ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І.І. МЕЧНИКОВА

Факультет гідрометеорології і екології

Кафедра екології та охорони довкілля

Кваліфікаційна робота

на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

ПРОСТОРОВО-ЧАСОВА МІНЛИВІСТЬ СКЛАДУ І ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОД РІЧКИ КОГІЛЬНИК (ОДЕСЬКА ОБЛАСТЬ)

SPATIAL AND TEMPORAL VARIABILITY OF WATER COMPOSITION AND PROPERTIES OF THE KOGILNYK RIVER (ODESA OBLAST)

Виконала: студентка 2 курсу заочної форми навчання
спеціальності 101 – Екологія
освітньо-професійна програма Екологія та охорона навколишнього середовища

Довгань Анна Вікторівна
(прізвище, ім'я, по-батькові здобувача)

Керівник к.т.н., доцент Юрасов С.М. _____
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент д.геогр.н., проф. Лобода Н.С. _____
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

Рекомендовано до захисту:
Протокол засідання кафедри
екології та охорони довкілля
№ 4 від 22.11.2024 р.

Завідувачка кафедри
_____ Ангеліна ЧУГАЙ
(підпис) (ім'я, прізвище)

Захищено на засіданні ЕК № 1
протокол № ___ від ____.____.2024 р.

Оцінка _____/_____/_____
(за національною шкалою/шкалою ECTS/ бали)
Голова ЕК
_____ Микола СЕРБОВ
(підпис) (ім'я, прізвище)

Одеса 2024

АНОТАЦІЯ

***Довгань А.В. Просторово-часова мінливість складу і властивостей вод річки Когільник* (*Одеська область*)**

Актуальність теми дослідження. У вітчизняній практиці оцінку якості вод різних видів перспективного водокористування зазвичай виконують за середніми значеннями показників за деякий попередній період часу і не враховують мінливість показників у часі. При такому підході: по-перше, за наявності суттєвого позитивного часового тренду оцінка якості вод у минулому може дуже прикрашати уявлення про стан вод у майбутньому; по-друге, привести до того, що у майбутньому період часу використання вод з порушенням вимог норм наближатиметься до 50%. Це не можна вважати приємним. Тут виникає необхідність обмеження кількості перевищень нормативу (ризику погіршення якості). На відміну від норм країн ЄС у вітчизняних нормах таких обмежень немає.

Таким чином, врахування мінливості показників під час оцінки якості вод, а також вдосконалення вітчизняних методик для оцінювання якості вод відповідно до вимог норм країн ЄС є актуальним завданням.

Метою роботи є врахування часової мінливості показників при оцінці якості вод різних видів водокористування відповідно вимог норм країн ЄС.

Для досягнення мети роботи вирішені наступні ***задачі***:

- надана загальна характеристика річки Когільник і району її розташування;
- виконано статистична обробка результатів спостережень за якістю вод річки Когільник;
- зібрана інформація про методики оцінювання якості вод різного призначення (господарсько-питного, комунально-побутового, рибогосподарського, іригаційного), а також обрані характерні показники якості вод;
- виконаний аналіз часової мінливості показників якості вод;

- зроблені пропозиції урахування мінливості показників при оцінці якості вод, а також вдосконалення вітчизняних методик оцінювання якості вод у відповідності до вимог норм країн ЄС;
- зроблені висновки.

Об'єкт дослідження – мінливість складу і властивостей річкових вод.

Предмет дослідження – оцінка якості вод р. Когільник для різних видів водокористування з врахуванням мінливості їх складу і властивостей.

Елементи наукової новизни полягають у визначенні просторово-часових особливостей мінливості показників якості вод річки Когільник та у подальшому розвитку методик оцінювання якості вод для різних видів водокористування.

Матеріали і методи дослідження. Матеріалами досліджень послужили результати гідрохімічних спостережень Одеського обласного управління водних ресурсів 2009–2019 рр., нормативна та технічна література.

При дослідженні використані методи математичної статистики та лінійного регресійного аналізу.

Обсяг і структура роботи. Кваліфікаційна робота магістра викладена на 65 сторінках комп'ютерного тексту. Вона складається із вступу, переліку умовних скорочень, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел, додатку. Робота проілюстрована 28 таблицями і 16 рисунками. Список використаної літератури налічує 48 найменування.

Ключові слова: річка Когільник, якість вод, мінливість показників, ризик погіршення, оцінка якості вод.

ABSTRACT

***Dovgan A.V. Spatial and temporal variability of water composition and properties of the Kogilnyk River* (*Odesa oblast*)**

Relevance of the research topic. In domestic practice, water quality assessment for various types of prospective water use is usually performed using average values of indicators for a certain previous period of time. This approach: firstly, in the presence of a significant positive time trend, the assessment of water quality in the past can greatly embellish the picture of the state of water in the future; secondly, it can lead to a period of time when water use in violation of the norms will approach 50% in the future. This cannot be considered pleasant. This is where the need arises to limit the number of exceedances of the standard (the risk of quality deterioration). Unlike the EU regulations, there are no such restrictions in the national regulations.

Thus, taking into account the variability of indicators when assessing water quality, as well as improving domestic methods for assessing water quality in accordance with the requirements of EU standards, is an urgent task.

The purpose of the study is to take into account the temporal variability of indicators in assessing the quality of water of different types of water use in accordance with the requirements of EU regulations.

To achieve this goal, the following ***tasks*** were solved:

- a general description of the Kogylnyk River and its area is given;
- statistical processing of the results of observations of water quality in the Kogylnyk River was carried out;
- information on methods for assessing water quality for various purposes (drinking, domestic, fishery, irrigation) was collected and characteristic water quality indicators were selected;
- analysis performed of the temporal variability of water quality indicators;
- proposals are made to take into account the variability of indicators in assessing water quality, as well as to improve domestic methods of water quality

assessment in accordance with the requirements of EU standards;

- conclusions are drawn.

The object of the study is the variability of the composition and properties of river waters.

The subject of the study is the assessment of the water quality of the Kogilnyk River for different types of water use, taking into account the variability of its composition and properties.

The elements of scientific novelty are to determine the spatial and temporal features of variability of water quality indicators of the Kogilnyk River and to further develop methods for assessing water quality for different types of water use.

Research materials and methods. The research materials were based on the results of hydrochemical observations of the Odesa Regional Water Resources Administration in 2009-2019, regulatory and technical literature.

The study used the methods of mathematical statistics and linear regression analysis.

Scope and structure of work. The master's thesis is presented on 65 pages of computer text. It consists of an introduction, a list of abbreviations, five chapters, conclusions, a list of references and an appendix. The paper is illustrated with 28 tables and 16 figures. The list of references includes 48 items.

Key words: Kogilnyk river, water quality, variability of indicators, risk of deterioration, water quality assessment.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ..... 7

ВСТУП 10

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РІЧКИ КОГІЛЬНИК 12

2 ПРИРОДНІ УМОВИ РАЙОНІВ РОЗТАШУВАННЯ РІЧКИ КОГІЛЬНИК 15

3 ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ВОД РІЗНИХ ВИДІВ ВОДОКОРИСТУВАННЯ 19

3.1. Господарсько-питне та комунально-побутове призначення 19

3.2 Рибогосподарське призначення 22

3.3 Іригаційні води 24

3.4 Оцінка якості вод відповідно до вимог норм країн ЄС 28

4 МІНЛИВІСТЬ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ВОД РІЧКИ КОГІЛЬНИК 32

5 ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОД РІЧКИ КОГІЛЬНИК ДЛЯ РІЗНИХ ВИДІВ ВОДОКОРИСТУВАННЯ 47

ВИСНОВКИ 56

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ 60

ДОДАТОК 65

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ЄС	– Європейське співтовариство;
ГДК	– гранично допустима концентрація;
рр.	– роки;
км	– кілометр;
тис.	– тисяча;
%	– відсоток;
‰	– проміле;
м	– метр;
м/с	– метри за секунду;
м³/с	– метри кубічні за секунду;
рис.	– рисунок;
°С	– градус Цельсія;
СА	– підзона північного степу чорноземів звичайних;
СБ	– підзона південного степу чорноземів звичайних;
мм	– міліметр;
ЛОШ	– лімітуючи ознака шкідливості;
см	– сантиметр;
C_i	– концентрація *i*-ої речовини;
табл.	– таблиця;
$M_З$	– загальна мінералізація;
ДСТУ	– Державний стандарт України;
г/дм^3	– грамів в дециметрі кубічному;
мг/дм^3	– міліграмів в дециметрі кубічному;
rNa^+	– концентрація іона в мекв/дм^3;
мекв/дм^3	– міліграм-еквівалент в дециметрі кубічному;
k_{Na1}	– показник натрієвого осолонцювання;
k_{Mg}	– показник магнієвого осолонцювання;

ммоль/дм^3 – мілімоль в дециметрі кубічному;

pH – показник концентрації іонів водню;

e(rCl^-) – сума токсичних солей в еквівалентах хлору;

I, II*а*, II*б*, III*а*, III*б*, III*в* – підтипи іригаційних вод;

ЗПР – зрошувальний період року;

$F_{ЄС}$ – допустима кількість перевищень *ГДК*, %;

R_H – ризик погіршення за показником якості вод;

$C_{Fєс}$ – значення показника із забезпеченістю $F_{ЄС}$;

H – норматив показника;

P_i – імовірність;

exp – експонента

ЛОГНОРМРАСП() – оператор у табличному редакторі *Excel*;

k_{TPij} – значення функції часового тренду;

a_i – значення функції тренду на початку періоду спостережень;

j – момент часу, що відраховується з моменту початку періоду спостережень;

b_i – параметр лінії тренду *i*-го показника;

$\check{C}$ і $\check{G}$ – параметри логнормального закону розподілу показника;

0 і $\check{G}_{HTi}$ – параметри логнормального закону розподілу показника нормованого по лінії експоненціального тренду;

$БСК_5$ – біохімічне споживання кисню за 5 діб;

р.O_2 – розчинений кисень;

ХСК – хімічне споживання кисню;

АПАР – поверхневі аніон-активні речовини;

НП – нафтопродукти;

$\Psi_{СТ}$ – показник вмісту речовин з санітарно-токсикологічною ЛОШ за санітарними нормами;

р/г – рибогосподарські;

$\Psi_{CT\,РГ}$ – показник вмісту речовин з санітарно-токсикологічною ЛОШ за р/г нормами;

$\Psi_{T\,РГ}$ – показник вмісту речовин з токсикологічною ЛОШ за р/г нормами;

C_{10} – значення показника із забезпеченістю 10%.

ВСТУП

Актуальність проблеми. У вітчизняній практиці оцінку якості вод різних видів перспективного водокористування зазвичай виконують за середніми значеннями показників за деякий попередній період часу. При такому підході існує два негативних моменти. По-перше, у даному випадку передбачається, що надалі якість вод у середньому не змінюватиметься у часі. Тобто показники якості води не матимуть часового тренду, або якщо цей тренд і є, то ним можна знехтувати. Таким чином, за наявності суттєвого позитивного часового тренду оцінка якості вод за середніми значеннями показників у минулому прикрашає уявлення про стан вод у майбутньому. По-друге, при наближенні середнього значення показника до нормативу період часу використання вод з порушенням вимог норм за цим показником (кількість перевищень нормативу) наближатиметься до 50%. Це не можна вважати приємним. Тут виникає необхідність обмеження кількості перевищень нормативу. У вітчизняних нормах таких обмежень немає.

За Директивами країн ЄС [1-6] якість вод за деякий період часу відповідає вимогам санітарних норм, якщо кількість перевищень *оптимального нормативу* (ГДК) за кожним показником складає не більше 10% від загальної кількості спостережень за розглядуваний період часу.

Зі сказаного випливає, що врахування мінливості показників під час оцінки якості вод, а також вдосконалення вітчизняних методик оцінювання якості вод відповідно до вимог норм країн ЄС є актуальним завданням.

Метою роботи є врахування часової мінливості показників при оцінці якості вод різних видів водокористування відповідно вимог норм країн ЄС.

Для досягнення мети роботи вирішені наступні ***задачі***:

- надана загальна характеристика річки Когільник і району її розташування;
- виконано статистична обробка результатів спостережень за якістю вод річки Когільник;

- зібрана інформація про методики оцінювання якості вод різного призначення (питного, господарсько-побутового, рибогосподарського, іригаційного), а також обрані характерні показники якості вод;
- виконаний аналіз часової мінливості показників якості вод;
- зроблені пропозиції урахування мінливості показників при оцінці якості вод, а також вдосконалення вітчизняних методик оцінювання якості вод у відповідності до вимог норм країн ЄС;
- зроблені висновки.

Об'єкт дослідження – мінливість складу і властивостей річкових вод.

Предмет дослідження – оцінка якості вод р. Когільник для різних видів водокористування з врахуванням мінливості складу і властивостей цих вод.

Елементи наукової новизни полягають у визначенні просторово-часових особливостей мінливості показників якості вод річки Когільник та у подальшому розвитку методик оцінювання якості вод для різних видів водокористування.

Матеріали і методи дослідження. Матеріалами досліджень послужили результати гідрохімічних спостережень Одеського обласного управління водних ресурсів 2009-2019 рр., нормативна та технічна література.

При дослідженні використані методи математичної статистики та лінійного регресійного аналізу.

Обсяг і структура роботи. Кваліфікаційна робота магістра викладена на 65 сторінках комп'ютерного тексту. Вона складається із вступу, переліку умовних скорочень, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел, додатку. Робота проілюстрована 28 таблицями і 16 рисунками. Список використаної літератури налічує 48 найменувань.

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РІЧКИ КОГІЛЬНИК

Річка Когильник починається у Ніспоренському районі біля села Бурсук (рис. 1.1), вона протікає через Причорноморську низовину і впадає в лиман Сасик [7].

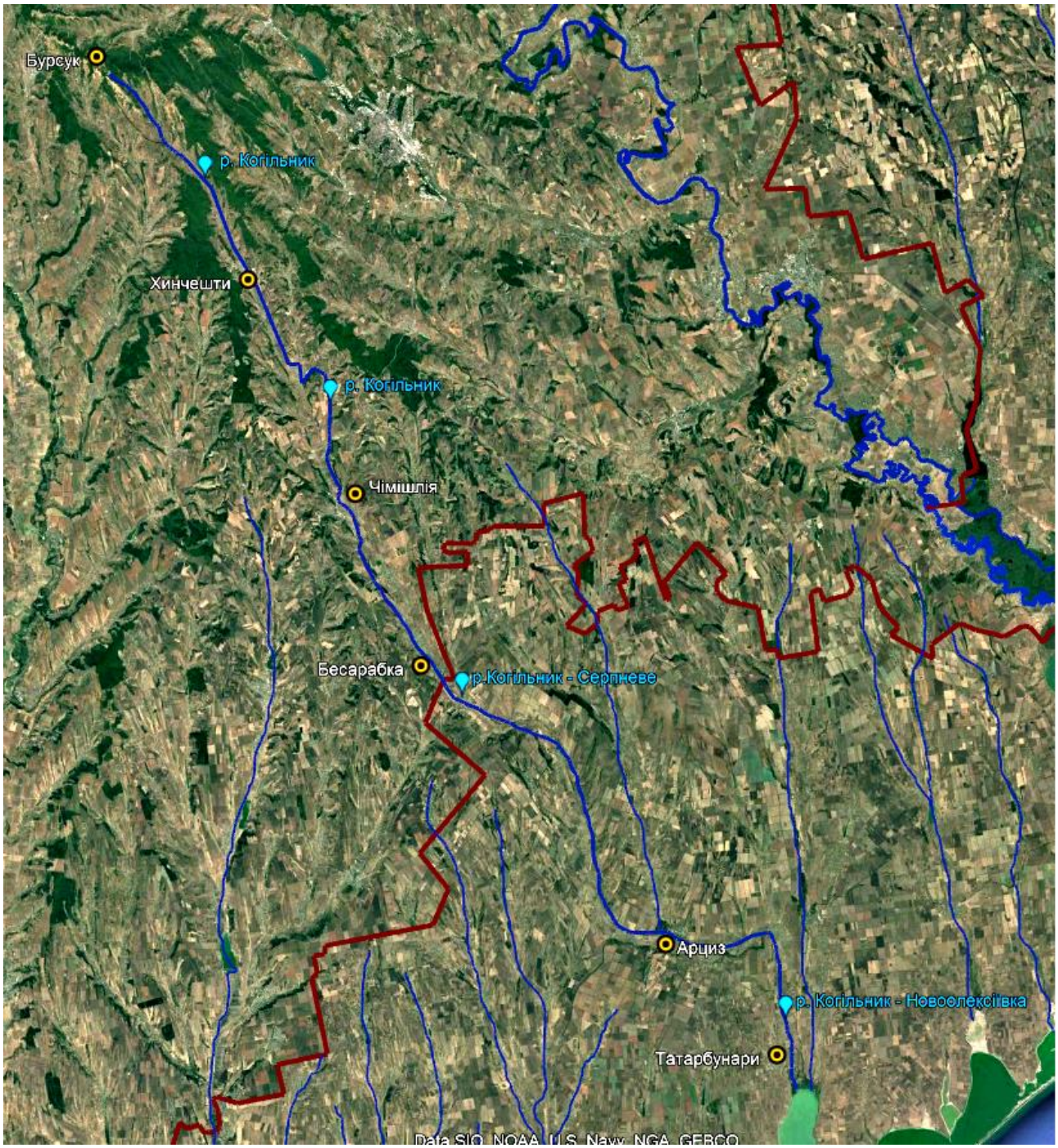

Рис.1.1 – Річка Когільник (супутниковий знімок).

