання	$K_{Mg}$	Вплив на ґрунти	$K_{Na}$	$K_{Mg}$	Можливість використання
сер.	1999	дуже висока	5,1	незадовільні	3,08	низька	69	шкідливе	0,47	0,69	можливо
p%	дуже висока - 94,4 непридатна - 5,6		добрі - 5,6 задовільні - 27,7 незадовільні - 66,7		низька - 100		шкідливе - 100		можливо - 11,1 не можливо - 88,9		

Таблиця А20 – Результати статистичної обробки гідрохімічних спостережень р.Кучурган (с.Степанівка) (ЗПР)

Значення	$M_3$	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+$	$K^+$	$C_{токс}$
<i>сер.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	2090	660	422	419	129	152	290	28,6	1230
<i>мін.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	1287	159	15,8	248	60,0	66,8	200	10,0	561
<i>макс.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	2938	1031	1337	1223	290	280	510	49,0	2108

Значення	$CO_3^{2-}$	$Na_2CO_3$	$Ca(HCO_3)_2$	$NaHCO_3$	$Mg(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	$Na_2SO_4$	$MgSO_4$	$CaCl_2$	$NaCl$	$MgCl_2$
<i>сер.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	19,5	34,4	443	199	435	290	152	579	0,0	613	155
<i>макс.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	36,0	63,6	728	462	732	631	809	1384	0,0	1249	625
<i>p%</i>	18,2	18,2	100	31,8	77,3	22,7	59,1	68	0,0	100	40,9

Значення	Клас						Група						Тип					
	сульфатно		28	карбонатно		35	хлоридні		37	кальцієво		20		магнієво		39	натрієві	
<i>сер.</i>																		
<i>p%</i>	карбонатні - 59,1 сульфатні - 22,7 хлоридні - 18,2						кальцієві - 0,0 магнієві - 36,4 натрієві - 63,6						1 - 36,4 2 - 27,3 3 - 36,4					

Значення	А.М. Костяков		С.Я. Безднина		А.М. Можейко Т.К. Воротник		І.Н. Антипов-Каратаєв Г.М. Кадер			А.М. Буданов			
	$M_3$	Оцінка	$Na^+$ , %	Оцінка	$K$	Оцінка	$0,23M_3$	$PKO$	Оцінка	$K_1$	$K_2$	$K_3$	Оцінка
<i>сер.</i>	2090	підвищ. небезп.	40	III(1-5)	58,5	сприятлива	0,48	0,75	придатна	1,96	0,67	3,37	не придатна
<i>p%</i>	підвищ. небезп. - 100		III(1-5) - 90,9 III(6,8,10-12) - 9,1		сприятлива - 68,2 несприятл. - 22,7 дуже неспр. - 9,1		придатна - 86,4 не придатна - 13,6			не придатна - 100			

Значення	Класифікація США		Х. Стеблер		Департамент с/х США		І. Сабольч і К. Дараб		Келлі і Лібіх		
	$M_3$	Солоність	$K_{II}$	Оцінка	SAR	Небезпека осолонцювання	$K_{Mg}$	Вплив на ґрунти	$K_{Na}$	$K_{Mg}$	Можливість використання
<i>сер.</i>	2090	дуже висока	4,8	незадовільні	4,10	низька	66	шкідливе	0,67	0,66	можливо
<i>p%</i>	дуже висока - 100		задовільні - 18,2 незадовільні - 81,8		низька - 100		не шкідливе - 4,5 шкідливе - 95,5		можливо - 13,6 не можливо - 86,4		

Таблиця А21 – Результати статистичної обробки гідрохімічних спостережень р. Белочі (с.Шершенці) (ТП)

Значення	$M_3$	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+$	$K^+$	Стокс
сер., мг/дм <sup>3</sup>	822	424	164	35,5	98,4	55,3	45,1	6,3	272
min, мг/дм <sup>3</sup>	422	201	14,9	17,7	60,0	18,2	29,9	2,0	138
max, мг/дм <sup>3</sup>	2335	488	1355	53,2	200	365	80,0	25,0	1761

Значення	$CO_3^{2-}$	$Na_2CO_3$	$Ca(HCO_3)_2$	$NaHCO_3$	$Mg(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	$Na_2SO_4$	$MgSO_4$	$CaCl_2$	$NaCl$	$MgCl_2$
сер., мг/дм <sup>3</sup>	14,0	24,7	387	42,6	163	203	63,8	160	0,0	58,2	6,1
max, мг/дм <sup>3</sup>	24,0	42,4	567	76,4	249	203	163	1666	0,0	87,7	6,1
p%	13,6	13,6	100	9,1	95,5	4,5	95,5	90,9	0,0	100	4,5

Значення	Клас						Група						Тип
	хлоридно	9	сульфатно	30	карбонатні	61	натрієво	18	магнієво	39	кальцієві	42	
сер.	хлоридно	9	сульфатно	30	карбонатні	61	натрієво	18	магнієво	39	кальцієві	42	2
p%	карбонатні - 90,9 сульфатні - 9,1 хлоридні - 0,0						кальцієві - 68,2 магнієві - 31,8 натрієві - 0,0						1 - 9,1 2 - 90,9 3 - 0,0

Значення	А.М. Костяков		С.Я. Безднина		А.М. Можейко Т.К. Воротник		І.Н. Антипов-Каратаєв Г.М. Кадер			А.М. Буданов			
	$M_3$	Оцінка	$Na^+$ , %	Оцінка	$K$	Оцінка	$0,23M_3$	$PKO$	Оцінка	$K_1$	$K_2$	$K_3$	Оцінка
сер.	822	обережн. підх.	17	II	31,0	сприятлива	0,19	2,41	придатна	0,40	0,21	0,00	придатна
p%	обережн. підх. - 90,9 підвищ. небезп. - 9,1		I - 4,5 II - 86,4 III(1-5) - 9,1		сприятлива - 100		придатна - 100			придатна - 90,9 умовно прид. - 9,1			

Значення	Класифікація США		Х. Стеблер		Департамент с/х США		І. Сабольч і К. Дараб		Келлі і Лібіх		
	$M_3$	Солоність	$K_H$	Оцінка	SAR	Небезпека осолонцювання	$K_{Mg}$	Вплив на ґрунти	$K_{Na}$	$K_{Mg}$	Можливість використання
сер.	822	висока	48,2	добрі	0,90	низька	48	не шкідливе	0,21	0,48	можливо
p%	середня - 4,5 висока - 86,4 дуже висока - 9,1		добрі - 100		низька - 100		не шкідливе - 68,2 шкідливе - 31,8		можливо - 90,9 не можливо - 9,1		

Таблиця А22 – Результати статистичної обробки гідрохімічних спостережень р.Окна (с.Лабушне) (ЗПР)

Значення	$M_3$	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+$	$K^+$	$C_{токс}$
<i>сер.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	878	422	155	72,9	117	49,5	55,6	7,9	303
<i>мін.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	580	323	70,0	17,7	80,0	24,3	25,1	1,0	155
<i>мах.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	1205	488	404	177	200	79,0	75,0	32,0	488