Згідно [7], «верхів'я річки (125 км) та близько 35% її водозбору знаходяться на території Молдови, решта – на території Одеської області. Загальна довжина річки становить 243 км, а площа водозбірного басейну – 3910 км² (1380 км² у Молдові). Середній похил – 1,6‰. Річка має 5 великих приток р. Скіноса, р. Чага, р. Сака, р. Джалар, р. Чілігідер. Річку регулюють 6 шлюзів-регуляторів.

На річці Когильник розташовані міста Хинчешти, Чімішлія, Бессарабка, Арциз та Татарбунари. Загальний напрямок течії річки на південний-південний схід, крім ділянки між гирлами річок Чаги і Чилігідера, де річка тече на схід. Річка протікає у широкій улоговині, навесні вона багатоводна і бурхлива, а влітку - бідна на воду».

Вище міста Хинчешти річка протікає через частково заліснену горбисту місцевість, далі перетинає степову зону (рис. 1.2). Біля селища Басарабяска річка перетинає границю Молдови і України, далі протікає по території України і впадає у лиман Сасик.

Рис. 1.2 – Річка Когільник

Основні характеристики річки Когільник відповідно [7] становлять, «ширина річкового русла змінюється від 1 до 3 м, глибина – від 0,1 до 0,3 м, а швидкість течії – від 0,1 до 0,3 м/с. У період повені і дощових сезонів ширина русла може досягати кількох десятків метрів, а глибина – від 0,5 до 2,5 м.

Середня витрата води у річки становить 0,29 м³/сек. Максимальна витрата була зафіксована у 1962 році і складала 6,47 м³/с, тоді як абсолютний мінімум – 0,006 м³/с був зареєстрований у 1964 році.

Ширина річкової долини змінюється від 300–500 м у верхів'ях до 5 км поблизу села Стара Богданівка. На річці розташовано 5 водосховищ. Долину річки складають глинисто-піщані ґрунти. Вода у верхів'ях річки прозора, а ближче до гирла вона має жовтуватий колір».

Середньомісячна витрата води у річки біля міста Хинчешти становить 0,30 м³/с, з абсолютним максимумом 6,47 м³/с у 1962 році та абсолютним мінімумом 0,006 м³/с у 1964 році. Загальне падіння річки від витоку до гирла становить 230 метрів.

2 ПРИРОДНІ УМОВИ РАЙОНІВ РОЗТАШУВАННЯ РІЧКИ КОГІЛЬНИК

Загальна характеристика території. Басейн річки Когульник у межах Одеської області розташований на її півдні у Болградському і Білгород-Дністровському районах (рис. 2.1).

Рис. 2.1 – Болградський і Білгород-Дністровський райони Одеської області

Площа районів становить 1,46 і 5,15 тис. км² відповідно [8, 9].

Географічно райони знаходяться у Північно-Західному Причорномор'ї.

Гідрографічна мережа районів входить до трьох водних басейнів: річок Причорномор'я, Дунаю та Дністра. Басейн річки Когільник є складовою басейна річок Причорномор'я.

Болградський і Білгород-Дністровський райони Одеської області перебувають у степовій зоні. Ґрунтовий покрив представлений звичайними і південними чорноземами.

Згідно [8, 9], «клімат регіону є вологим і помірно континентальним,

поєднуючи риси як континентального, так і морського типу. Зими тут м’які, зі снігом, який випадає нерівномірно, та нестійкою погодою; середня температура у січні варіюється від -2°С на півдні до -5°С на півночі.

Весна характеризується переважно похмурою погодою і частими туманами через охолоджуючий вплив моря. Літо здебільшого спекотне та сухе; середня температура липня становить від 21°С на північному заході до 23°С на півдні, тоді як максимуми можуть досягати 36-39°С, а в останні роки – ще вище.

Осінь триває довше і є теплішою за весну, часто буває хмарною. Середньорічна температура становить 10,8°С. За останнє десятиліття середньорічна кількість опадів становила 441 мм (з них 231 мм випадає в теплий період), причому більша частина опадів припадає на літо, здебільшого у формі злив. Щорічно регіон отримує близько 2200 годин сонячного світла».

Вегетаційний період триває 168-210 днів, із сумарною температурою від 28°С до 34°С. Узимку домінують північні та південно-західні вітри, влітку — північно-західні та північні. Південні райони регіону часто зазнають посух, пилових бур і суховіїв.

Регіон перетинають канали, які використовують для зрошення. Основним природним багатством є земельні ресурси, серед яких переважають високородючі чорноземи. Поєднання цих ґрунтів із теплим степовим кліматом створює значний агропромисловий потенціал.

Ґрунти. Ґрунтовий покрив районів входить до степовій зони і поділяється на дві підзони (рис. 2.2) [10, 11]:

- підзона північного степу (СА) чорноземів звичайних;
- підзона південного степу (СБ) чорноземів південних.

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

Підзону СБ складають: чорноземи південні середньо потужні слабогумусовані міцелярно-карбонатні; лучно-чорноземні ґрунти у комплексі з

солончаками; солонці; чорноземі південні мало гумусні середньо- і малопотужні; чорноземи південні мало гумусні залишкове солонцювати.

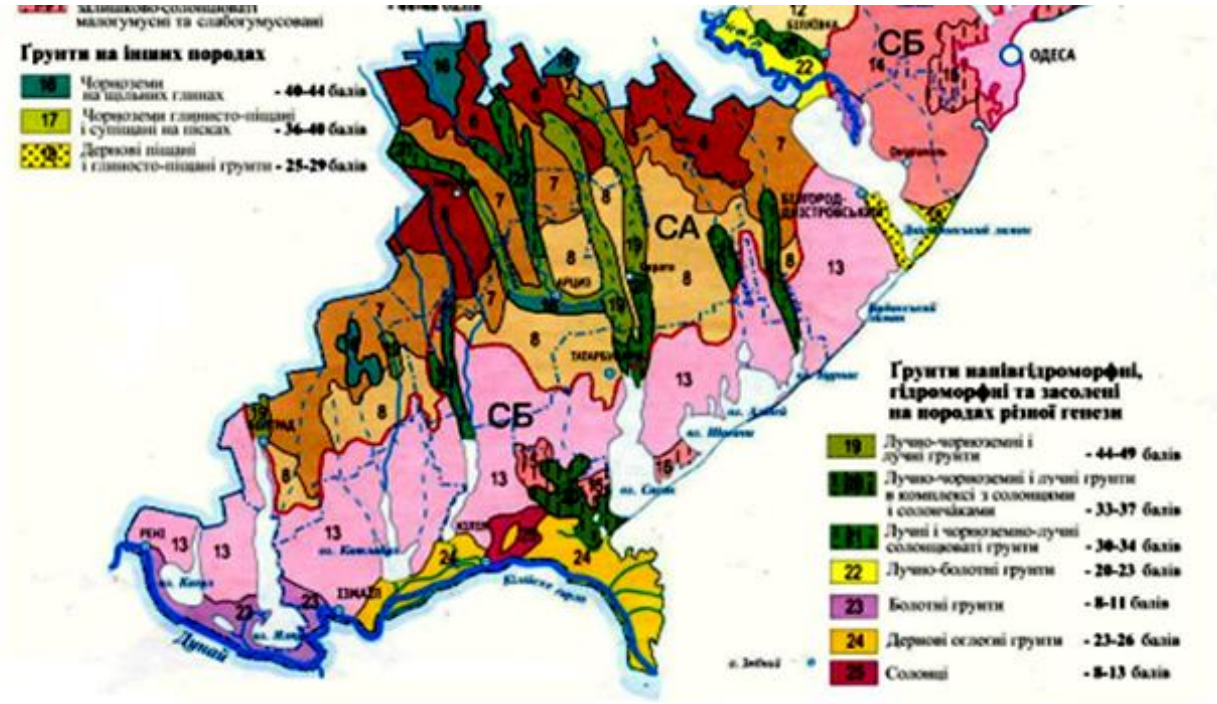

Рис. 2.2 – Карта-схема ґрунтів Одеської області [10, 11]

Агрокліматичні умови. За агрокліматичними умовами територія районів поділяється на дві зони (рис. 2.3): другу центральну і південну. Межі зон співпадають з особливостями розподілу ґрунтів на території області (рис. 2.2, 2.3).

Друга центральна агрокліматична зона відповідно [12, 13], «охоплює північні частини Болградського та Білгород-Дністровського районів і характеризується дуже теплим кліматом. Теплове забезпечення рослин у цій зоні становить 3200–3350°С. У липні середня температура повітря о 13 годині сягає 27°С, а максимальна може підвищуватися до 38–39°С.

Тривалість безморозного періоду складає 200 днів на рік. Умови перезимівлі рослин тут кращі, ніж у північних районах. Середній із річних абсолютних мінімумів температури становить мінус 18–20°С, хоча в окремі роки температура знижувалася до мінус 28–30°С. Сніговий покрив у зоні є дуже нестійким».

Рис. 2.3 – Агрокліматичні зони півдня Одеської області

Водночас умови вологозабезпечення рослин гірші, ніж у зонах розташованих на північ. Кількість опадів за період із температурами вище 10°С становить 215–240 мм.

Південна агрокліматична зона охоплює південні райони Білгород-Дністровського та Болградського районів і вирізняється жарким кліматом із високими температурами. Згідно [12, 13], «теплове забезпечення рослин у цій зоні перевищує 3400°С. У липні середня температура повітря о 13 годині становить близько 27°С, а максимальні значення можуть досягати 36–39°С.

Тривалість безморозного періоду в регіоні становить 210 днів на рік, що забезпечує найкращі умови для перезимівлі рослин серед усіх агрокліматичних зон Одеської області. Середній показник річних абсолютних мінімумів температури повітря становить мінус 17–18°С, хоча в окремі роки температури знижувалися до мінус 27–28°С. Сніговий покрив у цій зоні з’являється лише зрідка».

Шар опадів у період із температурами вище 10°С становить 200–230 мм, що також впливає на рівень вологозабезпечення рослин.

3 ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ВОД РІЗНИХ ВИДІВ ВОДОКОРИСТУВАННЯ

3.1. Господарсько-питне та комунально-побутове призначення

Оцінку якості вод при господарсько-питному та комунально-побутовому водокористуванні виконують за санітарними нормами методом детального аналізу [14], якій полягає у зіставленні показників якості вод з їх нормативами. Якість вод повинна відповідати санітарним нормам у створах, які розташовані на відстані 1 км від меж районів водокористування: у водотоках уверх проти течії, у водоймах в усі боки.

У відповідності з [14], «норми якості води у водних об'єктах включають: загальні вимоги до складу та властивостей води, що використовується для певних видів водокористування, а також перелік гранично допустимих концентрацій (ГДК) речовин у воді, призначеній для господарсько-питних і комунально-побутових потреб.

У переліках ГДК вказуються: повна назва речовини, лімітуюча ознака шкідливості (ЛОШ), нормативне числове значення (норма) та клас небезпеки.

Санітарно-гігієнічний перелік ГДК поділяє речовини на три групи відповідно до ЛОШ: перша група охоплює речовини з санітарно-токсикологічною ЛОШ; друга – з органолептичною ЛОШ; третя – із загальносанітарною ЛОШ».

До господарсько-питного водокористування відносять ділянки водних об’єктів, де здійснюється водозабір для централізованого водопостачання, а також для постачання води для підприємств харчової промисловості. До комунально-побутового водокористування відносять ділянки водних об’єктів, які знаходяться у межах населених пунктів і у районах рекреації населення.

Ефект сумарної дії мають речовини нормовані з однаковою лімітуючою ознакою шкідливості (ЛОШ) першого чи другого класу небезпеки.

Таблиця 3.1 – Загальні вимоги до вод водних об’єктів за санітарними і рибогосподарськими нормами [14]

<table>
<tr><td rowspan="3">Показ-ник</td><td colspan="4">Водокористування</td></tr>
<tr><td rowspan="2">господарсько-питне</td><td rowspan="2">комунально-побутове</td><td colspan="2">рибогосподарське (категорії)</td></tr>
<tr><td>вища та перша</td><td>друга</td></tr>
<tr><td>Завислі речовини

Примітка:</td><td colspan="4">При скиді зворотних (стічних) вод конкретним водокористувачем, проведенні роботи на водному об'єкті і у прибережній зоні вміст завислих речовин у контрольному створі (пункті) не повинен збільшуватись порівняно з природними умовами більш, ніж на

0,25 мг/дм^3 0,75 мг/дм^3 0,25 мг/дм^3
0,75 мг/дм^3

Для водотоків, які містять у межень більше 30 мг/дм^3 природних завислих речовин, припускається збільшення їх вмісту у воді в межах 5%.
Зворотні (стічні) води, які містять завислі речовини зі швидкістю осадження більшою ніж 0,2 мм/с, забороняється скидати у водойми, з більшою 0,4 мм/с – у водотоки.
Вміст у воді антропогенних завислих речовин (пластівці гідроксидів металів, що утворюються під час очищення стічних вод, часточки азбесту, капрону, лавсану тощо) нормується у відповідності з правилами охорони поверхневих вод.</td></tr>
<tr><td>Плаваючі домішки</td><td colspan="4">На поверхні води не повинні виявлятися плівки нафтопродуктів, масел, жирів та скупчення інших домішок.</td></tr>
<tr><td>Забарвлення</td><td colspan="2">Не повинне виявлятися у стовпчику
20 см 10 см</td><td colspan="2">Вода не повинна набувати стороннього забарвлення</td></tr>
<tr><td>Запахи, присмаки</td><td colspan="2">Вода не повинна набувати запахів інтенсивністю більшою за 1 бал, які виявляються :
безпосередньо або при подальшому хлоруванні безпосередньо</td><td colspan="2">Вода не повинна придавати сторонніх запахів та присмаків м'ясу риби.</td></tr>
<tr><td>Температура</td><td colspan="2">Літня температура води у результаті скиду стічних вод не повинна підвищуватись більш як на 3°С порівняно з середньомісячною температурою води найжаркішого місяця року за останні 10 років</td><td colspan="2">Температура води не повинна підвищуватись порівняно з температурою водного об'єкта більш як на 5°С із загальним підвищенням температури не більш ніж до 20°С влітку і 5°С взимку для водних об'єктів, які населяють холодноводні риби (лососеві та сигові) і не більш ніж до 28°С влітку і 8°С взимку у решті випадків. У місцях нерестовищ забороняється підвищувати температуру води взимку більш ніж до 2°С.</td></tr>
<tr><td>pH</td><td colspan="4">Не повинен виходити за межі 6,5 – 8,5</td></tr>
</table>

Продовження табл. 3.1

Мінералізація	Не більше 1000 мг/дм^3, у тому числі хлоридів – 350 мг/дм^3, сульфатів – 500 мг/дм^3	Нормується згідно наведеного вище показника «присмаки»	Нормується згідно з таксаціями рибогосподарських водних об'єктів.	
Розчинений кисень	Не повинен бути менше 4 мг/дм^3 у будь-який період року		У зимовий (підлітній) період повинен бути не менше 6 мг/дм^3 4 мг/дм^3 У літній (відкритий) на усіх водних об'єктах повинен бути не менше 6 мг/дм^3	
$БСК_{повн}$	Не повинне перевищувати при температурі 20°С 3 мгO_2/дм^3 –		3 мгO_2/дм^3 3 мгO_2/дм^3 Якщо у зимовий період вміст розчиненого кисню у водних об'єктах вищої та першої категорій знижується до 6 мг/дм^3 , а у водних об'єктах другої категорії – до 4 мг/дм^3, то можна припустити скид в них лише тих стічних вод, які не змінюють *БСК* води.	
ХСК	Не повинен перевищувати 15 мгO_2/дм^3 30 мгO_2/дм^3		–	–
Хімічні речовини	Не повинні міститься у воді водотоків та водоймищ у концентраціях, які перевищують нормативи, встановлені у відповідності з правилами охорони поверхневих вод.			
Збудники хвороб	Вода не повинна містити збудників хвороб, в тому числі життєздатні яйця гельмінтів (аскарид, волосоголовців, токсокор, фасциол), онкосфери тенеїд та життєздатні цисти патогенних кишкових найпростіших.			
Лактозо-позитивні кишкові палички (ЛКП) не більше	10 000 дм^3	5 000 дм^3	–	–
Коліфаги (у бляшкоутворюючих одиницях) не більше	100 в 1 дм^3	100 в 1 дм^3	–	–
Токсичність	–	–	Стічна вода на випуску у водний об'єкт не повинна справляти гострої токсичної дії на тест-об'єкти	

Примітка: риска означає, що показник не нормований.