Значення	$CO_3^{2-}$	$Na_2CO_3$	$Ca(HCO_3)_2$	$NaHCO_3$	$Mg(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	$Na_2SO_4$	$MgSO_4$	$CaCl_2$	$NaCl$	$MgCl_2$
<i>сер.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	6,6	11,7	445	0,0	122	166	69,9	140	0,0	101	36,2
<i>мах.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	12,0	21,2	616	0,0	249	203	112	317	0,0	191	102,9
<i>p%</i>	57,1	57,1	100	0,0	85,7	14,3	57,1	100	0,0	100	42,9

Значення	Клас						Група						Тип					
	хлоридно		17	сульфатно		26	карбонатні		57	натрієво		21		магнієво		32	кальцієві	
<i>сер.</i>																		
<i>p%</i>	карбонатні - 92,9 сульфатні - 7,1 хлоридні - 0,0						кальцієві - 64,3 магнієві - 35,7 натрієві - 0,0						1 - 7,1 2 - 50,0 3 - 42,9					

Значення	А.М. Костяков		С.Я. Безднина		А.М. Можейко Т.К. Воротник		І.Н. Антипов-Каратаєв Г.М. Кадер			А.М. Буданов			
	$M_3$	Оцінка	$Na^+$ , %	Оцінка	$K$	Оцінка	$0,23M_3$	$PKO$	Оцінка	$K_1$	$K_2$	$K_3$	Оцінка
<i>сер.</i>	878	обережн. підх.	20	II	34,6	сприятлива	0,20	2,05	придатна	0,41	0,24	0,00	придатна
<i>p%</i>	обережн. підх. - 78,6 підвищ. небезп. - 21,4		II 78,6 III(1-5) 21,4		сприятлива - 100		придатна - 100			придатна - 80,0 умовно придатні - 20,0			

Значення	Класифікація США		Х. Стеблер		Департамент с/х США		І. Сабольч і К. Дараб		Келлі і Лібіх		
	$M_3$	Солоність	$K_H$	Оцінка	SAR	Небезпека осолонцювання	$K_{Mg}$	Вплив на грунти	$K_{Na}$	$K_{Mg}$	Можливість використання
<i>сер.</i>	878	висока	27,1	добрі	1,09	низька	41	не шкідливе	0,24	0,41	можливо
<i>p%</i>	висока - 78,6 дуже висока - 21,4		добрі - 78,6 задовільні - 21,4		низька - 100		не шкідливе - 64,3 шкідливе - 35,7		можливо - 100		

Таблиця А23 – Результати статистичної обробки гідрохімічних спостережень р.Тилігул (с.м.т. Березівка) (ТП)

Значення	$M_3$	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+$	$K^+$	Стокс
сер., мг/дм <sup>3</sup>	1529	590	320	201	109	99,9	199	15,4	775
min, мг/дм <sup>3</sup>	421	122	67,2	35,5	50,0	24,3	35,0	4,0	216
max, мг/дм <sup>3</sup>	2313	927	718	355	170	170	490	26,0	1512

Значення	$CO_3^{2-}$	$Na_2CO_3$	$Ca(HCO_3)_2$	$NaHCO_3$	$Mg(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	$Na_2SO_4$	$MgSO_4$	$CaCl_2$	$NaCl$	$MgCl_2$
сер., мг/дм <sup>3</sup>	34,0	60,1	432	55,1	362	56,2	186	261	0,0	331	0,0
max, мг/дм <sup>3</sup>	60,0	106,0	688	67,7	820	128	927	661	0,0	584	0,0
p%	27,3	27,3	100	9,1	86,4	13,6	100	91	0,0	100	0,0

Значення	Клас						Група						Тип					
	хлоридно		25	сульфатно		30	карбонатні		45	кальцієво		24		магнієво		36	натрієві	
сер.																		
p%			карбонатні - 72,7 сульфатні - 27,3 хлоридні - 0,0						кальцієві - 9,1 магнієві - 31,8 натрієві - 59,1						1 - 18,2 2 - 81,8 3 - 0,0			

Значення	А.М. Костяков		С.Я. Безднина		А.М. Можейко Т.К. Воротник		І.Н. Антипов-Каратаєв Г.М. Кадер			А.М. Буданов			
	$M_3$	Оцінка	$Na^+$ , %	Оцінка	$K$	Оцінка	$0,23M_3$	$PKO$	Оцінка	$K_1$	$K_2$	$K_3$	Оцінка
сер.	1529	підвищ. небезп.	39	III(1-5)	56,9	сприятлива	0,35	0,79	придатна	1,59	0,63	3,29	не придатна
p%	обережн. підх. - 13,6 підвищ. небезп. - 86,4		I - 9,1 II - 4,5 III(1-5) - 81,9 III(6,8,10-12) - 4,5		сприятлива - 91,0 несприятл. - 4,5 дуже неспр. - 4,5		придатна - 95,5 не придатна - 4,5			придатна - 13,6 умовно придатні - 4,5 не придатна - 81,9			

Значення	Класифікація США		Х. Стеблер		Департамент с/х США		І. Сабольч і К. Дараб		Келлі і Лібіх		
	$M_3$	Солоність	$K_{Cl}$	Оцінка	SAR	Небезпека осолонцювання	$K_{Mg}$	Вплив на ґрунти	$K_{Na}$	$K_{Mg}$	Можливість використання
сер.	1529	дуже висока	9,2	задовільні	3,31	низька	60	шкідливе	0,63	0,60	можливо
p%	середня - 9,1 висока - 4,5 дуже висока - 86,4		добрі - 9,1 задовільні - 86,4 незадовільні - 4,5		низька - 100		не шкідливе - 13,6 шкідливе - 86,4		можливо - 68,2 не можливо - 31,8		

Таблиця А24 – Результати статистичної обробки гідрохімічних спостережень р. Дунай (м. Рені) (ЗПР)

Значення	$M_3$	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+$	$K^+$	Стокс
сер., мг/дм <sup>3</sup>	335	180	39	29,0	53,2	13,9	18,0	0,0	96
мін, мг/дм <sup>3</sup>	254	133	26,3	20,1	35,7	9,7	6,2	0,0	72,3
мах, мг/дм <sup>3</sup>	448	235	55	44,2	71,2	21,5	30,5	0,0	137

Значення	$CO_3^{2-}$	$Na_2CO_3$	$Ca(HCO_3)_2$	$NaHCO_3$	$Mg(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	$Na_2SO_4$	$MgSO_4$	$CaCl_2$	$NaCl$	$MgCl_2$
сер., мг/дм <sup>3</sup>	0,0	0,0	215	0,0	21,6	0,0	9,0	45,6	0,0	42,4	7,8
мах, мг/дм <sup>3</sup>	0,0	0,0	288	0,0	41,4	0,0	36,1	63,9	0,0	69,6	19,8
p%	0,0	0,0	100	0,0	100	0,0	43,6	100	0,0	100	56,4