Таблиця 3.2 – Санітарно-гігієнічні *ГДК* деяких речовин [14]

№ п/п	Речовина	*ЛОШ*	*ГДК*, мг/дм^3	Клас небезпеки
1	Аміак (по азоту)	саніт.–токсикол.	(2,0)	3
2	Анілін	саніт.–токсикол.	0,1	2
3	Бензол	саніт.–токсикол.	0,5	2
4	Кальцій	не нормовано		
5	Магній	не нормовано		
6	Нафта	органолептична	0,3	4
7	Нікель	саніт.–токсикол.	0,1	3
8	Нітрати (по азоту)	саніт.–токсикол.	45,0 (10,0)	3
9	Нітрити (по азоту)	саніт.–токсикол.	3,3 (1,0)	2
10	Свинець	саніт.–токсикол.	0,1	2
11	Сульфати	органолептична	500	4
12	Фенол	органолептична	0,001	4
13	Хлориди	органолептична	350	4
14	Хром (6+)	саніт.–токсикол.	0,05	3
15	Цинк	Загально-санітар.	1,0	3

Вимоги до вмісту речовин:

для речовин, що не мають ефекту сумації – $C_i \le ГДК_i$; (3.1)

з ефектом сумації – $\sum(C_i/ГДК_i) \le 1$, (3.2)

де C_i – концентрація речовини (показник якості), мг/дм^3; $ГДК_i$ – гранично допустима концентрація речовини (норматив), мг/дм^3.

3.2. Рибогосподарське призначення

До рибогосподарських відносять водні об’єкти призначені для промислового і аматорського рибальства, для розведення особо цінних і цінних видів риб. У даному випадку до району водокористування відноситься увесь водний об’єкт.

Рибогосподарські водні об'єкти класифікуються за трьома категоріями:

- Вища категорія охоплює водні об'єкти, що є місцями розташування нерестовищ, зон масового нагулу та зимувальних ям особливо цінних видів риб і водних організмів, а також водойми, призначені для штучного розведення цих біоресурсів.

- Перша категорія включає водні об'єкти, які забезпечують збереження та відтворення цінних видів риб, що характеризуються високою чутливістю до вмісту розчиненого кисню у воді.

- Друга категорія охоплює водні об'єкти, що використовуються для інших завдань рибогосподарського призначення.

При оцінки якості вод використовують рибогосподарські норми. Оцінка здійснюється методом детального аналізу. Вміст речовин повинен відповідати вимогам (3.1) і (3.2). Ефект сумарної дії мають усі речовини нормовані з однаковою ЛОШ.

Таблиця 3.3 – *ГДК* деяких забруднювальних речовин у водних об'єктах рибогосподарського призначення [14]

№ п/п	Речовина	*ЛОШ*	*ГДК*, мг/дм^3
1	Аміак	токсикологічна	0,05
2	Амоній сольовий (по азоту)	токсикологічна	0,5 (0,39)
3	Анілін	токсикологічна	0,0001
4	Бензол	токсикологічна	0,5
5	Кальцій	саніт.–токсикол.	180,0
6	Магній	саніт.–токсикол.	40,0
7	Нафтопродукти	рибогосподарська	0,05
8	Нікель	токсикологічна	0,01
9	Нітрати (по азоту)	саніт.–токсикол.	40,0 (9,10)
10	Нітрити (по азоту)	токсикологічна	0,08 (0,02)
11	Свинець	токсикологічна	0,1
12	Сульфати	саніт.–токсикол.	100,0
13	Феноли	рибогосподарська	0,001
14	Хлориди	саніт.–токсикол.	300,0
15	Хром (6+)	токсикологічна	0,001
16	Цинк	токсикологічна	0,01

Якість вод повинна відповідати вимогам рибогосподарських норм у створах розташованих не далі ніж 500 м від скиду стічних вод.

3.3. Іригаційні води

Оцінки якості іригаційних вод присвячено роботи багатьох вітчизняних [15-24] та зарубіжних [25-35] авторів. Слід відмітити роботи: В.І. Доценко, Ю.В. Задорожного, П.С. Лозовіцького, О.В. Морозова, Д.М. Онопрієнко, М.І. Ромащенко , С.І. Сніжко, В.А. Сташука. У розробці вітчизняних іригаційних критеріїв [22-24] 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. Бєздніна; Л.І. Воротинцева; О.А. Недоцюк, О.А. Носоненко. Серед зарубіжних авторів можна згадати роботи: T. Abbasi, B.M. Amin, S.G. Chornyy , G. Hussain, P.C. Mishra, J.C. Nnaji, G. Nikolaou , P.R. Shaikh , I. Szabolch, K. Darab, M. Stansfury, M. Zaman.

При аналізі згаданих джерел встановлено, що у цілому показники якості іригаційних вод можна поділити на чотири частини і розташувати в такій послідовності (за їх значенням): концентрація солей; співвідношення головних іонів; концентрація токсичних елементів, які можуть негативно впливати на сільськогосподарські рослини та навколишнє середовище; концентрація біогенних елементів. 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^3); якщо за співвідношенням іонів вода придатна для зрошення, тоді необхідне аналізувати концентрацію токсичних і біогенних елементів.

У подальшому при дослідженнях обрано показники з перших двох частин: концентрація солей, показник суми токсичних солей в еквівалентах

хлорид-іонів $e(rCl^-)$ (ДСТУ 2730:2015), *pH* і співвідношення іонів.

Концентрація солей. Ризик засолення ґрунтів при поливі водою з різною загальною мінералізацією (M_3) за О.М. Костяковим оцінюється у такий спосіб:

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

В ДСТУ 2730:2015 [24] небезпека іригаційного засолення ґрунту (табл. 3.4) оцінюється за показником $e(rCl^-)$.

Таблиця 3.4 – 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^3						Клас якості води
Піщаний	Супі-щаний	Легко-суглин-ковий	Середньо-суглин-ковий	Важко-суглин-ковий	Глинис-тий	
< 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

Показник $e(rCl^-)$ обчислюють за формулою (3.3)

$$e(rCl^-) = rCl^- + 0{,}2(rSO_4^{2-})_T + 0{,}4(rHCO_3^-)_T + 5rCO_3^{2-}, \qquad (3.3)$$

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

Суттєвим недоліком методики [36-38] є необхідність аналізу гіпотетичних солей відповідно послідовності вказаної в табл. 3.5. Це дуже незручно і ускладнює масові розрахунки.

Усунення згаданого недоліку можливо зробити шляхом визначення типів

іригаційних вод, що мають свої, специфічні для кожного з них набори гіпотетичних солей [36-38]. У цьому разі для кожного типу вод можна визначити набір токсичних іонів і надати розрахункову формулу показника $e(rCl^-)$.

Таблиця 3.5 – Схема зв'язування іонів у токсичні й нетоксичні солі (ДСТУ 2730:2015)

Іони	rCO_3^{2-}	$rHCO_3^-$	rSO_4^{2-}	rCl^-
rCa^{2+}	–	2	5	8
rMg^{2+}	–	3	6	9
$rNa^+ + rK^+$	1	4	7	10

У роботах [36-38] детально розглянуто недоліки типізації вод [39] і запропоновано детальну типізацію іригаційних вод на основі типізації природних вод О.А. Альокіна. На рис. 3.1 цифрами I, II і III позначені співвідношення іонів у типах природних вод за О.А. Альокіним.

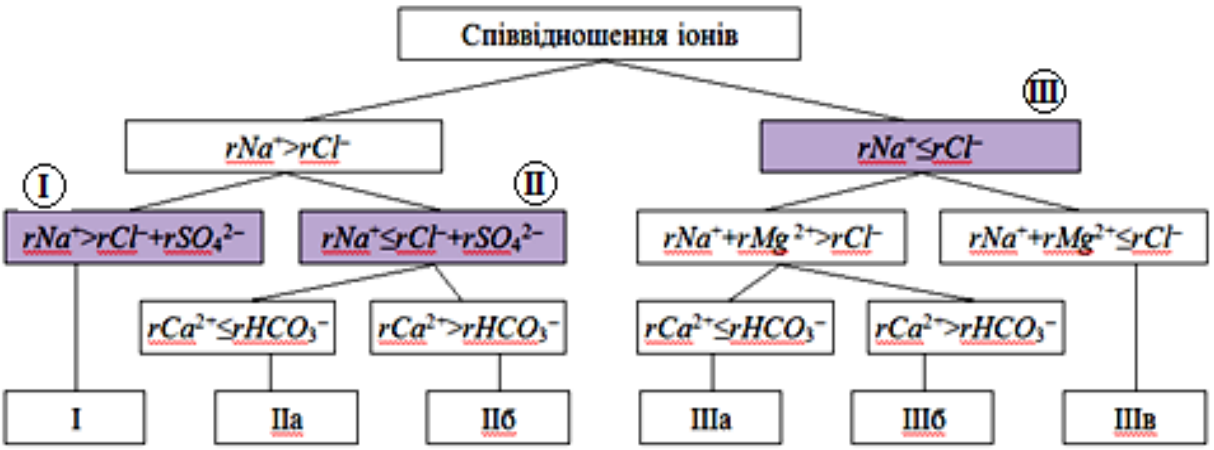

Рис. 3.1. Схема детальної типізації іригаційних вод [36-38]

Кожен підтип іригаційних вод (I, II*а*, II*б*, III*а*, III*б* і III*в*) має свій специфічний набір гіпотетичних солей, що дозволило для підтипов вод отримати розрахункові формули показника $e(rCl^-)$:

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

II*а*, III*а* – $e(rCl^-)=rCl^- + 0{,}2(rSO_4^{2-}) + 0{,}4(rHCO_3^- - rCa^{2+}) + 5rCO_3^{2-}$;

II*б*, III*б* – $e(rCl^-)=rCl^- + 0{,}2(rSO_4^{2-} + rHCO_3 - rCa^{2+}) + 5rCO_3^{2-}$;

III*в* – $e(rCl^-)=rCl^- + 5rCO_3^{2-}$.

Коментар формули розрахунку $e(rCl^-)$ для підтипу I згідно [36-38]: «іони rCl^- і rNa^+ завжди токсичні; іони rSO_4^{2-} у даному випадку усі токсичні оскільки повністю врівноважені токсичними іонами rNa^+ і гіпотетично утворюють токсичну сіль Na_2SO_4; частина іонів $rHCO_3^-$, яка дорівнює ($rHCO_3^- - rCa^{2+} - rMg^{2+}$), врівноважена іонами rNa^+ і утворює питну соду $NaHCO_3$ (за токсичністю ця сіль еквівалентна $NaCl$, тому згадана частина іонів об'єднана з rCl^-); ще одна частина іонів $rHCO_3^-$ врівноважена усіма іонами rMg^{2+}, дорівнює їх концентрації і утворює $Mg(HCO_3)_2$», ця сіль у ДСТУ 2730:2015 вважається токсичною. У цьому документі ($rHCO_3^- - rCa^{2+}$) – токсична лужність.

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

Співвідношення іонів. Для аналізу іригаційних властивостей річкових вод Одеської області обрані такі співвідношення головних катіонів [40]:

$$k_{Na1} = rNa^+/rCa^{2+} \le 1{,}0; \quad (3.4)$$

$$k_{Mg} = rMg^{2+}/(rCa^{2+}+rMg^{2+}) \le 0{,}50, \quad (3.5)$$

де rNa^+, rCa^{2+} і rMg^{2+} – концентрація катіонів, мекв/дм^3; Na^+, Ca^{2+} і Mg^{2+} – концентрація катіонів, ммоль/дм^3.

З табл. 1 у роботі [40] видно, що оцінку небезпеки натрієвого осолонцювання ґрунту при поливах в умовах Одеської області достатньо виконувати за показником k_{Na1}. Оскільки усі випадки перевищення нормативу за цим показником не завжди співпадають з випадками перевищення нормативів

за іншими показниками цього осолонцювання. І навпаки, усі випадки перевищення нормативу іншими показниками натрієвого осолонцювання завжди співпадають з випадками перевищення нормативу за показником k_{Na1}.

3.4. Оцінка якості вод відповідно до вимог норм країн ЄС

У вітчизняній практиці можливість майбутніх поливів оцінюють за середніми значеннями показників за деякий попередній період часу і не враховують їхню мінливість у часі. Такий підхід може призвести до того, що протягом зрошувального періоду року досить часто поливи будуть проводитися водою з порушенням допустимих співвідношень головних іонів із двох причин: по-перше, коли середні значення співвідношень іонів наближатимуться до їхніх граничних значень (кількість перевищень нормативу буде наближатися до 50%); по-друге, при наявності позитивного часового тренду співвідношень іонів. В обох випадках необхідна оцінка ризику погіршення якості вод. Викладене вище стосується не тільки іригаційних вод, а й вод усіх видів водокористування.

Тут з'являється необхідність обмеження цього ризику. У вітчизняних нормах таких обмежень немає. Згадане вище обмеження зроблено в країнах ЄС при оцінки якості вод за санітарними чи рибогосподарськими нормами. У директивах ЄС [1-3] 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 ($F_{ЄС}$) встановлено на рівні 10%.

При оцінюванні якості вод дотримання вимог норм країн ЄС можливе двома способами: 1 – визначення *ризику погіршення якості вод* по нормативу показника (R_H) і порівняння його з обмеженням ЄС ($F_{ЄС}$); 2 – визначення

значення показника ($C_{F\epsilon c}$) *із забезпеченістю* ($F_{\epsilon C}$), що дорівнює вимоги ЄС, і порівняння його з нормативом показника (H).

Ризик погіршення якості вод. В існуючих методиках, наприклад [41-44] та інших, ризики розглядають як деякі інтегральні узагальнені характеристики. Ці методики не підходять для оцінювання ризиків погіршення якості вод для якихось практичних потреб. Оцінку таких ризиків необхідно виконувати за окремими показниками.

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

$$R_{Hi} = 1 - P_i(H_i), \qquad (3.6)$$

де R_{Hi} – ризик погіршення якості 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.

Для показників якості вод зручним являється логнормальний закон розподілу [45, 46], параметри якого дорівнюють середньому і середньоквадратичному відхиленню логарифмованого ряду спостережень.

За наявності часового тренду ризики погіршення якості вод при поливах доцільно розраховувати для різних моментів часу j

$$R_{Hij} = 1 - P_{ij}(H_i). \qquad (3.7)$$

Використовуючи закон розподілу нормованого по лінії тренду показника ризик погіршення якості іригаційних вод у момент часу j розраховується за наступною формулою

$$R_{Hij} = 1 - P_{ij}(H_i/k_{TPij}), \qquad (3.8)$$

де $k_{TPij} = a_i*exp(j*b_i)$ – 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, що відраховується з моменту початку періоду спостережень; b_i – параметр лінії тренду i-го показника.

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

$$R_{Hij} = 1 - ЛОГНОРМРАСП(H_i/(a_i*exp(j\ b_i)); 0; \check{G}_{HTi}), \quad (3.9)$$

де *ЛОГНОРМРАСП*() – оператор у табличному редакторі *Excel* [45, 46]; 0 і $\check{G}_{HTi}$ – параметри логнормального закону розподілу нормованого по лінії експоненціального тренду i-го показника [47, 48].

За відсутності часового тренду R_{Hi} можна розрахувати за формулою (3.10)

$$R_{Hi} = 1 - ЛОГНОРМРАСП(H_i; \check{C}; \check{G}), \quad (3.10)$$

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

За формулою (3.9) можна прогнозувати ризик погіршення якості вод за окремим показником.

Таблиця 3.6 – Ризик погіршення класу якості іригаційних вод для різних типів ґрунтів

Водний об'єкт (параметри закону розподілу $e(rCl^-)$: $\check{C}$; $\check{G}$)						
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

Орієнтуючись на нормативи показника $e(rCl^{-})$ для різних типів ґрунтів у табл. 3.4, за формулами (3.9) або (3.10) можна розрахувати ризики погіршення якості іригаційної води для цих типів ґрунтів (табл. 3.6).

У вітчизняних нормах немає обмеження ризику перевищення нормативу (кількості перевищень ГДК), але спираючись на досвід країн ЄС [1-3], його можна встановити на рівні 10%.