Значення	Клас						Група						Тип					
	сульфатно		18	хлоридно		18	карбонатні		64	натрієво		17		магнієво		25	кальцієві	
сер.																		
p%	карбонатні - 100 сульфатні - 0,0 хлоридні - 0,0						кальцієві - 100 магнієві - 0,0 натрієві - 0,0						1 - 0,0 2 - 43,6 3 - 56,4					

Значення	А.М. Костяков		С.Я. Безднина		А.М. Можейко Т.К. Воротник		І.Н. Антипов-Каратаєв Г.М. Кадер			А.М. Буданов			
	$M_3$	Оцінка	$Na^+$ , %	Оцінка	$K$	Оцінка	$0,23M_3$	$PKO$	Оцінка	$K_1$	$K_2$	$K_3$	Оцінка
сер.	335	добра	17	I	29,1	сприятлива	0,08	2,43	придатна	0,29	0,21	0,00	придатна
p%	добра - 92,7 обережн. підх. - 7,3		I - 100		сприятлива - 100		придатна - 100			придатна - 100			

Значення	Класифікація США		Х. Стеблер		Департамент с/х США		І. Сабольч і К. Дараб		Келлі і Лібіх		
	$M_3$	Солоність	$K_H$	Оцінка	SAR	Небезпека осолонцювання	$K_{Mg}$	Вплив на ґрунти	$K_{Na}$	$K_{Mg}$	Можливість використання
сер.	335	середня	70,4	добрі	0,57	низька	30	не шкідливе	0,21	0,30	можливо
p%	середня - 100,0		добрі - 100		низька - 100		не шкідливе - 100		можливо - 100		

Таблиця А25 – Результати статистичної обробки гідрохімічних спостережень р. Дунай (м. Ізмаїл) (ЗПР)

Значення	$M_3$	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+$	$K^+$	Стокс
сер., мг/дм <sup>3</sup>	335	179	39,3	29,4	53,5	13,9	17,8	0,0	96,9
min, мг/дм <sup>3</sup>	257	131	29,9	21,5	36,1	9,5	7,7	0,0	73,7
max, мг/дм <sup>3</sup>	444	233	53,1	44,2	70,5	18,9	30,1	0,0	136

Значення	$CO_3^{2-}$	$Na_2CO_3$	$Ca(HCO_3)_2$	$NaHCO_3$	$Mg(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	$Na_2SO_4$	$MgSO_4$	$CaCl_2$	$NaCl$	$MgCl_2$
сер., мг/дм <sup>3</sup>	0,0	0,0	216	0,0	20,7	5,4	7,1	47,1	0,0	43,2	6,3
max, мг/дм <sup>3</sup>	0,0	0,0	285	0,0	47,9	10,6	34	63,2	0,0	72,4	15,9
p%	0,0	0,0	100	0,0	96,3	3,7	33,3	100	0,0	100	66,7

Значення	Клас						Група						Тип					
	сульфатно		18	хлоридно		18	карбонатні		64	натрієво		17		магнієво		25	кальцієві	
сер.																		
p%	карбонатні - 100 сульфатні - 0,0 хлоридні - 0,0						кальцієві - 100 магнієві - 0,0 натрієві - 0,0						1 - 0,0 2 - 33,3 3 - 66,7					

Значення	А.М. Костяков		С.Я. Безднина		А.М. Можейко Т.К. Воротник		І.Н. Антипов-Каратаєв Г.М. Кадер			А.М. Буданов			
	$M_3$	Оцінка	$Na^+$ , %	Оцінка	$K$	Оцінка	$0,23M_3$	$PKO$	Оцінка	$K_1$	$K_2$	$K_3$	Оцінка
сер.	335	добра	17	I	28,8	сприятлива	0,08	2,47	придатна	0,29	0,20	0,00	придатна
p%	добра - 92,6 обережн. підх. - 7,4		I - 100		сприятлива - 100		придатна - 100			придатна - 100			

Значення	Класифікація США		Х. Стеблер		Департамент с/х США		І. Сабольч і К. Дараб		Келлі і Лібіх		
	$M_3$	Солоність	$K_H$	Оцінка	SAR	Небезпека осолонцювання	$K_{Mg}$	Вплив на ґрунти	$K_{Na}$	$K_{Mg}$	Можливість використання
сер.	335	середня	69,5	добрі	0,56	низька	30	не шкідливе	0,20	0,30	можливо
p%	середня - 100,0		добрі - 100		низька - 100		не шкідливе - 100		можливо - 100		



Таблиця А26 – Результати статистичної обробки гідрохімічних спостережень р.Дунай (м.Кілія) (ЗПР)

Значення	$M_3$	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+$	$K^+$	Стокс
сер., мг/дм <sup>3</sup>	327	175	38,0	28,5	51,0	13,7	18,5	0,0	95
мін, мг/дм <sup>3</sup>	257	133	28,3	20,5	35,7	9,4	8,5	0,0	71,0
мах, мг/дм <sup>3</sup>	396	213	53,0	39,3	65,4	16,8	31,9	0,0	123

Значення	$CO_3^{2-}$	$Na_2CO_3$	$Ca(HCO_3)_2$	$NaHCO_3$	$Mg(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	$Na_2SO_4$	$MgSO_4$	$CaCl_2$	$NaCl$	$MgCl_2$
сер., мг/дм <sup>3</sup>	0,0	0,0	206	0,0	24,3	0,0	14,0	42	0,0	41,9	7,5
мах, мг/дм <sup>3</sup>	0,0	0,0	265	0,0	52,1	0,0	47	67	0,0	58,5	13,6
p%	0,0	0,0	100	0,0	100	0,0	44,8	100	0,0	100	55,2

Значення	Клас						Група						Тип					
	сульфатно		18	хлоридно		18	карбонатні		64	натрієво		18		магнієво		25	кальцієві	
сер.																		
p%	карбонатні - 100 сульфатні - 0,0 хлоридні - 0,0						кальцієві - 100 магнієві - 0,0 натрієві - 0,0						1 - 0,0 2 - 44,8 3 - 55,2					

Значення	А.М. Костяков		С.Я. Безднина		А.М. Можейко Т.К. Воротник		І.Н. Антипов-Каратаєв Г.М. Кадер			А.М. Буданов			
	$M_3$	Оцінка	$Na^+$ , %	Оцінка	$K$	Оцінка	$0,23M_3$	$PKO$	Оцінка	$K_1$	$K_2$	$K_3$	Оцінка
сер.	327	добра	18	I	30,5	сприятлива	0,08	2,28	придатна	0,32	0,22	0,00	придатна
p%	добра - 100		I - 100		сприятлива - 100		придатна - 100			придатна - 100			

Значення	Класифікація США		Х. Стеблер		Департамент с/х США		І. Сабольч і К. Дараб		Келлі і Лібіх		
	$M_3$	Солоність	$K_H$	Оцінка	SAR	Небезпека осолонцювання	$K_{Mg}$	Вплив на грунти	$K_{Na}$	$K_{Mg}$	Можливість використання
сер.	327	середня	71,6	добрі	0,59	низька	31	не шкідливе	0,22	0,31	можливо
p%	середня - 100		добрі - 100		низька - 100		не шкідливе - 100		можливо - 100		