Значення показників із забезпеченістю $F_{ЄС}$. При оцінки якості вод для майбутнього водокористування необхідний прогноз значень показників. За наявності часового тренду показника прогноз його значення виконується за формулою (3.11) [48]

$$C_{Fij} = a_i \cdot exp(j \cdot b_i) \cdot ЛОГНОРМОБР(1–F_{ЄС}; 0; \check{G}_{HTi}), \qquad (3.11)$$

де a_i – значення функції тренду i-го показника на початку періоду спостережень; j – момент часу, що відраховується з моменту початку періоду спостережень; b_i – параметр лінії тренду i-го показника.

Відлік часу можна починати від кінця періоду спостережень тоді параметр a_i буде дорівнювати значенню функції тренду наприкінці періоду спостережень.

При відсутності часового тренду розрахунок C_{Fi} виконується за формулою (3.12)

$$C_{Fi} = ЛОГНОРМОБР(1– F_{ЄС}; \check{C}_i; \check{G}_i). \qquad (3.12)$$

4. МІНЛИВІСТЬ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ВОД РІЧКИ КОГІЛЬНИК

У дослідженні використані даними спостережень Басейнового управління водних ресурсів річок Причорномор'я та нижнього Дунаю за 2009-2019 роки на пунктах спостережень с. Серпневе (131 км від гирла) і с. Новоолексіївка (12,0 км від гирла) (табл. 4.1–4.4). Нажаль отримати результати спостережень останніх років не вдалося.

Іригаційні показники.

Мінералізація вод річки Когільник за її довжиною в середньому зростає від 2482 мг/дм^3 (с. Серпневе) до 3770 мг/дм^3 (с. Новоолексіївка). Часовий тренд мінералізації вод дуже малий і ним можна знехтувати (рис. 4.1)

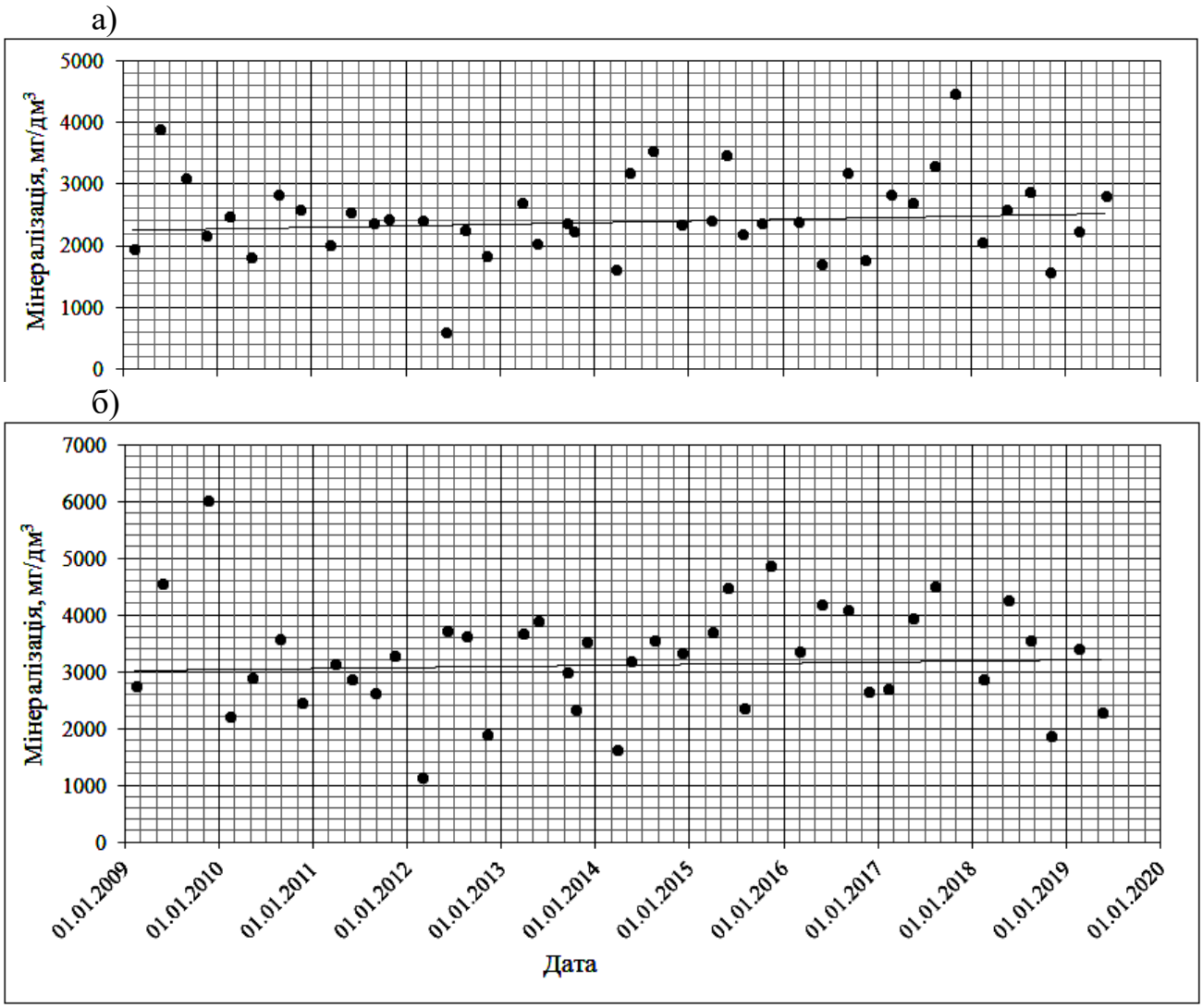

Рис. 4.1 – Мінералізація вод р. Когільник: а – с. Серпневе; б – с. Новоолексіївка

Таблиця 4.1 – Результати спостережень за якістю вод річки Когільник (с. Серпневе, 131 км від гирла)

№	Дата	M_3	pH	CO_3^{2-}	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$Na^+ + K^+$	NH_4^+
1	09.02.2009	1950	7,9		610	578	213	170	79,0	300	0,14
2	22.05.2009	3886	8,1	8,4	634	1496	532	180	72,9	963	0,18
3	27.08.2009	3099	8,2	36,0	732	903	443	120	24,3	840	1,30
4	15.11.2009	2166	8,0		500	757	275	120	88,1	425	
5	11.02.2010	2482	8,0	48,0	543	878	284	130	109	490	0,50
6	07.05.2010	1812	8,1		549	590	168	120	85,1	300	0,60
7	21.08.2010	2827	8,0	24,0	586	1025	337	120	85,1	650	0,40
8	14.11.2010	2597	8,6		720	826	301	60,0	115	575	0,17
9	10.03.2011	2026	8,5		622	628	213	120	103	340	0,40
10	28.05.2011	2549	8,4	36,0	586	758	381	75,0	85,1	616	0,33
11	26.08.2011	2366	7,2	42,0	445	715	443	45,0	115	560	1,00
12	22.10.2011	2443	7,2	12,0	567	868	275	100	91,1	530	0,40
13	03.03.2012	2409	7,6	12,0	500	870	319	140	103	465	2,06
14	31.05.2012	613	8,2		207	164	62,0	65,0	9,1	105	0,80
15	16.08.2012	2255	8,2		476	807	301	60,0	91,1	520	0,20
16	05.11.2012	1831	8,0		512	634	177	120	97,2	290	0,35
17	23.03.2013	2699	7,8		598	1049	301	100	176	475	0,23
18	19.05.2013	2029	8,1		525	646	284	130	109	335	0,70
19	12.09.2013	2366	7,4	42,0	445	715	343	45,0	95,5	533	0,60
20	10.10.2013	2233	7,4	12,0	598	591	390	140	122	380	1,10
21	20.03.2014	1629	8,2		512	471	195	130	85,0	235	1,10
22	14.05.2014	3191	8,1		671	1169	408	100	134	710	1,06
23	14.08.2014	3528	8,2		927	1000	532	90,0	103	875	2,25
24	30.11.2014	2340	7,9		598	781	284	130	97,2	450	2,00
25	29.03.2015	2406	8,3	36,0	610	858	248	230	158	266	
26	24.05.2015	3476	7,9	36,0	549	1445	390	100	122	835	1,00
27	26.07.2015	2186	8,2	36,0	500	803	230	170	122	325	0,75
28	10.10.2015	2366	7,9		634	840	230	140	122	400	0,17
29	26.02.2016	2397	8,2	24,0	378	1057	248	200	122	368	0,69
30	26.05.2016	1710	7,4		573	445	213	120	78,9	280	0,48
31	02.09.2016	3183	7,4	12,0	622	1252	355	115	128	700	1,02
32	14.11.2016	1783	7,7		488	150	603	120	97,2	325	0,50
33	19.02.2017	2836	7,8	6,0	647	1028	355	175	161	465	0,40
34	14.05.2017	2691	7,9	18,0	555	1055	284	145	125	510	0,40
35	07.08.2017	3303	7,4		592	1239	479	95,0	134	765	0,60
36	23.10.2017	4465	8,0		592	2197	310	105	106	1155	1,20
37	10.02.2018	2050	7,1		476	797	195	125	97,2	360	0,22
38	16.05.2018	2581	7,4	18,0	506	979	328	80,0	140	530	
39	10.08.2018	2877	8,1	60,0	342	1187	390	180	79,0	640	1,10
40	01.11.2018	1568	7,4		451	503	168	135	60,8	250	
41	16.02.2019	2228	7,6	6,0	744	632	222	170	91,1	364	0,60
42	01.06.2019	2815	7,8	60,0	543	1092	301	165	140	515	1,32

Таблиця 4.2 – Результати спостережень за якістю вод річки Когільник (с. Серпневе, 131 км від гирла)

№	Дата	$БСК_5$	NO_3^-	NO_2^-	р.O_2	PO_4^{3-}	*ХСК*	*Al*	*АПАР*	*Fe*	*НП*
1	09.02.2009	6,6	29,8	0,28	9,6	0,40	134		0,380		0,061
2	22.05.2009	2,7	48,0	0,30	3,0	2,02			0,364	0,10	0,001
3	27.08.2009	47,3	3,6	2,33	0,6	7,17	176		0,234	0,12	0,023
4	15.11.2009	4,0	19,8	0,23	8,1	0,98	92		0,558		0,010
5	11.02.2010	10,1	15,8	0,50	11,4	1,89	87		0,477		0,025
6	07.05.2010	1,2	0,6	2,75	7,5	0,57	95		0,292	0,12	0,005
7	21.08.2010	14,2	1,5	0,04	0,8	1,39	126		0,373		0,209
8	14.11.2010	10,1	11,0	1,14	1,8	3,72	32		0,410		0,121
9	10.03.2011	3,5	23,0	0,27	4,8	0,31	158		0,298		0,045
10	28.05.2011	5,2	3,5	0,50	7,8	1,71	29		0,176	0,20	0,067
11	26.08.2011	13,5			0,3	2,32	64	0,06	0,413		0,091
12	22.10.2011	12,0			0,4	1,40	56	0,03	0,272		0,077
13	03.03.2012	26,3	25,8	0,07	2,0	1,13	94		0,686	0,33	0,013
14	31.05.2012	19,6		1,14	0,8	0,97	28		0,622	0,24	0,067
15	16.08.2012	8,8				0,77		0,01	0,878		0,047
16	05.11.2012	2,3	26,5	0,10	6,4	0,70			0,386		0,036
17	23.03.2013	3,0	23,9	0,23	4,7	0,46			0,362	0,13	0,091
18	19.05.2013	2,5	16,4	0,80	3,0	1,08			0,209	0,18	0,037
19	12.09.2013	9,5			0,3	2,32			0,413		1,100
20	10.10.2013	12,5			0,2	0,73		0,01	0,459	0,11	0,032
21	20.03.2014	18,2	2,0		1,5	1,11	34	0,01	0,175	0,10	0,086
22	14.05.2014	128			1,5	0,53	77		0,227	0,12	1,040
23	14.08.2014	13,0	3,5		0,0	1,92	52	0,07	0,329	0,43	1,400
24	30.11.2014	11,5	0,4	0,20	2,3	0,26	25		0,42		0,022
25	29.03.2015	6,7	1,0		6,7	0,11	35		0,57	0,35	0,829
26	24.05.2015	88,2			0,4	0,58	33		0,435	0,14	0,028
27	26.07.2015	6,8	20,0	0,60	1,5	0,37	8		0,219		0,034
28	10.10.2015	86,0		0,00	0,6	0,89	20		0,489	0,40	0,004
29	26.02.2016	3,2	20,5	1,32	6,8	0,19	50		0,183		0,004
30	26.05.2016	55,4	9,8	0,35	1,4	2,00	43		0,168	0,30	0,042
31	02.09.2016	15,4	1,6	0,07		1,23	24		0,31	0,15	0,076
32	14.11.2016	13,3	18,5	0,30	3,5	0,57	25		0,257		0,076
33	19.02.2017	1,4	28,6	0,22	8,5	0,84	60		0,432		0,049
34	14.05.2017	2,1	29,9	0,34	3,7	0,99	41		0,55		0,020
35	07.08.2017	3,4		0,13	5,3	0,83	190		0,404	0,00	0,047
36	23.10.2017	3,8	2,0	0,36	4,1	0,31	72		0,16	0,00	0,017
37	10.02.2018	5,4	29,0	0,15	14,0	0,28	46		0,66	0,10	0,032
38	16.05.2018	2,5	7,0	0,46	6,2	1,02	59		0,46	0,10	0,037
39	10.08.2018	5,1		0,07	5,2	0,41	36		0,19	0,10	0,006
40	01.11.2018	26,9	23,6	0,40	8,1	0,96	46	0,02	0,25	0,00	0,042
41	16.02.2019	2,6	27,0	0,13	5,0	1,86	148		0,69	0,20	0,056
42	01.06.2019	2,0	32,7	0,43	5,6	1,01	63		0,74	0,00	0,028

Таблиця 4.3 – Результати спостережень за якістю вод річки Когільник (с. Новоолексіївка, 12,0 км від гирла)

№	Дата	M_3	pH	CO_3^{2-}	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$Na^+ + K^+$	NH_4^-
1	09.02.2009	2731	7,9	6,0	512	987	425	150	140	510	0,14
2	22.05.2009	4545	8,1		647	1913	585	130	134	1137	0,18
3	15.11.2009	6012	8,2		384	2691	1064	230	243	1400	1,30
4	11.02.2010	2217	8,0		537	780	266	110	109	415	
5	07.05.2010	2897	8,0		695	957	390	145	109	600	0,50
6	21.08.2010	3582	8,1	24,0	891	1057	550	130	152	780	0,60
7	14.11.2010	2449	8,0	24,0	647	720	337	110	97	515	0,40
8	24.03.2011	3129	8,6	24,0	458	1402	328	110	158	650	0,17
9	28.05.2011	2875	8,5	18,0	769	703	514	100	97	675	0,40
10	26.08.2011	2628	8,4	12,0	769	692	390	100	115	550	0,33
11	09.11.2011	3280	7,2		659	1188	443	110	109	771	1,00
12	24.02.2012	1122	7,2		244	394	160	70	55	200	0,40
13	31.05.2012	3707	7,6		586	1474	514	120	122	892	2,06
14	15.08.2012	3616	8,2	12,0	549	1331	603	100	122	900	0,80
15	05.11.2012	1900	8,2	12,0	439	654	248	100	97	350	0,20
16	23.03.2013	3658	8,0		366	1468	674	350	85	715	0,35
17	19.05.2013	3894	7,8		525	1292	904	230	219	725	0,23
18	12.09.2013	2980	8,1	14,0	478	1138	521	110	98	761	0,70
19	10.10.2013	2332	7,4		610	385	620	270	67	380	0,60
20	23.11.2013	3517	7,4		354	1197	851	200	128	788	1,10
21	21.03.2014	1610	8,2	18,0	336	660	160	100	122	215	1,10
22	14.05.2014	3178	8,1	12,0	586	1145	443	240	43	710	1,06
23	14.08.2014	3541	8,2	24,0	403	1454	585	130	170	775	2,25
24	30.11.2014	3320	7,9		732	989	585	160	103	750	2,00
25	28.03.2015	3706	8,3	24,0	451	1691	443	220	176	700	
26	24.05.2015	4481	7,9		695	1537	860	140	164	1085	1,00
27	26.07.2015	2352	8,2	12,0	464	962	284	130	201	300	0,75
28	08.11.2015	4874	7,9		610	2183	620	260	201	1000	0,17
29	26.02.2016	3363	8,2	24,0	329	1382	603	200	158	667	0,69
30	26.05.2016	4178	7,4		647	1585	674	220	152	900	0,48
31	02.09.2016	4094	7,4		671	1608	585	140	170	920	1,02
32	20.11.2016	2639	7,7		537	834	479	200	103	487	0,50
33	05.02.2017	2696	7,8		415	1073	399	150	109	550	0,40
34	14.05.2017	3947	7,9	18,0	555	1601	585	180	173	835	0,40
35	07.08.2017	4500	7,4	0,0	744	1597	798	160	201	1000	0,60
36	10.02.2018	2856	7,1	0,0	415	1141	443	170	122	565	0,22
37	16.05.2018	4262	7,4	0,0	549	1722	709	175	207	900	
38	10.08.2018	3558	8,1	24,0	561	1288	585	200	109	790	1,10
39	01.11.2018	1853	7,4	0,0	403	649	257	100	79	365	
40	16.02.2019	3398	7,6	0,0	738	1203	461	185	146	665	0,60
41	17.05.2019	2281	7,8	0,0	488	796	337	135	115	410	1,32