Таблиця А27 – Результати статистичної обробки гідрохімічних спостережень р.Дунай (м.Вилкове) (ЗПР)

Значення	$M_3$	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+$	$K^+$	Стокс
сер., мг/дм <sup>3</sup>	332	179	38	29,1	52,9	13,7	18,0	0,0	95,0
min, мг/дм <sup>3</sup>	256	130	26,1	17,6	35,7	7,8	5,7	0,0	67,1
max, мг/дм <sup>3</sup>	434	234	54	44,5	72,6	19,8	31,8	0,0	129

Значення	$CO_3^{2-}$	$Na_2CO_3$	$Ca(HCO_3)_2$	$NaHCO_3$	$Mg(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	$Na_2SO_4$	$MgSO_4$	$CaCl_2$	$NaCl$	$MgCl_2$
сер., мг/дм <sup>3</sup>	0,0	0,0	213	0,0	22,4	14,7	12,1	44,5	0,0	42,5	6,5
max, мг/дм <sup>3</sup>	0,0	0,0	294	0,0	51,8	21,4	45,1	67,0	0,0	65,4	20,1
p%	0,0	0,0	100	0,0	96,7	3,3	31,1	100	0,0	100	68,9

Значення	Клас						Група						Тип					
	сульфатно		18	хлоридно		18	карбонатні		64	натрієво		17		магнієво		25	кальцієві	
сер.																		
p%	карбонатні - 100 сульфатні - 0,0 хлоридні - 0,0						кальцієві - 100 магнієві - 0,0 натрієві - 0,0						1 - 0,0 2 - 31,1 3 - 68,9					

Значення	А.М. Костяков		С.Я. Безднина		А.М. Можейко Т.К. Воротник		І.Н. Антипов-Каратаєв Г.М. Кадер			А.М. Буданов			
	$M_3$	Оцінка	$Na^+$ , %	Оцінка	$K$	Оцінка	$0,23M_3$	$PKO$	Оцінка	$K_1$	$K_2$	$K_3$	Оцінка
сер.	332	добра	17	I	29,3	сприятлива	0,08	2,41	придатна	0,30	0,21	0,00	придатна
p%	добра - 95,1 обережн. підх. - 4,9		I - 100		сприятлива - 100		придатна - 100			придатна - 100			

Значення	Класифікація США		Х. Стеблер		Департамент с/х США		І. Сабольч і К. Дараб		Келлі і Лібіх		
	$M_3$	Солоність	$K_H$	Оцінка	SAR	Небезпека осолонцювання	$K_{Mg}$	Вплив на ґрунти	$K_{Na}$	$K_{Mg}$	Можливість використання
сер.	332	середня	70,1	добрі	0,57	низька	30	не шкідливе	0,21	0,30	можливо
p%	середня - 100		добрі - 100		низька - 100		не шкідливе - 100		можливо - 100		

Таблиця А28 – Результати статистичної обробки гідрохімічних спостережень вдсх Сасик (ГНС-2) (ЗПР)

Значення	$M_3$	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+$	$K^+$	Стокс
сер., мг/дм <sup>3</sup>	1620	188	417	489	81,2	72,6	363	11,8	1294
мін, мг/дм <sup>3</sup>	324	116	39,8	26,6	22,0	24,3	22,5	2,5	96,2
мах, мг/дм <sup>3</sup>	3550	256	1463	815	210	109	985	21,0	3290

Значення	$CO_3^{2-}$	$Na_2CO_3$	$Ca(HCO_3)_2$	$NaHCO_3$	$Mg(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	$Na_2SO_4$	$MgSO_4$	$CaCl_2$	$NaCl$	$MgCl_2$
сер., мг/дм <sup>3</sup>	14,4	25,4	233	0,0	49,4	111	194	357	33,6	782	77,3
мах, мг/дм <sup>3</sup>	24,0	42,4	340	0,0	139	428	1559	542	38,7	1344	142
p%	56,5	56,5	100	0,0	30,4	69,6	78,3	91,3	8,7	100	21,7

Значення	Клас						Група						Тип					
	карбонатно		13	сульфатно		34	хлоридні		53	кальцієво		16		магнієво		23	натрієві	
сер.																		
p%	карбонатні - 8,7 сульфатні - 4,3 хлоридні - 87,0						кальцієві - 0,0 магнієві - 8,7 натрієві - 91,3						1 - 0,0 2 - 82,6 3 - 17,4					

Значення	А.М. Костяков		С.Я. Безднина		А.М. Можейко Т.К. Воротник		І.Н. Антипов-Каратаєв Г.М. Кадер			А.М. Буданов			
	$M_3$	Оцінка	$Na^+$ , %	Оцінка	$K$	Оцінка	0,23 $M_3$	ПКО	Оцінка	$K_1$	$K_2$	$K_3$	Оцінка
сер.	1620	підвищ. небезп.	61	III(6,8,10-12)	76,2	дуже неспр.	0,37	0,32	непридатні	3,90	1,57	5,18	непридатні
p%	добра - 4,3 обережн. підх. - 13,0 підвищ. небезп. - 78,3 засолює - 4,3		I - 8,7 II - 8,7 III(1-5) - 17,4 III(6,8,10-12) - 60,9 IV4 - 4,3		сприятлива - 13,0 несприятл. - 21,7 дуже неспр. - 65,2		придатна - 30,4 непридатна - 69,6			придатна - 8,7 умовно придатна - 0,0 непридатна - 91,3			

Значення	Класифікація США		Х. Стеблер		Департамент с/х США		І. Сабольч і К. Дараб		Келлі і Лібіх		
	$M_3$	Солоність	$K_{II}$	Оцінка	SAR	Небезпека осолонцювання	$K_{Mg}$	Вплив на ґрунти	$K_{Na}$	$K_{Mg}$	Можливість використання
сер.	1620	дуже висока	4,1	незадовільні	7,05	низька	60	шкідливе	1,57	0,60	неможливо
p%	середня - 8,7 висока - 8,7 дуже висока - 78,3		добрі - 8,7 незадовільні - 91,3		низька - 95,7 середня - 4,3		нешкідливе - 21,7 шкідливе - 78,3		можливо - 8,7 неможливо - 91,3		

Таблиця А29 – Результати статистичної обробки гідрохімічних спостережень канал Дунай-Сасик (ЗПР)

Значення	$M_3$	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+$	$K^+$	$C_{токс}$
<i>сер.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	428	164	105	42,4	58,9	22,3	32,2	3,1	188
<i>мін.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	325	92	44,2	26,6	40,0	15,2	20,0	2,0	118
<i>мах.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	501	195	166	70,9	70,0	36,5	49,9	5,0	276

Значення	$CO_3^{2-}$	$Na_2CO_3$	$Ca(HCO_3)_2$	$NaHCO_3$	$Mg(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	$Na_2SO_4$	$MgSO_4$	$CaCl_2$	$NaCl$	$MgCl_2$
<i>сер.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	30,0	53,0	212	0,0	25,9	28,8	31,8	93	0,0	57,8	29,3
<i>мах.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	30,0	53,0	259	0,0	44,1	101,7	70	140	0,0	87,7	49,8
<i>p%</i>	11,1	11,1	100	0,0	22,2	77,8	66,7	100	0,0	100	33,3

Значення	Клас						Група						Тип					
	хлоридно		19	сульфатно		35	карбонатні		45	натрієво		24		магнієво		29	кальцієві	
<i>сер.</i>																		
<i>p%</i>	карбонатні - 66,7 сульфатні - 33,3 хлоридні - 0,0						кальцієві - 77,8 магнієві - 22,2 натрієві - 0,0						1 - 0,0 2 - 66,7 3 - 33,3					

Значення	А.М. Костяков		С.Я. Безднина		А.М. Можейко Т.К. Воротник		І.Н. Антипов-Каратаєв Г.М. Кадер			А.М. Буданов			
	$M_3$	Оцінка	$Na^+$ , %	Оцінка	$K$	Оцінка	$0,23M_3$	$PKO$	Оцінка	$K_1$	$K_2$	$K_3$	Оцінка
<i>сер.</i>	428	обережн. підх.	23	I	38,3	сприятлива	0,10	1,71	придатна	0,48	0,29	0,00	придатна
<i>p%</i>	добра - 33,3 обережн. підх. - 66,7		I - 88,9 II - 11,1		сприятлива - 100		придатна - 100			придатна - 100			

Значення	Класифікація США		Х. Стеблер		Департамент с/х США		І. Сабольч і К. Дараб		Келлі і Лібіх		
	$M_3$	Солоність	$K_{Cl}$	Оцінка	SAR	Небезпека осолонцювання	$K_{Mg}$	Вплив на ґрунти	$K_{Na}$	$K_{Mg}$	Можливість використання
<i>сер.</i>	428	середня	46,6	добрі	0,91	низька	38	не шкідливе	0,29	0,38	можливо
<i>p%</i>	середня - 88,9 висока - 11,1		добрі - 100		низька - 100		не шкідливе - 77,8 шкідливе - 22,2		можливо - 100		

Таблиця А30 – Результати статистичної обробки гідрохімічних спостережень вдсх Кучурганське (с.Граданиці)

Значення	$M_3$	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+$	$K^+$	$C_{токс}$
<i>сер.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	1710	238	633	339	120	107	273	14,9	1251
<i>мін.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	853	183	283	142	50,0	30,4	108	8,0	529
<i>мах.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	3407	647	1345	558	260	316	430	27,0	2386

Значення	$CO_3^{2-}$	$Na_2CO_3$	$Ca(HCO_3)_2$	$NaHCO_3$	$Mg(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	$Na_2SO_4$	$MgSO_4$	$CaCl_2$	$NaCl$	$MgCl_2$
<i>сер.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	8,4	14,8	314	0,0	36,9	151	202	522	0,0	553	29,0
<i>мах.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	8,4	14,8	859	0,0	36,9	377	787	1543	0,0	920	61,8
<i>p%</i>	5,0	5,0	100	0,0	5,0	95,0	85,0	100	0,0	100	15,0

Значення	Клас						Група						Тип						
	карбонатно		15	хлоридно		36	сульфатні		49	кальцієво		22		магнієво		33	натрієві		45
<i>сер.</i>	карбонатно		15	хлоридно		36	сульфатні		49	кальцієво		22	магнієво		33	натрієві		45	2
<i>p%</i>	карбонатні - 0,0 сульфатні - 90,0 хлоридні - 10,0						кальцієві - 5,0 магнієві - 10,0 натрієві - 85,0						1 - 0,0 2 - 85,0 3 - 15,0						

Значення	А.М. Костяков		С.Я. Безднина		А.М. Можейко Т.К. Воротник		І.Н. Антипов-Каратаєв Г.М. Кадер			А.М. Буданов			
	$M_3$	Оцінка	$Na^+$ , %	Оцінка	$K$	Оцінка	$0,23M_3$	$PKO$	Оцінка	$K_1$	$K_2$	$K_3$	Оцінка
<i>сер.</i>	1710	підвищ. небезп.	45	III(1-5)	62,4	сприятлива	0,39	0,62	придатна	1,99	0,81	3,63	не придатна
<i>p%</i>	обережн. підх. - 5,0 підвищ. небезп. - 90,0 засолює - 5,0		II - 5,0 III(1-5) - 85,0 III(6,8,10-12) - 10,0		сприятлива - 85 несприятл. - 5,0 дуже неспр. - 10,0		придатна - 85 не придатна - 15,0			умовно придатна - 5,0 не придатна - 95,0			

Значення	Класифікація США		Х. Стеблер		Департамент с/х США		І. Сабольч і К. Дараб		Келлі і Лібіх		
	$M_3$	Солоність	$K_H$	Оцінка	SAR	Небезпека осолонцювання	$K_{Mg}$	Вплив на ґрунти	$K_{Na}$	$K_{Mg}$	Можливість використання
<i>сер.</i>	1710	дуже висока	5,8	незадовільні	4,37	низька	60	шкідливе	0,81	0,60	можливо
<i>p%</i>	висока - 5,0 дуже висока - 90,0 непридатна - 5,0		задовільні - 55,0 незадовільні - 45,0		низька - 100		не шкідливе - 25,0 шкідливе - 75,0		можливо - 30,0 не можливо - 70,0		

Таблиця А31 – Результати статистичної обробки гідрохімічних спостережень вдсх Кучурганське (с.Кучургани)

Значення	$M_3$	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+$	$K^+$	$C_{токс}$
<i>сер.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	2555	385	952	497	144	224	344	19,7	1950
<i>мін.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	795	171	216,0	160	60,0	48,6	108	6,0	529
<i>мах.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	4741	756	2182	895	260	456	850	36,0	4050

Значення	$CO_3^{2-}$	$Na_2CO_3$	$Ca(HCO_3)_2$	$NaHCO_3$	$Mg(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	$Na_2SO_4$	$MgSO_4$	$CaCl_2$	$NaCl$	$MgCl_2$
<i>сер.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	30,8	54,3	462	0,0	181	133	289	973	0,0	725	170
<i>мах.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	72,0	127	883	0,0	586	319	1152	2190	0,0	1213	389
<i>p%</i>	33,3	33,3	100	0,0	25,0	75,0	54,2	100	0,0	100	45,8

Значення	Клас						Група						Тип					
	карбонатно		16	хлоридно		35	сульфатні		49	кальцієво		17		натрієво		38	магнієві	
<i>сер.</i>																		
<i>p%</i>	карбонатні - 4,2 сульфатні - 79,2 хлоридні - 16,7						кальцієві - 4,2 магнієві - 50,0 натрієві - 45,8						1 - 4,2 2 - 50,0 3 - 45,8					