Таблиця 4.4 – Результати спостережень за якістю вод річки Когільник (с. Новоолексіївка, 12,0 км від гирла)

№	Дата	$БСК_5$	NO_3^-	NO_2^-	р/O_2	PO_4^{3-}	*ХСК*	*Al*	*АПАР*	*Fe*	*НП*
1	09.02.2009	3,3	21,6	0,025	10,5	0,29	151		0,66		0,010
2	22.05.2009	4,7	22,0	0,179	5,2	2,62			0,294	0,1	0,007
3	27.08.2009	3,0	9,2	0,160	4,8	1,37	128		0,673	0,1	0,007
4	15.11.2009	2,0	20,2	0,040	3,2	0,87			0,463		0,037
5	11.02.2010	1,2	2,2	0,160	0,2	0,54	192		0,32		0,007
6	07.05.2010	3,0	2,0	0,450	1,2	1,55			0,345		0,009
7	21.08.2010	1,3		0,055	6,3	0,71	79		0,322		0,099
8	14.11.2010	7,8	1,8	0,042	8,1	0,13	76	0,03	0,306	0,19	0,035
9	10.03.2011	1,5	3,6	0,120	5,5	1,84	29		0,14		0,011
10	28.05.2011	2,5			4,2	2,06	46		0,532		0,136
11	26.08.2011	3,0	2,8	0,120	3,1	1,73	65		0,362		0,058
12	22.10.2011	3,6	29,5	0,155	9,9	0,94	109		0,59		0,061
13	03.03.2012	44,0			0,3	1,30	58		0,601	0,29	0,089
14	31.05.2012	28,0	3,6	0,170	0,7	1,62			0,428		0,036
15	16.08.2012	2,7	7,2	0,040	6,9	0,56			0,35		0,027
16	05.11.2012	2,6	19,6	0,110	5,2	0,10			0,238		0,050
17	23.03.2013	2,0	1,0		3,3	1,10		0,03	0,23		1,300
18	19.05.2013	25,0	4,2	0,200	1,1	0,99			0,323		0,023
19	12.09.2013	2,2	3,5	0,290	2,5	1,28			0,542		0,017
20	10.10.2013	1,8	4,3		7,7	0,03	31		0,282		0,008
21	20.03.2014	29,7	1,2		0,6	0,39	27	0,02	0,195	0,11	0,712
22	14.05.2014	1,3		0,050	8,6	0,78	62		0,267	0,18	0,001
23	14.08.2014	3,7			3,7	0,27	55		0,352	0,36	0,032
24	30.11.2014	128,0			0,5	0,59	44		0,656	0,56	0,162
25	29.03.2015	2,2	8,0	1,600	2,5	0,20	72	0,01	0,403	0,13	0,010
26	24.05.2015	2,9		0,035	2,9	0,87	30	0,04	0,386	0,26	0,028
27	26.07.2015	5,0			2,0	0,64	32		0,268		0,041
28	10.10.2015	43,8			0,9	0,08	131	0,01	0,37	0,19	0,036
29	26.02.2016	3,6			15,5	0,38	29		0,015		0,017
30	26.05.2016	2,0			0,5	2,67	155		0,206	0,12	0,031
31	02.09.2016	14,0	0,6	0,017	0,8	2,74	80		0,55		0,028
32	14.11.2016	8,8	7,0	0,320	4,2	0,61	54		0,255	0,1	0,018
33	19.02.2017	1,2	17,2	0,050	7,1	0,64	46	0,01	0,442	0,1	0,043
34	14.05.2017	1,1	3,0	0,190	4,5	1,63	185		0,618	0,1	0,024
35	07.08.2017	56,7			1,2	4,15	97		0,359		0,038
36	23.10.2017	4,4	2,7	0,050	11,6	0,18	80		0,7		0,032
37	10.02.2018	2,3	0,4		2,9	1,07	60		1,24	0,13	0,038
38	16.05.2018	12,0	1,5	0,050	0,7	1,82	239		0,31		0,010
39	10.08.2018	3,9	7,6	0,150	8,1	0,65	52		0,17		0,029
40	01.11.2018	2,1	22,0	0,080	4,6	0,91	170		0,61		0,043
41	16.02.2019	2,6			5,4	0,88	32		0,6	0,13	0,067
42	01.06.2019	3,3	21,6	0,025	10,5	0,29	151		0,66		0,010

Загальна мінералізація вод у верхній частині річки складає 2482 мг/дм^3 і змінюється від 613 мг/дм^3 до 4465 мг/дм^3. Вода відноситься до класу 3 (обмежено придатні для зрошення). Ризик погіршення класу становить 19% (рис. 4.2). На рис. 4.2 (пунктирна крива) видно, що межу класу 3 (3000 мг/дм^3) перевищують тільки 8 результатів спостережень з загальної кількості 42, таким чином ризик погіршення класу якості становить – 8/42 = 0,19 = 19%.

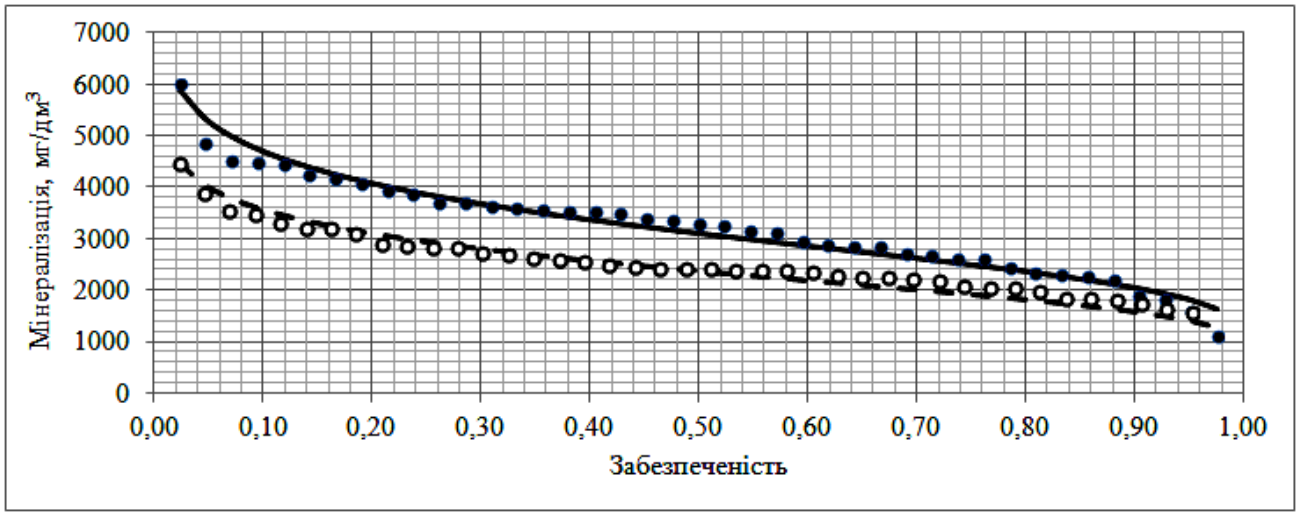

Рис. 4.2 – Розподіл мінералізації вод річки Когільник: верхня лінія – с. Новоолексіївка; нижня – с. Серпневе

Табл. 4.5 – Іригаційні характеристики річки Когільник у її верхній і нижній частинах

Місце спостереження за якістю води	Мінералізація, мг/дм^3	*pH*	Співвідношення іонів	
			k_{Na1} ≤1,0	k_{Mg} ≤0,5
р. Когильник, с. Серпневе	2482 19%	8,1	**4,53**	**0,60**
р. Когильник, с. Новоолексіївка	3770	7,9	**4,78**	**0,60**

У нижній частині р. Когільник (табл. 4.5) середня мінералізація вод складає 3770 мг/дм^3, при діапазоні від 1122 до 4465 мг/дм^3. *За мінералізацією* води відносяться до класу 4, «засолює ґрунт» (68%). Вода непридатна для зрошення.

Показник натрієвого осолонцювання дорівнює співвідношенню

концентрації (мекв/дм^3) іонів натрію з концентрацією іонів кальцію. Для відсутності загрози натрієвого осолонцювання це співвідношення повинно не перевищувати 1,0. Для вод р. Когільник у верхній і нижній частинах k_{Na1} дорівнює в середньому 4,5 – 4,8, тобто перевищує норматив (рис. 4.3, 4.4) протягом усього року.

Аналогічна картина спостерігається з показником магнієвого осолонцювання k_{Mg} (рис. 4.5, 4.6). У верхній і нижній частинах річки Когільник показник k_{Mg} дорівнює 0,60. Нормативне значення показника 0,5. За вмістом іонів магнію води р. Когільник сприяють магнієвому осолонцюванню.

Часовий тренд показників натрієвого і магнієвого осолонцювання незначний і їм можна знехтувати.

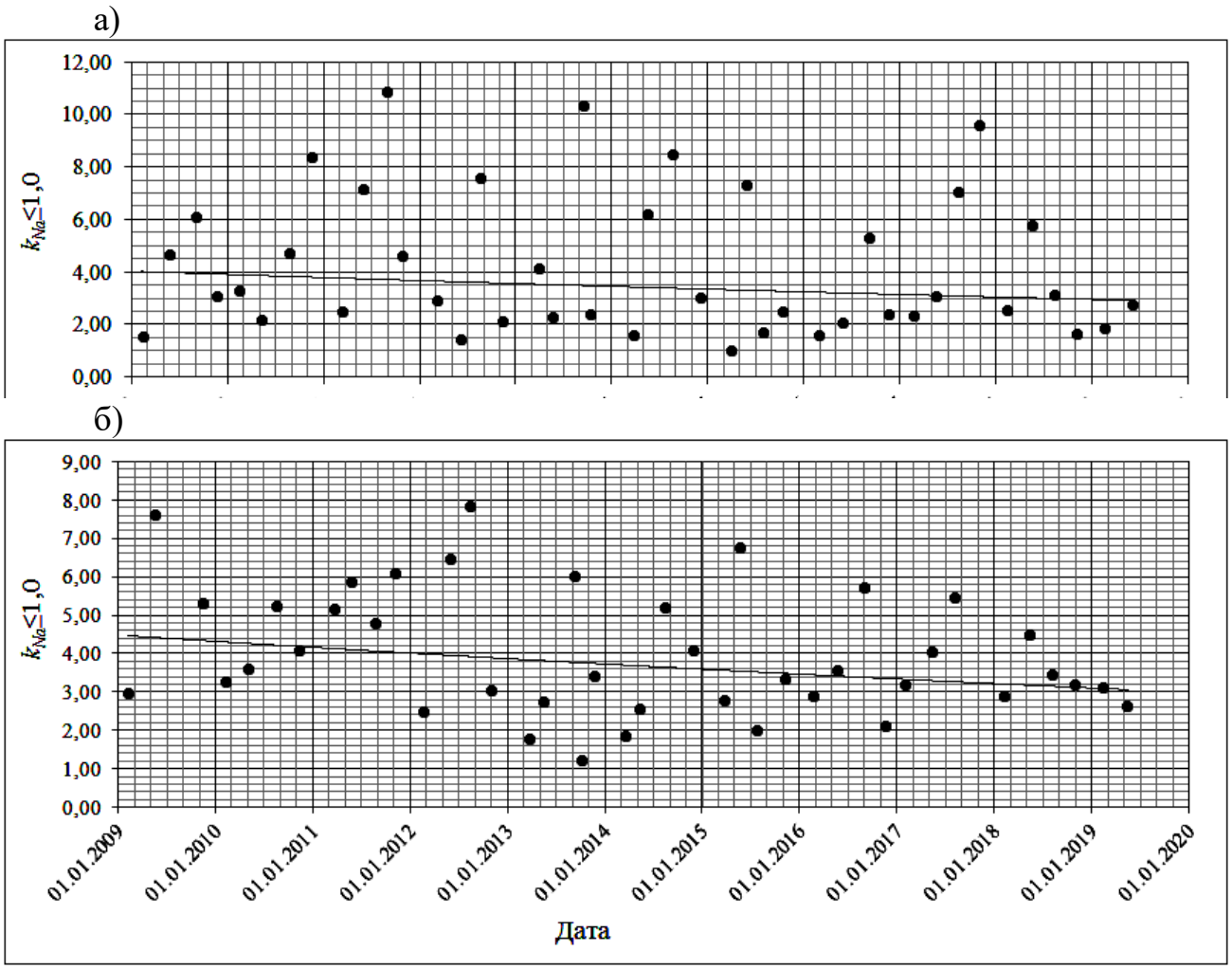

Рис. 4.3 – Мінливість показника натрієвого осолонцювання: а – с. Серпневе; б – с. Новоолексіївка

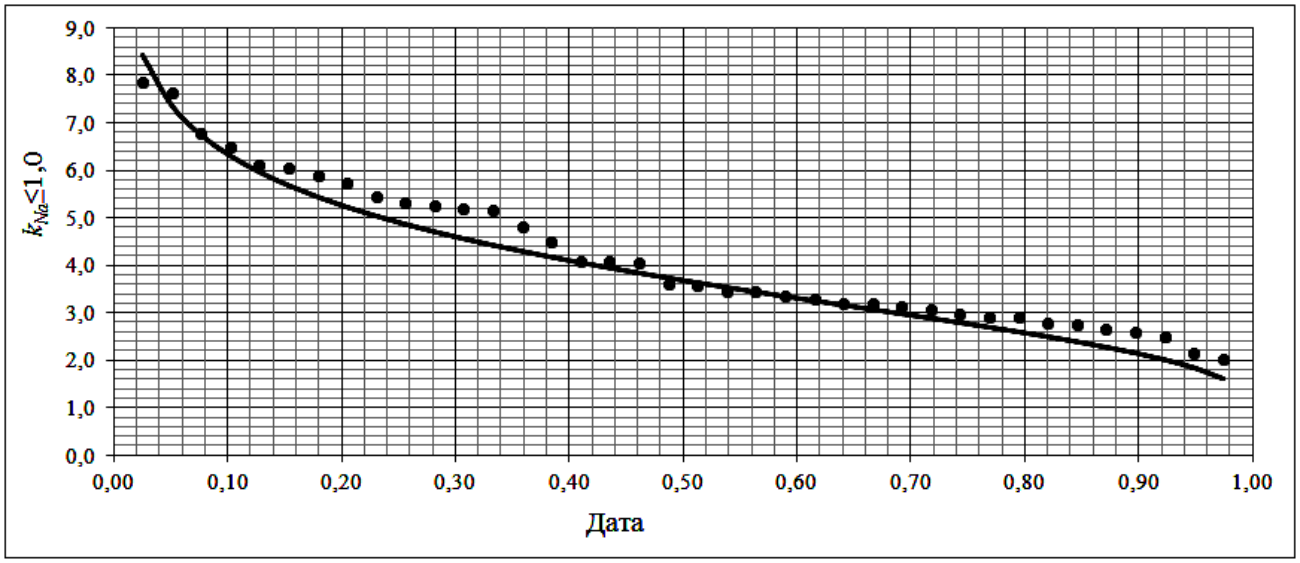

Рис. 4.4 – Розподіл показника натрієвого осолонцювання

а)

б)