Значення	А.М. Костяков		С.Я. Безднина		А.М. Можейко Т.К. Воротник		І.Н. Антипов-Каратаєв Г.М. Кадер			А.М. Буданов			
	$M_3$	Оцінка	$Na^+$ , %	Оцінка	$K$	Оцінка	$0,23M_3$	$PKO$	Оцінка	$K_1$	$K_2$	$K_3$	Оцінка
<i>сер.</i>	2555	підвищ. небезп.	37	III(1-5)	54,7	сприятлива	0,59	0,86	придатна	2,09	0,58	3,19	непридатна
<i>p%</i>	обережн. підх. - 4,2 підвищ. небезп. - 70,8 засолює - 25,0		II - 4,2 III(1-5) - 95,8		сприятлива - 83,3 несприятл. - 16,7		придатна - 87,5 непридатна - 12,5			умовно прид. - 4,2 непридатна - 95,8			

Значення	Класифікація США		Х. Стеблер		Департамент с/х США		І. Сабольч і К. Дараб		Келлі і Лібіх		
	$M_3$	Солоність	$K_H$	Оцінка	SAR	Небезпека осолонцювання	$K_{Mg}$	Вплив на ґрунти	$K_{Na}$	$K_{Mg}$	Можливість використання
<i>сер.</i>	2555	дуже висока	4,1	незадовільні	4,18	низька	72	шкідливе	0,58	0,72	неможливо
<i>p%</i>	висока - 4,2 дуже висока - 70,8 непридатна - 25,0		задовільні - 16,7 незадовільні - 83,3		низька - 100 середня - 0,0		не шкідливе - 8,3 шкідливе - 91,7		можливо - 16,7 неможливо - 83,3		

Таблиця А32 – Результати статистичної обробки гідрохімічних спостережень вдсх Балтське

Значення	$M_3$	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+$	$K^+$	Стокс
сер., мг/дм <sup>3</sup>	663	381	57	49,9	56,3	35,7	76,3	11,8	245
min, мг/дм <sup>3</sup>	561	342	17,3	35,5	40,0	24,3	49,9	10,0	139
max, мг/дм <sup>3</sup>	848	464	230	70,9	65,0	79,0	99,8	13,0	393

Значення	$CO_3^{2-}$	$Na_2CO_3$	$Ca(HCO_3)_2$	$NaHCO_3$	$Mg(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	$Na_2SO_4$	$MgSO_4$	$CaCl_2$	$NaCl$	$MgCl_2$
сер., мг/дм <sup>3</sup>	13,5	23,8	228	93,5	191	0,0	60,6	80	0,0	82,2	0,0
max, мг/дм <sup>3</sup>	24,0	42,4	263	198	293	0,0	163	150	0,0	117	0,0
p%	50,0	50,0	100	75,0	100	0,0	100	25	0,0	100	0,0

Значення	Клас						Група						Тип					
	сульфатно		13	хлоридно		16	карбонатні		71	кальцієво		30		магнієво		31	натрієві	
сер.																		
p%	карбонатні - 100 сульфатні - 0,0 хлоридні - 0,0						кальцієві - 12,5 магнієві - 25,0 натрієві - 62,5						1 - 87,5 2 - 12,5 3 - 0,0					

Значення	А.М. Костяков		С.Я. Безднина		А.М. Можейко Т.К. Воротник		І.Н. Антипов-Каратаєв Г.М. Кадер			А.М. Буданов			
	$M_3$	Оцінка	$Na^+$ , %	Оцінка	$K$	Оцінка	$0,23M_3$	$PKO$	Оцінка	$K_1$	$K_2$	$K_3$	Оцінка
сер.	663	обережн. підх.	37	II	55,7	сприятлива	0,15	0,87	придатна	1,18	0,58	0,00	не придатна
p%	обережн. підх. - 100		II - 100		сприятлива - 100		придатна - 100			придатна - 25,0 не придатна - 75,0			

Значення	Класифікація США		Х. Стеблер		Департамент с/х США		І. Сабольч і К. Дараб		Келлі і Лібіх		
	$M_3$	Солоність	$K_H$	Оцінка	SAR	Небезпека осолонцювання	$K_{Mg}$	Вплив на ґрунти	$K_{Na}$	$K_{Mg}$	Можливість використання
сер.	663	висока	18,6	добрі	1,96	низька	51	шкідливе	0,58	0,51	можливо
p%	висока - 100		добрі - 50,0 задовільні - 50,0		низька - 100		не шкідливе - 62,5 шкідливе - 37,5		можливо - 87,5 не можливо - 12,5		

Таблиця А33 – Результати статистичної обробки гідрохімічних спостережень в дсх Барабойське

Значення	$M_3$	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+$	$K^+$	$C_{токс}$
<i>сер.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	507	149	168	53,1	52,1	34,7	47,5	6,3	289
<i>мін.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	327	98	49,9	17,7	30,0	6,1	24,6	3,0	131
<i>макс.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	896	329	376	106	100	79,0	99,8	8,0	518

Значення	$CO_3^{2-}$	$Na_2CO_3$	$Ca(HCO_3)_2$	$NaHCO_3$	$Mg(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	$Na_2SO_4$	$MgSO_4$	$CaCl_2$	$NaCl$	$MgCl_2$
<i>сер.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	9,6	17,0	186	0,0	22,2	39,0	41,8	160	0,0	84,9	17,6
<i>макс.</i> , мг/дм <sup>3</sup>	12,0	21,2	348	0,0	81,0	136	131	379	0,0	175	20,5
<i>p%</i>	29,4	29,4	100	0,0	47,1	52,9	88,2	100	0,0	100	11,8

Значення	Клас						Група						Тип					
	хлоридно		20	карбонатно		34	сульфатні		46	натрієво		29		кальцієво		34	магнієві	
<i>сер.</i>																		
<i>p%</i>	карбонатні - 29,4 сульфатні - 70,6 хлоридні - 0,0						кальцієві - 47,1 магнієві - 47,1 натрієві - 5,9						1 - 0,0 2 - 52,9 3 - 47,1					

Значення	А.М. Костяков		С.Я. Безднина		А.М. Можейко Т.К. Воротник		І.Н. Антипов-Каратаєв Г.М. Кадер			А.М. Буданов			
	$M_3$	Оцінка	$Na^+$ , %	Оцінка	$K$	Оцінка	$0,23M_3$	$PKO$	Оцінка	$K_1$	$K_2$	$K_3$	Оцінка
<i>сер.</i>	507	обережн. підх.	27	II	45,0	сприятлива	0,12	1,32	придатна	0,79	0,38	0,00	придатна
<i>p%</i>	добра - 29,4 обережн. підх. - 70,6		I - 64,7 II - 35,3		сприятлива - 100		придатна - 100			придатна - 82,4 умовно придатна - 0,0 не придатна - 17,6			