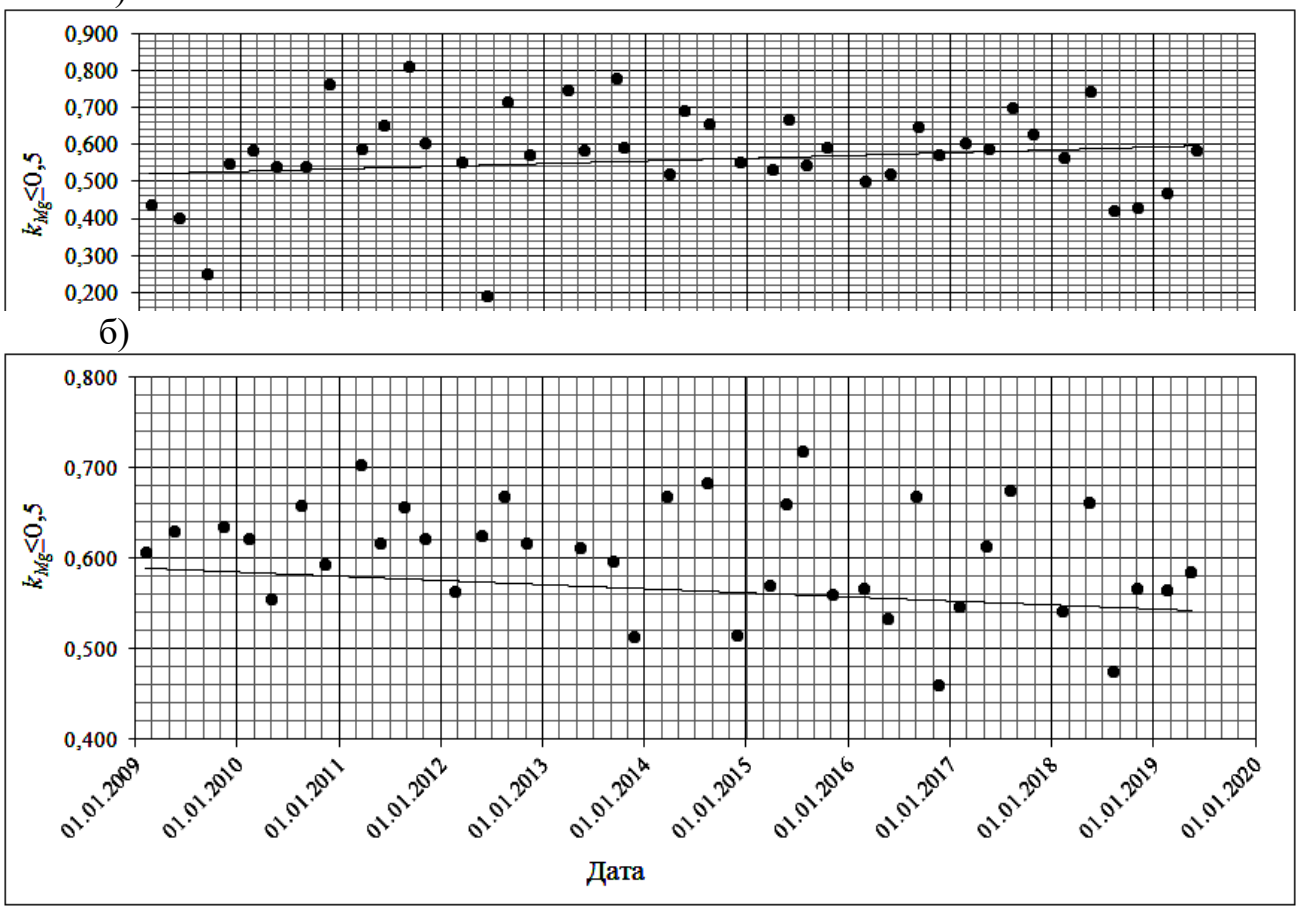

Рис. 4.5 – Мінливість показника магнієвого осолонцювання: а – с. Серпневе; б – с. Новоолексіївка

Розподіл показника магнієвого осолонцювання (рис. 4.6) у водах верхній

частині річки відрізняється від його розподілу у нижній частині більшою варіацією ряда. Це скоріше за все зумовлено меншою водністю річки у верхній частині і тому більшою залежністю показника від опадів у порівнянні з нижньою частиною.

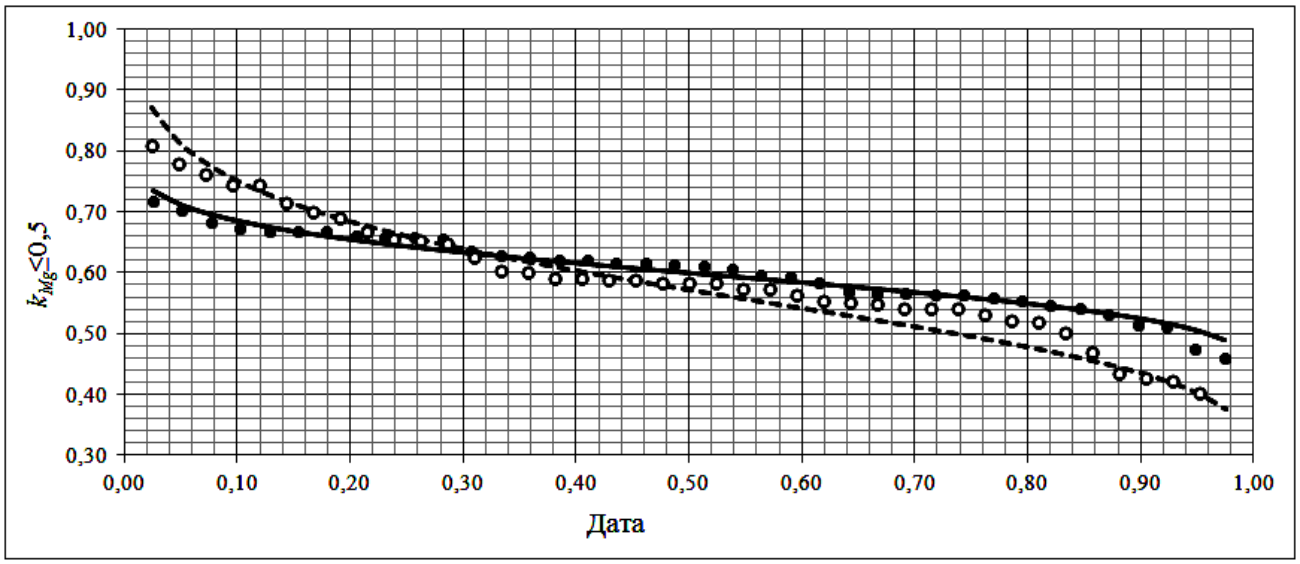

Рис. 4.6 – Розподіл показника магнієвого осолонцювання (р. Когільник: суцільна лінія – с.Новоолексіївка; пунктирна – с. Серпеневе)

Показник небезпеки іригаційного засолення грунту $e(rCl^-)$ має слабку тенденцію збільшення у часі, але такий тренд можливо вважати в межах похибки розрахунків і їм можна знехтувати (рис. 4.7).

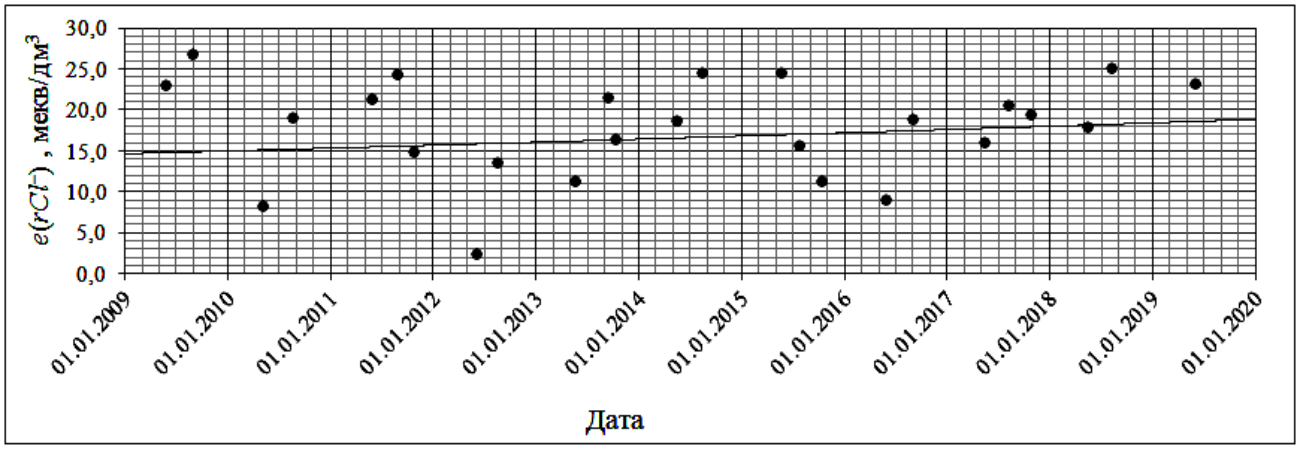

Рис. 4.7 – Мінливість показника $e(rCl^-)$ (р. Когільник, с. Серпневе)

Варіація рядів показника $e(rCl^-)$ у водах верхній і нижній частинах річки однакова криві розподілу розташовані паралельно. В середньому значення показника у нижній частині річки більше (рис. 4.8).

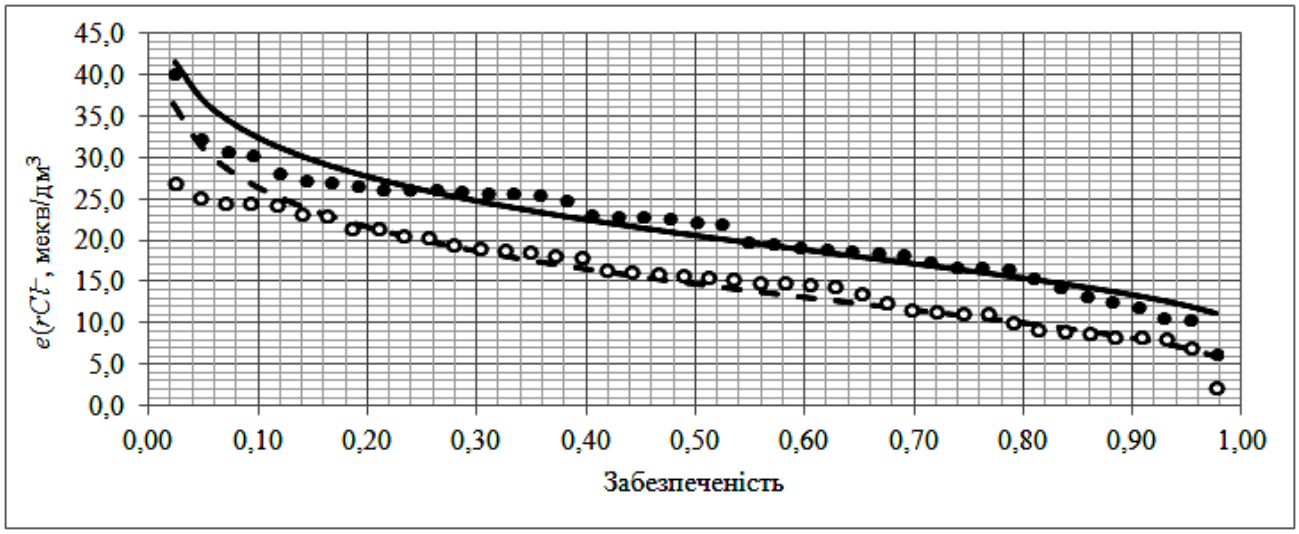

Рис. 4.8 – Розподіл показника $e(rCl^-)$ (р. Когільник: верхня суцільна лінія – с.Новоолексіївка; нижня пунктирна – с. Серпеневе)

Вода річки у верхній її частині має кращі іригаційні характеристики ніж у нижній. Протягом зрошувального періоду року (ЗПР) води біля с. Серпневе відносяться до класу II для піщаних, супіщаних і легкосуглинкових ґрунтів (табл. 4.6): ризик погіршення класу якості вод не перевищує 10% (що відповідає вимогам норм країн ЄС). Для інших ґрунтів ризик погіршення перевищує 10%.

Таблиця 4.6 – Клас якості вод р. Когільник, с. Серпневе для різних типів ґрунтів за показником $e(rCl^-)$ (протягом зрошувальних періодів року)

р. Когільник, с. Серпневе, параметри розподілу показника $e(rCl^-)$: $\check{C}$ =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
4	**6**	**10**	15	23	35	II

У нижній частині річки за показником $e(rCl^-)$ води не сильно відрізняються від верхньої частини (табл. 4.7): клас ІІ для піщаних і супіщаних ґрунтів.

Таблиця 4.7 – Клас якості вод р. Когільник, с. Новоолексіївка для різних типів ґрунтів за показником $e(rCl^-)$ (протягом зрошувальних періодів року)

р. Когільник, с. Новоолексіївка, параметри розподілу показника $e(rCl^-)$: $\check{C}$ =3,172, $\check{G}$ =0,2839						
Ризик погіршення (%) класу якості вод для різних ґрунтів						Клас якості води
Піщаний	Супіщаний	Легко-суглинковий	Середньо-суглинковий	Важко-суглинковий	Глинистий	
21	38	61	84	97	100	I
3	**7**	15	29	49	73	II

При розгляді мінливості показника $e(rCl^-)$ протягом року картина покращується (табл. 4.8): у верхній частині вже для піщаних ґрунтів води відносяться до класу І; а для супіщаних, легкосуглинкових і середньосуглинкових – клас ІІ. У нижній частині для можливості поливу теж добавляється ще один ґрунт (табл.4.9)

Таблиця 4.8 – Клас якості вод р. Когільник, с. Серпневе для різних типів ґрунтів за показником $e(rCl^-)$ (протягом року)

р. Когільник, с. Серпневе, параметри розподілу показника $e(rCl^-)$: $\check{C}$ =2,688, $\check{G}$ =0,4552						
Ризик погіршення (%) класу якості вод для різних ґрунтів						Клас якості води
Піщаний	Супіщаний	Легко-суглинковий	Середньо-суглинковий	Важко-суглинковий	Глинистий	
6	11	19	33	54	80	I
1	**2**	**4**	**8**	14	25	II

Цей розрахунок свідчить про те, що при розгляді іригаційних характеристик водних об’єктів необхідно використовувати вибіркові дані результатів спостережень тільки за зрошувальні або за теплі періоди року. Використання даних спостережень протягом року може привести до помилки в

оцінки якості іригаційних вод.

Таблиця 4.9 – Клас якості вод р. Когільник, с. Новоолексіївка для різних типів ґрунтів за показником $e(rCl^-)$ (протягом року)

р. Когільник, с. Новоолексіївка, параметри розподілу показника $e(rCl^-)$: $\check{C}$ =3,012, $\check{G}$ =0,3588						
Ризик погіршення (%) класу якості вод для різних ґрунтів						Клас якості води
Піщаний	Супіщаний	Легко-суглинковий	Середньо-суглинковий	Важко-суглинковий	Глинистий	
14	25	41	63	85	98	I
3	**6**	**10**	19	32	52	II

Гідрохімічні показники.

У табл. 4.10 надані нормативи показників якості вод, їх лімітуючи ознаки шкідливості та класи небезпеки за санітарними і рибогосподарськими нормами.

Усі гідрохімічні показники якості води або не мають часового тренду, або він дуже малий і їм можна знехтувати (рис. 4.9). У якості приклада на рис. 4.9 і 4.10 показаний часовий хід значень групового показника вмісту речовин з ефектом сумарної дії за санітарними нормами (з санітарно-токсикологічною ЛОШ 2 класу небезпеки): натрій, нітрити і алюміній (табл. 4.10).