Значення	Класифікація США		Х. Стеблер		Департамент с/х США		І. Сабольч і К. Дараб		Келлі і Лібіх		
	$M_3$	Солоність	$K_H$	Оцінка	SAR	Небезпека осолонцювання	$K_{Mg}$	Вплив на грунти	$K_{Na}$	$K_{Mg}$	Можливість використання
<i>сер.</i>	507	висока	35,8	добрі	1,25	низька	52	шкідливе	0,38	0,52	можливо
<i>p%</i>	середня - 64,7 висока - 35,3		добрі - 100		низька - 100		не шкідливе - 47,1 шкідливе - 52,9		можливо - 70,6 не можливо - 29,4		



Таблиця А34 – Результати статистичної обробки гідрохімічних спостережень вдсх Біляївське

Значення	$M_3$	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+$	$K^+$	Стокс
сер., мг/дм <sup>3</sup>	3926	268	1460	1007	258	271	653	12,4	2993
min, мг/дм <sup>3</sup>	2976	214	686	851	180	54,7	235	5,0	2104
max, мг/дм <sup>3</sup>	4845	342	1940	1312	700	365	840	18,2	3874

Значення	$CO_3^{2-}$	$Na_2CO_3$	$Ca(HCO_3)_2$	$NaHCO_3$	$Mg(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	$Na_2SO_4$	$MgSO_4$	$CaCl_2$	$NaCl$	$MgCl_2$
сер., мг/дм <sup>3</sup>	14,7	25,9	357	0,0	0,0	577	259	1183	0,0	1508	322
max, мг/дм <sup>3</sup>	24,0	42,4	454	0,0	0,0	2010	507	1721	0,0	2110	1114
p%	69,2	69,2	100	0,0	0,0	100	61,5	100	0,0	100	38,5

Значення	Клас						Група						Тип					
	карбонатно		7	хлоридно		45	сульфатні		48	кальцієо		20		магнієво		35	натрієві	
сер.																		
p%	карбонатні - 0,0 сульфатні - 61,5 хлоридні - 38,5						кальцієві - 7,7 магнієві - 7,7 натрієві - 84,6						1 - 0,0 2 - 61,5 3 - 38,5					

Значення	А.М. Костяков		С.Я. Безднина		А.М. Можейко Т.К. Воротник		І.Н. Антипов-Каратаєв Г.М. Кадер			А.М. Буданов			
	$M_3$	Оцінка	$Na^+$ , %	Оцінка	$K$	Оцінка	$0,23M_3$	$PKO$	Оцінка	$K_1$	$K_2$	$K_3$	Оцінка
сер.	3926	засолює	45	III(1-5)	62,0	сприятлива	0,90	0,62	не придатна	2,20	0,81	3,62	непридатна
p%	підвищ. небезп. - 7,7 засолює - 92,3		III(1-5) 100		сприятлива - 69,2 несприятл. - 30,8		придатна - 15,4 не придатна - 84,6			умовно придатна - 7,7 непридатна - 92,3			

Значення	Класифікація США		Х. Стеблер		Департамент с/х США		І. Сабольч і К. Дараб		Келлі і Лібіх		
	$M_3$	Солоність	$K_H$	Оцінка	SAR	Небезпека осолонцювання	$K_{Mg}$	Вплив на грунти	$K_{Na}$	$K_{Mg}$	Можливість використання
сер.	3926	непридатна	2,0	незадовільні	6,77	низька	63	шкідливе	0,81	0,63	можливо
p%	дуже висока - 7,7 непридатна - 92,3		незадовільні - 100		низька - 100		не шкідливе - 7,7 шкідливе - 92,3		можливо - 15,4 не можливо - 84,6		

Таблиця А35 – Результати статистичної обробки гідрохімічних спостережень вдсх Санжейське

Значення	$M_3$	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+$	$K^+$	Стокс
сер., мг/дм <sup>3</sup>	2091	204	906	360	175	116	327	8,7	1454
мін, мг/дм <sup>3</sup>	722	134	265	106	60,0	45,6	95,0	0,4	489
мак, мг/дм <sup>3</sup>	3848	293	1881	603	320	219	600	13,0	2714

Значення	$CO_3^{2-}$	$Na_2CO_3$	$Ca(HCO_3)_2$	$NaHCO_3$	$Mg(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	$Na_2SO_4$	$MgSO_4$	$CaCl_2$	$NaCl$	$MgCl_2$
сер., мг/дм <sup>3</sup>	10,8	19,1	271	0,0	0,0	366	280	573	0,0	594	0,0
мак, мг/дм <sup>3</sup>	24,0	42,4	389	0,0	0,0	842	653	1083	0,0	993	0,0
p%	32,6	32,6	100	0,0	0,0	100	100	100	0,0	100	0,0

Значення	Клас						Група						Тип					
	карбонатно		11	хлоридно		31	сульфатні		58	кальцієво		27		магнієво		29	натрієві	
сер.																		
p%	карбонатні - 0,0 сульфатні - 100 хлоридні - 0,0						кальцієві - 0,0 магнієві - 2,2 натрієві - 97,8						1 - 0,0 2 - 100 3 - 0,0					

Значення	А.М. Костяков		С.Я. Безднина		А.М. Можейко Т.К. Воротник		І.Н. Антипов-Каратаєв Г.М. Кадер			А.М. Буданов			
	$M_3$	Оцінка	$Na^+$ , %	Оцінка	$K$	Оцінка	$0,23M_3$	$PKO$	Оцінка	$K_1$	$K_2$	$K_3$	Оцінка
сер.	2091	підвищ. небезп.	44	III(1-5)	61,5	сприятлива	0,50	0,63	придатна	1,65	0,79	3,59	непридатна
p%	обережн. підх. - 10,9 підвищ. небезп. - 71,7 засолює - 17,4		II - 10,9 III(1-5) - 89,1		сприятлива - 97,8 несприятл. - 2,2		придатна - 78,3 непридатна - 21,7			придатна - 2,2 непридатна - 97,8			

Значення	Класифікація США		Х. Стеблер		Департамент с/х США		І. Сабольч і К. Дараб		Келлі і Лібіх		
	$M_3$	Солоність	$K_{II}$	Оцінка	SAR	Небезпека осолонцювання	$K_{Mg}$	Вплив на ґрунти	$K_{Na}$	$K_{Mg}$	Можливість використання
сер.	2091	дуже висока	5,1	незадовільні	4,85	низька	52	шкідливе	0,79	0,52	можливо
p%	висока - 10,9 дуже висока - 71,7 непридатна - 17,4		задовільні - 45,7 незадовільні - 54,3		низька - 100		не шкідливе - 21,7 шкідливе - 78,3		можливо - 93,5 неможливо - 6,5		

## Додаток Б

Акт впровадження дисертаційного дослідження в діяльність  
УКРПІВДЕНГПРОВОДГОСП

04 березня 2024 р.