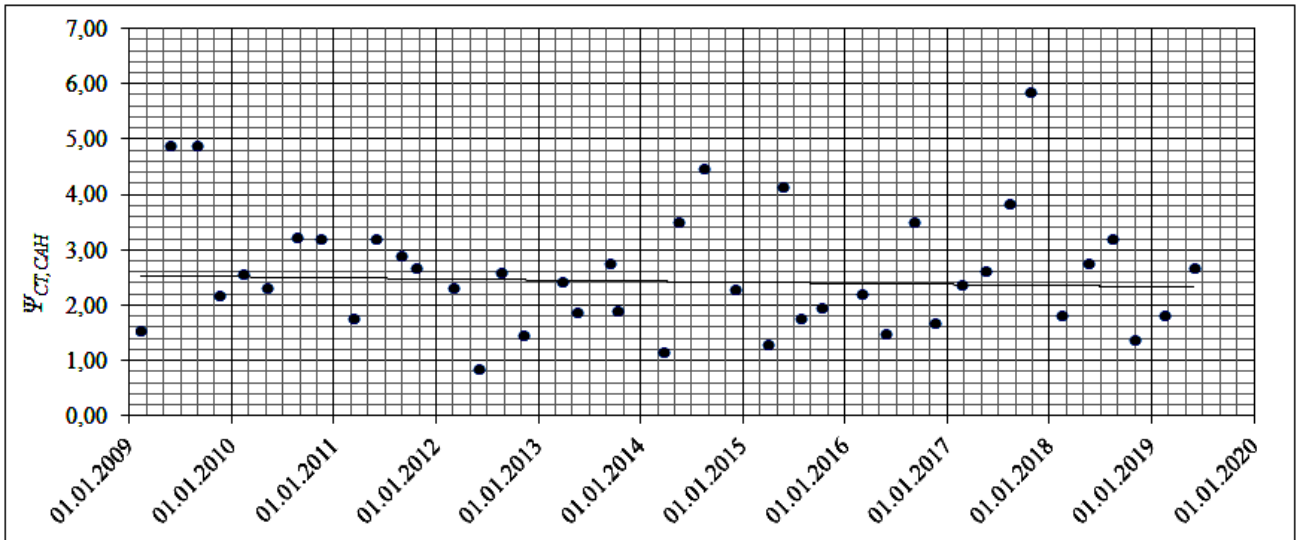

Рис. 4.9 – Мінливість показника Ψ_{CT} (р. Когільник, с. Серпеневе)

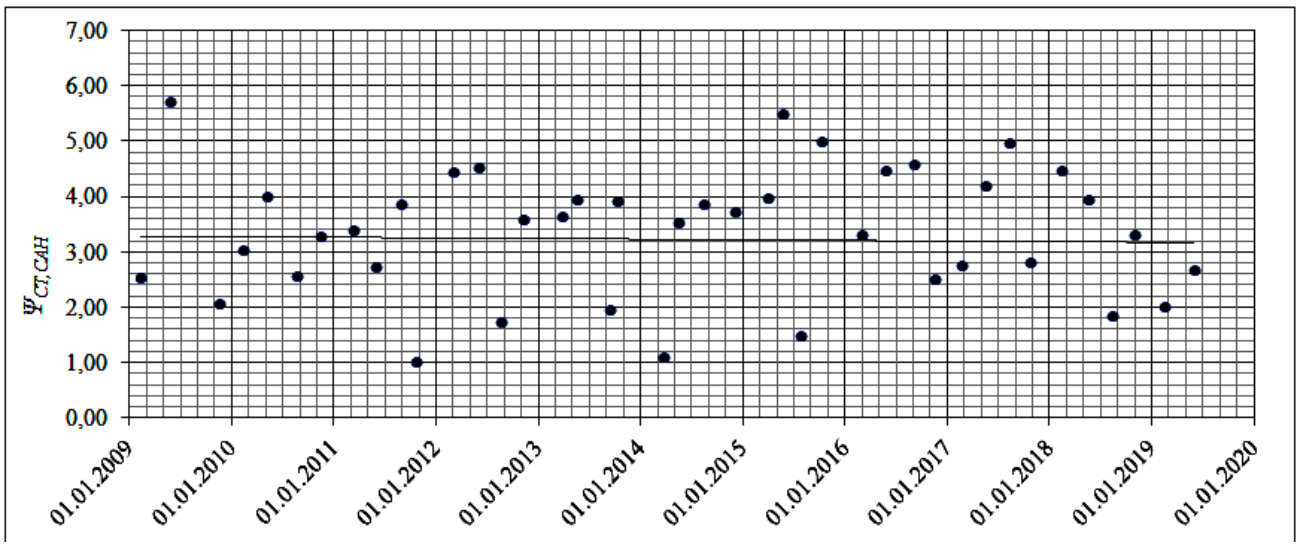

Рис. 4.10 – Мінливість показника $\Psi_{СТ}$ (р. Когільник: с.Новоолексіївка)

Таблиця 4.10 – *ГДК*, *ЛОШ* і класи небезпеки показників якості вод за санітарними і рибогосподарськими нормами

Показник	$ГДК_{С\text{-}Г}$	$ЛОШ_{С\text{-}Г}$	Клас небезпеки	$ГДК_{РГ}$	$ЛОШ_{РГ}$
Мз	1000	–	–	–	–
pH	6,5-8,5	–	–	6,5-8,5	–
SO_4^{2-}	500	орг.	4	100	с-т
Cl^-	350	орг	4	300	с-т
Ca^{2+}	–	–	–	180	с-т
Mg^{2+}	–	–	–	40	с-т
$Na^+ + K^+$	200	с-т	**2**	120	с-т
NH_4^-	2,0	с-т	3	0,5	токс.
$БСК_5$	3,0	–	–	3,0	–
NO_3^-	45(10)	с-т	3	40(9,1)	токс.
NO_2^-	3,3	с-т	**2**	0,08	токс.
Розч. O_2	4	–	–	4	–
PO_4^{3-}	3,5	орг.	3	2,14	
ХСК	15	–	–	–	–
Al	0,53	с-т	**2**		
АПАР	0,5	орг.	4	0,1	с-т
Fe	0,33	орг.	3	0,1	токс.
НП	0,3	орг.	4	0,05	р/г
$\Psi_{СТ}$	1,0	–	–	–	–

Таблиця 4.11 – Значення показників якості вод із забезпеченістю 10% і ризик погіршення якості вод р. Когільник (с. Серпневе)

Показник	$\check{C}_i$	$\check{G}_i$	$ГДК_{С\text{-}Гі}$	C_{10i}	$F_{ЄС}$	R_{Hi}
$M_З$	7,77	0,316	1000	3567	10	100
pH	2,08	0,0488	8,5	8,5	10	10
CO_3^{2-}	3,11	0,726	–	–	–	–
HCO_3^-	6,23	0,480	–	–	–	–
SO_4^{2-}	6,67	0,487	500	1473	10	83
Cl^-	5,67	0,400	350	483	10	32
Ca^{2+}	4,75	0,371	–	–	–	–
Mg^{2+}	4,56	0,490	–	–	–	–
$Na^+ + K^+$	6,12	0,454	200	816	10	97
NH_4^-	0,214	1,17	2,0	5,52	10	34
$БСК_5$	2,11	1,15	3,0	36	10	81
NO_3^-	2,22	1,37	45	53	10	12
NO_2^-	-1,16	1,02	3,3	1,16	10	1,0
Розч. O_2	0,954	1,17	4	0,58	10	64
PO_4^{3-}	-0,148	0,821	3,5	2,5	10	4,4
$ХСК$	3,98	0,701	15	132	10	97
Al	-3,82	0,848	0,53	0,065	10	0,0
$АПАР$	-1,03	0,452	0,5	0,64	10	23
Fe	-1,78	0,507	0,33	0,32	10	9,1
$НП$	-3,14	1,47	0,3	0,29	10	9,4
$Ψ_{СТ,САН}$	0,886	0,410	1,0	4,10	10	98

Для розрахунку значень показників із заданою забезпеченістю і ризику погіршення якості вод ручки Когільник для усіх показників були визначені параметри законів логнормального розподілу (табл. 4.11 і 4.12): середнє значення логарифмованого ряду спостережень ($\check{C}_i$) і середньоквадратичне (стандартне) відхилення $\check{G}_i$. Далі за формулами (3.10) і (3.12) були розраховані

значення показників їз 10% (вимога норм країн ЄС до кількості перевищень нормативу) забезпеченістю (C_{10i}) і ризики погіршення якості вод (R_{Hi}). Ця інформація була використана при оцінки якості вод р. Когільник для різних видів водокористування.

Таблиця 4.12 – Значення показників якості вод із забезпеченістю 10% і ризик погіршення якості вод р. Когільник (с. Новоолексіївка)

Показник	$\check{C}_i$	$\check{G}_i$	$ГДК_{С\text{-}Гі}$	C_{10i}	$F_{ЄС}$	R_{Hi}
$M_З$	8,04	0,322	1000	4704	10	100
pH	2,06	0,0485	8,5	8,4	10	5
CO_3^{2-}	2,81	0,400	–	-	–	-
HCO_3^-	6,27	0,280	–	-	–	-
SO_4^{2-}	7,02	0,419	500	1907	10	97
Cl^-	6,17	0,427	350	823	10	76
Ca^{2+}	5,02	0,350	–	-	–	-
Mg^{2+}	4,83	0,368	–	-	–	-
$Na^+ + K^+$	6,46	0,427	200	1103	10	100
NH_4^-	-0,56	0,740	2,0	1,47	10	4
$БСК_5$	1,52	1,20	3,0	21	10	64
NO_3^-	1,53	1,161	45	20	10	2
NO_2^-	-2,28	0,995	3,3	0,37	10	0,0
Розч. O_2	1,02	1,11	4	0,66	10	63
PO_4^{3-}	-0,33	1,04	3,5	2,7	10	6,5
$ХСК$	4,23	0,636	15	156	10	99
Al	-3,99	0,606	0,53	0,040	10	0,0
$АПАР$	-1,04	0,674	0,5	0,84	10	30
Fe	-1,83	0,521	0,33	0,31	10	8,2
$НП$	-3,49	1,24	0,3	0,15	10	3,2
$\Psi_{СТ}$	1,17	0,422	1,0	5,56	10	100

5 ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОД РІЧКИ КОГІЛЬНИК ДЛЯ РІЗНИХ ВИДІВ ВОДОКОРИСТУВАННЯ

Господарсько-питне водокористування. Оцінка якості виконано за значеннями показників з 10% забезпеченістю (табл. 5.1 і 5.2) та за ризиком погіршення якості вод (табл. 5.3 і 5.4).

Таблиця 5.1 – Оцінка якості вод р. Когільник, с. Серпневе для господарсько-питного водокористування по C_{10i}

Показник	$ГДК_i$	*ЛОШ*	Клас	C_{10i},	$\frac{C_i}{ГДК_i}$
$M_З$, мг/дм^3	1000	–	–	**3567**	–
pH	6,5-8,5	–	–	8,5	–
SO_4^{2-}, мг/дм^3	500	орг.	4	**1473**	–
Cl^-, мг/дм^3	350	орг	4	**483**	–
$Ca^{2+м}$	–	–	–	–	–
Mg^{2+}, мг/дм^3	–	–	–	–	–
$Na^+ + K^+$, мг/дм^3	*200*	*с-т*	***2***	*816*	*4,08*
NH_4^-, мг/дм^3	2,0	с-т	3	**5,52**	–
$БСК_5$, мг/дм^3	3,0	–	–	**36**	–
NO_3^-, мг/дм^3	45(10)	с-т	3	**53**	–
NO_2^-, мг/дм^3	*3,3*	*с-т*	***2***	*1,2*	*0,36*
Розч. O_2, мг/дм^3	4	–	–	**0,58**	–
PO_4^{3-}, мг/дм^3	3,5	орг.	3	2,5	–
ХСК, мг/дм^3	15	–	–	**132**	–
Al, мг/дм^3	*0,53*	*с-т*	***2***	*0,065*	*0,12*
АПАР, мг/дм^3	0,5	орг.	4	**0,64**	–
Fe, мг/дм^3	0,33	орг.	3	0,32	–
НП, мг/дм^3	0,3	орг.	4	0,29	–
Ψ_{CT} (Na^+, NO_2^-, *Al*)	1,0	–	–	**4,10**	–
Σ					Ψ^*_{CT} **= 4,56**

Таблиця 5.2 – Оцінка якості вод р. Когільник, с. Новоолексіївка для господарсько-питного водокористування по C_{10i}

Показник	$ГДК_i$	*ЛОШ*	Клас	C_{10i},	$\frac{C_i}{ГДК_i}$
M_3, мг/дм^3	1000	–	–	**4704**	–
pH	6,5-8,5	–	–	8,4	–
SO_4^{2-}, мг/дм^3	500	орг.	4	**1907**	–
Cl^-, мг/дм^3	350	орг	4	**823**	–
$Ca^{2+м}$	–	–	–	**-**	–
Mg^{2+}, мг/дм^3	–	–	–	**-**	–
$Na^+ + K^+$, мг/дм^3	*200*	*с-т*	***2***	*1103*	*5,52*
NH_4^-, мг/дм^3	2,0	с-т	3	1,47	–
$БСК_5$, мг/дм^3	3,0	–	–	**21**	–
NO_3^-, мг/дм^3	45(10)	с-т	3	20	–
NO_2^-, мг/дм^3	*3,3*	*с-т*	***2***	*0,37*	*0,11*
Розч. O_2, мг/дм^3	4	–	–	**0,66**	–
PO_4^{3-}, мг/дм^3	3,5	орг.	3	2,7	–
ХСК, мг/дм^3	15	–	–	**156**	–
Al, мг/дм^3	*0,53*	*с-т*	***2***	*0,040*	*0,08*
АПАР, мг/дм^3	0,5	орг.	4	**0,84**	–
Fe, мг/дм^3	0,33	орг.	3	0,31	–
НП, мг/дм^3	0,3	орг.	4	0,15	–
Ψ_{CT} (Na^+, NO_2^-, *Al*)	1,0	–	–	**5,56**	–
Σ					Ψ^*_{CT} **= 5,70**

Перший спосіб оцінки якості вод – за значеннями показників із заданою забезпеченістю. За табл. 5.1 і 5.2 видно, що води річки Когільник (с. Новоолексіївка) не відповідають вимогам норм країн ЄС за показниками (усього 8): загальна мінералізація, сульфат-іони, хлорид-іони, біохімічне споживання кисню за 5 діб, розчинений кисень (оскільки показник розчинений кисень обмежений знизу, то у формулі (3.12) замість (1-*F*) необхідне

використовувати *F*), *ХСК*, *АПАР* та Ψ_{CT}. Значення з забезпеченістю 10% цих показників перевищує їх санітарно-гігієнічні нормативи (*ГДК*). У верхній частині річки додатково порушені вимоги норм за показниками амоній-іон і нітрати (усього 10).

При такому оцінюванні якості вод слід звернути увагу на те, що показник Ψ_{CT}^*, розрахований по значенням гідрохімічних показників із забезпеченістю 10%, перевищує значення Ψ_{CT}, визначене за законом розподілу. Тобто, показник Ψ_{CT}^* погіршує уявлення про якість води. При малих значеннях цього показника, це може бути важливим. У даному випадку це не є важливим тому, що значення показника перевищує норматив більш ніж у 4-5 разів.

Таблиця 5.3 – Оцінка якості вод р. Когільник, с. Серпневе для господарсько-питного водокористування по R_{Hi}

Показник	$\check{C}_i$	$\check{G}_i$	$ГДК_i$	R_{Hi}
$M_З$, мг/дм^3	7,77	0,316	1000	**100**
pH	2,08	0,0488	6,5-8,5	10
SO_4^{2-}, мг/дм^3	6,67	0,487	500	**83**
Cl^-, мг/дм^3	5,67	0,400	350	**32**
Ca^{2+}, мг/дм^3	4,75	0,371	–	–
Mg^{2+}, мг/дм^3	4,56	0,490	–	–
NH_4^-, мг/дм^3	0,214	1,17	2,0	**34**
$БСК_5$, мг/дм^3	2,11	1,15	3,0	**81**
NO_3^-, мг/дм^3	2,22	1,37	45	**12**
Розч. O_2, мг/дм^3	0,954	1,17	4	**64**
PO_4^{3-}, мг/дм^3	-0,148	0,821	3,5	4,4
ХСК, мг/дм^3	3,98	0,701	15	**97**
АПАР, мг/дм^3	-1,03	0,452	0,5	**23**
Fe, мг/дм^3	-1,78	0,507	0,33	9,1
НП, мг/дм^3	-3,14	1,47	0,3	9,4
Ψ_{CT} (Na^+, NO_2^-, *Al*)	0,886	0,410	1,0	**98**

Таблиця 5.4 – Оцінка якості вод р. Когільник, с. Новоолексіївка для господарсько-питного водокористування по R_{Hi}

Показник	$\check{C}_i$	$\check{G}_i$	$ГДК_i$	R_{Hi}
M_3, мг/дм^3	8,04	0,322	1000	**100**
pH	2,06	0,0485	6,5-8,5	5
SO_4^{2-}, мг/дм^3	7,02	0,419	500	**97**
Cl^-, мг/дм^3	6,17	0,427	350	**76**
Ca^{2+}, мг/дм^3	5,02	0,350	–	–
Mg^{2+}, мг/дм^3	4,83	0,368	–	–
NH_4^-, мг/дм^3	-0,56	0,740	2,0	4
$БСК_5$, мг/дм^3	1,52	1,20	3,0	**64**
NO_3^-, мг/дм^3	1,53	1,161	45	2
Розч. O_2, мг/дм^3	1,02	1,11	4	**63**
PO_4^{3-}, мг/дм^3	-0,33	1,04	3,5	6,5
ХСК, мг/дм^3	4,23	0,636	15	**99**
АПАР, мг/дм^3	-1,04	0,674	0,5	**30**
Fe, мг/дм^3	-1,83	0,521	0,33	8,2
НП, мг/дм^3	-3,49	1,24	0,3	3,2
Ψ_{CT} (Na^+, NO_2^-, *Al*)	1,17	0,422	1,0	**100**

Другий спосіб оцінки якості вод (табл. 5.3 і 5.4) – визначення ризику погіршення якості вод за окремими показниками. За табл. 5.3 видно, що ризик погіршення якості вод у р. Когільник біля с. Серпневе перевищує граничне значення норм країн ЄС (10%) за показниками (усього 10): загальна мінералізація, сульфат-іони, хлорид-іони, біохімічне споживання кисню за 5 діб, розчинений кисень, *ХСК*, *АПАР*, Ψ_{CT}, амоній-іон і нітрати. Це теж самі показники, що і за першім способом. У нижній частині також перевищення за цими показниками (усього 8) за виключенням двох: амоній-іон і нітрати.