## АКТ

про впровадження результатів дисертаційного дослідження Караулова Віталія Дмитровича щодо оцінки іригаційного потенціалу водних об'єктів Одеської області

Ми, що нижче підписалися, директор ДП «Державного регіонального проектно-вишукувального інституту» («УКРПІВДЕНГПРОВОДГОСП») Машин Георгій Олексійович і начальник відділу водогосподарських обґрунтувань і природокористування (ВГОПК) Єгоращенко Володимир Борисович, склали цей акт про те, що науково-практичні результати дисертаційного дослідження Караулова Віталія Дмитровича щодо оцінки іригаційного потенціалу водних об'єктів Одеської області впроваджено в виробничу діяльність відділу при розробці проектно-кошторисної документації в частині наступних результатів:

Назва впровадженого результату	Досягнутий ефект	
	Науково-господарський, науковий, соціальний та ін.	Економічний ефект
Результати іригаційної оцінки якості поверхневих вод Одеської області за багаторічний період; Закономірності просторово-часової мінливості якості вод на території Одеської області; Імовірнісний підхід при оцінюванні якості вод.	Науково-господарський ефект полягає у детальнішому обґрунтуванні на стадії проектування іригаційних можливостей водних об'єктів, розташованих в межах водних басейнів Одеської області	Скорочення часу розрахунків при проектно-вишукувальних та науково-дослідних роботах при розробці проектно-кошторисної документації

Директор  
ДП «УКРПІВДЕНГПРОВОДГОСП»

Начальник ВГОПК  
ДП «УКРПІВДЕНГПРОВОДГОСП»



Машин Г.О.

Єгоращенко В.Б.

## Додаток В

## Акт впровадження дисертаційного дослідження в підприємницьку діяльність

**Фізична особа-підприємець**  
**«Єгоращенко Володимир Борисович»**  
 65039 м. Одеса провулок Басейний 1, 21-В  
 РНОКПП 2011008012

20 лютого 2024 року

## АКТ

про впровадження результатів дисертаційного дослідження Караулова Віталія Дмитровича щодо оцінки іригаційного потенціалу водних об'єктів Одеської області

Я, що нижче підписаний, Фізична особа-підприємець (ФОП) **Єгоращенко Володимир Борисович**, що діє на підставі державної реєстрації, номер запису в Єдиному державному реєстрі 200556000000171130 від 12.04.2021 (КВЕД 71.12 – Діяльність у сфері інжинірингу, геології та геодезії), склали цей акт про те, що науково-практичні результати дисертаційного дослідження Караулова Віталія Дмитровича щодо оцінки іригаційного потенціалу водних об'єктів Одеської області впроваджено в виробничу діяльність при розробці низки проектів паспортів водних об'єктів Одеської області та інженерних оцінок стану якості води в частині наступних результатів:

Назва впровадженого результату	Досягнутий ефект	
	Науково-господарський, науковий, соціальний та ін.	Економічний ефект
Результати іригаційної оцінки якості поверхневих вод Одеської області за багаторічний період; Закономірності просторово-часової мінливості якості вод на території Одеської області; Імовірнісний підхід при оцінюванні якості вод.	Науково-господарський ефект полягає у детальнішому обґрунтуванні на стадії проектування іригаційних можливостей водних об'єктів, розташованих в межах водних басейнів Одеської області	Скорочення часу розрахунків при проектно-вищувальних та науково-дослідних роботах при розробці звітів ....

Інженер-проектувальник  
 ФОП «Єгоращенко В.Б.»



Єгоращенко В.Б.

Вик.: Єгоращенко В.Б.  
 Тел.: +38(050)391-29-32



Додаток Г  
Сертифікат фізичної особи

МІНІСТЕРСТВО РЕГІОНАЛЬНОГО РОЗВИТКУ, БУДІВНИЦТВА  
ТА ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ  
АТЕСТАЦІЙНА АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА КОМІСІЯ

Серія AP № 010141

**КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ СЕРТИФІКАТ**  
відповідального виконавця окремих видів робіт (послуг),  
пов'язаних із створенням об'єкта архітектури

інженер-проектувальник  
*(найменування професії)*

Виданий про те, що Єгоращенко Володимир Борисович  
*(прізвище, ім'я, по батькові)*

пройшов(ла) професійну атестацію, що підтверджує його (її) відповідність кваліфікаційним  
вимогам у сфері діяльності, пов'язаної із створенням об'єктів архітектури, професійну  
спеціалізацію, необхідний рівень кваліфікації і знань.

Категорія: інженер-проектувальник

Кваліфікаційний сертифікат видано згідно з рішенням Атестаційної архітектурно-будівельної  
комісії (далі - Комісія) від \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_  
(рішенням \_\_\_\_\_ відповідної \_\_\_\_\_ секції Комісії  
від 13.08.2014 № 67, затвердженням президією  
Комісії 13.08.2014 № 65-III).

Зареєстрований у реєстрі атестованих осіб 25.07 2012 року  
за № 1237

Роботи (послуги), пов'язані із створенням об'єктів архітектури, спроможність виконання  
яких визначено кваліфікаційним сертифікатом:  
інженерно-будівельне проектування у частині забезпечення безпеки життя і  
здоров'я людини, захисту навколишнього природного середовища

Дата видачі 13.08 2014 року

Голова (заступник голови) Атестаційної  
архітектурно-будівельної комісії \_\_\_\_\_  
*(підпис)*  
0619, ВР

Заїго З. О.


## Додаток Д

## Акт впровадження дисертаційного дослідження в учбовий процес

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з навчальної роботи  
Одеського державного  
екологічного університетуМ.І. Сербов  
«02» лютого 2024 р.

## АКТ

**впровадження у навчальний процес підготовки бакалаврів результатів  
науково-практичного дослідження  
Караулова Віталія Дмитровича**

Ми, що нижче підписалися, проректор з наукової роботи д.геогр.н., професор Тучковенко Ю.С., завідувач кафедри екології та охорони довкілля д.техн.н., професор Чугай А.В. склали цей акт про те, що в Одеському державному екологічному університеті проведено впровадження наукових результатів вдосконалення методики ДСТУ 2730:2015 визначення небезпеки іригаційного засолення ґрунту за показником суми токсичних солей в еквівалентах хлорид-іонів і запропонування імовірнісного підходу при іригаційній оцінці якості вод (автор аспірант Караулов В.Д.). Отримані автором результати використовуються у навчальному процесі при підготовці студентів РВО «бакалавр» зі спеціальностей 101 «Екологія», а саме:

- при викладанні навчальної дисципліни «Методи оцінки якості природних вод» при підготовці бакалаврів зі спеціальності 101 «Екологія»;

Матеріали дослідження Караулова В.Д. визнано ефективними і такими, що відповідають компетенціям згідно стандартів вищої освіти, можуть бути використані у процесі підготовки здобувачів вищої освіти екологічних спеціальностей.

Проректор з НР ОДЕКУ  
д.геогр.н., проф.

Ю.С. Тучковенко

Зав. кафедри екології та охорони  
довкілля ОДЕКУ д.техн.н., проф.

А.В. Чугай

Професор кафедри екології та  
охорони довкілля, д.геол.-мін. н., проф.

Т.А. Сафранов