Обі два способи дають однакові результати при відсутності помилок у розрахунках.

Рибогосподарське водокористування. Оцінка якості вод р. Когільник за рибогосподарськими нормами (табл. 5.5–5.8) виконана аналогічно (двома способами).

Таблиця 5.5 – Оцінка якості вод р. Когільник (с. Серпневе) за C_{10i}

Показник	*ГДКі*	*ЛОШі*	C_{10i}	$C_{10i}/ГДКi$
pH	6,5-8,5	–	8,5	–
$БСК_5$	3,0	–	**36,0**	–
Розч. O_2	4,0	–	**0,58**	–
NH_4^-	0,5	токс.	5,52	11,03
NO_3^-	40(9,1)	токс.	53	1,32
NO_2^-	0,08	токс.	1,16	14,45
Fe	0,1	токс.	0,32	3,21
$\Psi_{T\,PX}$	1,0	–	**21,8**	
				$\Psi^*_{T\,PX}$ = **30,0**
SO_4^{2-}	100	с-т	1473	14,73
Cl^-	300	с-т	483	1,61
Ca^{2+}	180	с-т	187	1,04
Mg^{2+}	40	с-т	180	4,50
Na^+	120	с-т	816	6,80
АПАР	0,1	с-т	0,64	6,39
$\Psi_{CT\,PX}$	1,0	–	**29,4**	
				$\Psi^*_{CT\,PX}$= **35,1**
НП	0,05	р/г	**0,29**	

Першій спосіб (табл. 5.5, 5.6). Якість вод річки Когільник не відповідає вимогам рибогосподарських норм за показниками: біохімічне споживання кисню; розчинений кисень, групи речовин з токсикологічною і санітарно токсикологічною *ЛОШ*, нафтопродукти. Показники $БСК_5$, $\Psi_{T\,PX}$ і НП у верхній частині річки перевищують аналогічні показники у нижній частині. Це,

найімовірніше, пов’язано з меншою водністю річки у верхній частині та частими застійними явищами.

Таблиця 5.6 – Оцінка якості вод р. Когільник (с. Новоолексіївка) за C_{10i}

Показник	*ГДКi*	*ЛОШi*	*С*10*i*	*С*10*i* /*ГДКi*
pH	6,5-8,5	–	8,4	–
$БСК_5$	3,0	–	**21**	–
Розч. O_2	4,0	–	**0,66**	–
NH_4^-	0,5	токс.	1,47	2,94
NO_3^-	40(9,1)	токс.	20,4	0,51
NO_2^-	0,08	токс.	0,37	4,59
Fe	0,1	токс.	0,31	3,11
$\Psi_{T\,PX}$	1,0	–	**7,38**	
				$\Psi^*_{T\,PX}$ **= 11,2**
SO_4^{2-}	100	с-т	1907	19,07
Cl^-	300	с-т	823	2,74
Ca^{2+}	180	с-т	236	1,31
Mg^{2+}	40	с-т	201	5,03
Na^+	120	с-т	1103	9,20
АПАР	0,1	с-т	0,84	8,41
$\Psi_{CT\,PX}$	1,0	–	**39,8**	
				$\Psi^*_{CT\,PX}$ **= 45,8**
НП	0,05	р/г	**0,15**	

Таблиця 5.7 – Оцінка якості вод р. Когільник (с. Серпневе) за R_{Hi}

Показник	$\check{C}_i$	$\check{G}_i$	$ГДК_i$	R_{Hi}
pH	2,08	0,0488	6,5-8,5	10
$БСК_5$	2,11	1,15	3,0	**81**
Розч. O_2	0,954	1,17	4,0	**64**
$\Psi_{T\,PX}$	2,05	0,806	1,0	**99**
$\Psi_{CT\,PX}$	3,01	0,289	1,0	**100**
НП	-3,14	1,47	0,05	**46**

Таблиця 5.8 – Оцінка якості вод р. Когільник (с. Новоолексіївка) за R_{Hi}

Показник	$Č_i$	$Ğ_i$	$ГДК_i$	R_{Hi}
pH	2,08	0,0488	6,5-8,5	5
$БСК_5$	2,11	1,15	3,0	**64**
Розч. O_2	0,954	1,17	4,0	**63**
$Ψ_{T\,PX}$	2,05	0,806	1,0	**91**
$Ψ_{CT\,PX}$	3,01	0,289	1,0	**100**
НП	-3,14	1,47	0,05	**34**

Другий спосіб (табл. 5.7, 5.8). За ризиком погіршення якість вод не відповідає вимогам рибогосподарських норм за усіма показниками крім *pH* (кількість перевищень *ГДК* коливається від 34 до 100%) по всій довжині річки в межах Одеської області.

Іригаційна оцінка. У нижній частині річки Когільник води не придатні для зрошення за мінералізацією. В середньому загальна мінералізація вод складає 4460 мг/дм^3. Вони відносяться до класу 4 – «засолює ґрунт» з імовірністю 68%.

Верхня частина річки (с. Серпневе). За мінералізацією води відносяться до класу 3 – «обмежено придатні для зрошення» з ризиком погіршення класу якості приблизно 20%.

Показник натрієвого і магнієвого осолонцювання k_{Na1} і k_{Mg} перевищують нормативи. Показник k_{Na1} приблизно в 4,5 рази більше за норматив. Таким чином, співвідношення натрію з кальцієм у воді є загрозою осолонцювання ґрунту при поливі.

За показником небезпеки іригаційного засолення ґрунту $e(rCl^-)$ води р. Когільник у верхній частині відносяться до класу II для легкопроникних ґрунтів: піщаних, супіщаних і легкосуглинкових.

Для використання таких вод в цілях іригації необхідне їх розбавлення і хімічна меліорація (насищення іонами кальцію – гіпсування).

Тут необхідне зазначити, що при визначенні іригаційних співвідношень

іонів з малою забезпеченістю необхідно використовувати закони розподілу цих співвідношень. У табл. 5.9 наведений розрахунок показників k^*_{Na1}, k^*_{Mg} і k^*_{Mg2} з використанням значень гідрохімічних показників із забезпеченістю 10%.

Таблиця 5.9 – Оцінка якості вод р. Когільник (с. Серпневе) за R_{Hi}

Показник	C_{10}	$k^*_{Na1} \leq 1{,}0$	$k^*_{Mg} \leq 0{,}50$	$k^*_{Mg2} \leq 1{,}0$
Ca^{2+}	187	4,36	**0,49**	**0,96**
Mg^{2+}	180			
Na^{+}	816			

За табл. 5.9 видно, що значення показників магнієвого осолонцювання k^*_{Mg} і k^*_{Mg2} не перевищують свої нормативи: 0,49<0,5 і 0,96<1,0. Загроза магнієвого осолонцювання відсутня. Але розрахунок значень цих показників за законами їх розподілу (табл. 5.10) дає іншу картину, значення показників перевищують свої нормативи: 0,86 > 0,5 і 3,28 > 1,0, тобто, загроза магнієвого осолонцювання існує.

Таблиця 5.10 – Оцінка якості вод р. Когільник (с. Серпневе) за R_{Hi}

Показник	$\check{C}_i$	$\check{G}_i$	H_i	Значення із F=10%
$k_{Na1} \leq 1{,}0$	1,48	0,609	1,0	9,54
$k_{Mg} \leq 0{,}50$	-0,581	0,332	0,5	**0,86**
$k_{Mg2} \leq 1{,}0$	0,351	0,653	1,0	**3,28**

У даному випадку використання значень гідрохімічних показників спричинило похибку при оцінки якості іригаційної води. При визначенні значень іригаційних співвідношень іонів малої забезпеченості необхідно використовувати закони їх розподілу. Закон розподілу співвідношення іонів відображає реальну мінливість цього співвідношення у часі.

Умова $k_{Mg2} \leq 1{,}0$ відповідає (є еквівалентною) умові $k_{Mg} \leq 0{,}5$:

$k_{Mg}=rMg^{2+}/(rCa^{2+}+rMg^{2+}) \leq 0{,}50,$ (5.1)

$k_{Mg2}=rMg^{2+}/rCa^{2+} \leq 1{,}0.$ (5.2)

Умова $k_{Mg} \leq 0{,}5$ завжди відповідає $k_{Mg2} \leq 1{,}0$ (і навпаки), це можна доказати:

$$\boldsymbol{rMg^{2+}/(rCa^{2+}+rMg^{2+}) \leq 0{,}50} \quad \rightarrow \quad 2\, rMg^{2+} \leq (rCa^{2+}+rMg^{2+}) \quad \rightarrow$$

$$\rightarrow \quad 2 \leq rCa^{2+}/rMg^{2+}+1 \quad \rightarrow \quad 1 \leq rCa^{2+}/rMg^{2+} \quad \rightarrow \quad \boldsymbol{rMg^{2+}/rCa^{2+} \leq 1{,}0}.$$

Умова $rMg^{2+}/(rCa^{2+}+rMg^{2+}) \leq 0{,}50$ розповсюджена в літературі присвяченої оцінки якості іригаційних вод, але, умова $rMg^{2+}/rCa^{2+} \leq 1{,}0$ повністю їй відповідає і є еквівалентною.

ВИСНОВКИ

1. Верхів'я річки Когільник приблизно 125 км її довжини і 35% її водозбору знаходяться на території Молдови. Решта – на території Одеської області. Загальна довжина річки становить 243 км, площа водозбірного басейну – 3910 км² (1380 км² у Молдові).

2. Ширина річкової долини змінюється від 300–500 м у верхів'ях до 5 км поблизу села Стара Богданівка. На річці розташовано 5 водосховищ. Долину річки складають глинисто-піщані ґрунти. Вода у верхів'ях річки прозора, а ближче до гирла вона має жовтуватий колір.

3. Середньомісячна норма стоку річки у місті Хинчешти становить 0,30 м³/с, з абсолютним максимумом 6,47 м³/с та абсолютним мінімумом 0,006 м³/с. Загальне падіння річки від витоку до гирла становить 230 метрів.

4. Басейн річки Когульник у межах Одеської області розташований на її півдні у Болградському і Білгород-Дністровському районах.

5. Гідрографічна мережа районів входить до трьох водних басейнів: річок Причорномор'я, Дунаю та Дністра. Басейн річки Когільник є складовою басейна річок Причорномор'я.

6. Ґрунтовий покрив Болградського і Білгород-Дністровського районів входить до степовій зони і поділяється на дві підзони: підзона північного степу (СА) чорноземів звичайних; підзона південного степу (СБ) чорноземів південних.

7. Клімат регіону є вологим і помірно континентальним, поєднуючи риси як континентального, так і морського типу. За агрокліматичними умовами його територія поділяється на дві зони: другу центральну і південну. Межі зон співпадають з особливостями розподілу ґрунтів на території Одеської області.

8. Друга центральна агрокліматична зона охоплює північні частини Болградського та Білгород-Дністровського районів і характеризується дуже теплим кліматом. Теплове забезпечення рослин у цій зоні становить 3200–3350°С. У липні середня температура повітря о 13 годині сягає 27°С, а

максимальна може підвищуватися до 38–39°С.

9. Південна агрокліматична зона охоплює південні райони Білгород-Дністровського та Болградського районів і вирізняється жарким кліматом із високими температурами. Теплове забезпечення рослин у цій зоні перевищує 3400°С. У липні середня температура повітря о 13 годині становить близько 27°С, а максимальні значення можуть досягати 36–39°С.

10. Оцінку якості вод при господарсько-питному, комунально-побутовому, рибогосподарському та іригаційному водокористуванні виконують методом детального аналізу, якій полягає у зіставленні показників якості вод з їх нормативами.

11. За санітарними нормами ефект сумарної дії мають речовини нормовані з однаковою лімітуючою ознакою шкідливості (ЛОШ) першого чи другого класу небезпеки. За рибогосподарськими – усі речовини нормовані з однаковою ЛОШ.

12. показники якості іригаційних вод можна поділити на чотири частини і розташувати в такій послідовності: концентрація солей; співвідношення головних іонів; концентрація токсичних елементів, які можуть негативно впливати на сільськогосподарські рослини та навколишнє середовище; концентрація біогенних елементів.

13. В ДСТУ 2730:2015 небезпека іригаційного засолення ґрунту оцінюється за показником $e(rCl^-)$. Суттєвим недоліком цієї методики є необхідність аналізу гіпотетичних солей при кожному визначенні показника $e(rCl^-)$. Це дуже незручно і ускладнює масові розрахунки.

14. Усунення недоліку методики ДСТУ 2730:2015 можливо зробити шляхом використання детальної типізації іригаційних вод, де кожний підтип іригаційних вод має свій специфічні набор гіпотетичних солей, що дозволяє надати розрахункову формулу показника $e(rCl^-)$ для кожного підтипу вод.

15. У вітчизняній практиці можливість майбутнього використання вод оцінюють за середніми значеннями показників за деякий попередній період часу і не враховують їхню мінливість у часі. Такий підхід може призвести до

того, що у майбутньому часто будуть використовуватися води з порушенням вимог норм.

16. Для вод р. Когільник характерним є те, що усі показники їх якості або не мають часового тренду, або часовий тренд слабкий і ним можна знехтувати.

17. Ризик погіршення якості вод за окремим показником можна розглядати як імовірність перевищення (забезпеченість) нормативу цього показника.

18. У вітчизняних нормах відсутні обмеження кількості перевищень нормативу. Таки обмеження є в країнах Європейського співтовариства. Це обмеження складає 10% від загальної кількості спостережень.

19. Оцінку якості вод різного призначення можливе виконувати двома способами: перший – з використанням значень показників із заданою забезпеченістю; другий – з використанням ризику погіршення якості вод за показниками якості.

20. Мінералізація вод (M_3) річки Когільник за її довжиною в середньому зростає від 2482 мг/дм^3 (с. Серпневе) до 3770 мг/дм^3 (с. Новоолексіївка). Часовий тренд показника M_3 дуже малий і ним можна знехтувати. У верхній частині річки за M_3 вода відноситься до класу 3 – «обмежено придатна для зрошення», у нижній частині – клас 4 «засолює грунт»

21. Загальним для вод річки є перевищення концентрації натрію над концентрацією кальцію приблизно у 4,5 рази. Крім того, вміст іонів магнію по відношенню до іонів кальцію перевищує норму. Таким чином вода Когільнику сприяє натрієвому і магнієвому осолонцюванню.

22. Вода річки у верхній її частині має кращі іригаційні характеристики ніж у нижній. Протягом зрошувального періоду року (ЗПР) води біля с. Серпневе за показником $e(rCl^-)$ відносяться до класу II для піщаних, супіщаних і легкосуглинкових ґрунтів: ризик погіршення класу якості вод не перевищує 10% (що відповідає вимогам норм країн ЄС). Для інших ґрунтів ризик погіршення якості вод перевищує 10%.

23. Води верхньої частини річки Когільник придатні для зрошення при

умові їх хімічної меліорації и розбавлення маломінералізованою водою. Води у нижній частині не придатні для зрошення.

24. Води річки Когільник (с. Новоолексіївка) не відповідають вимогам норм країн ЄС для господарсько-питного та комунально-побутового водокористування за показниками (усього 8): загальна мінералізація, сульфат-іони, хлорид-іони, біохімічне споживання кисню за 5 діб, розчинений кисень, *ХСК*, *АПАР* та Ψ_{CT}. Значення цих показників з забезпеченістю 10% перевищує їх санітарно-гігієнічні нормативи (*ГДК*). У верхній частині річки додатково порушені вимоги норм за показниками амоній-іон і нітрати (усього 10).

25. Показник Ψ^*_{CT}, розрахований по значенням гідрохімічних показників із забезпеченістю 10%, перевищує значення Ψ_{CT}, визначене за законом розподілу. Тобто, показник Ψ^*_{CT} погіршує уявлення про якість води. При малих значеннях цього показника, це може бути важливим.

26. Іригаційні показники співвідношення іонів, розраховані за значеннями гідрохмічних показників із забезпеченістю 10%, навпаки, покращують дійсний стан вод у порівнянні з показниками, розрахованими за законами їх розподілу.

27. Води річки Когільник не відповідають вимогам рибогосподарських норм за усіма розглянутими показниками, за виключенням показника *pH*.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. 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: 09.10.2024).
2. 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: 09.10.2024).
3. 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 (дата звернення: 09.10.2024)
4. 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: 09.10.2024).
5. 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 (дата звернення: 09.10.2024)
6. 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: 09.10.2024)
7. Когільник. URL: https://esu.com.ua/article-7456 (дата звернення: 09.10.2024).
8. Болградський район. URL: https://esu.com.ua/article-36722 (дата звернення: 09.10.2024).
9. Білгород-Дністровський район. URL: https://vue.gov.ua/Білгород-Дністровський_район (дата звернення: 09.10.2024).

10. Карта ґрунтів Одеської області. URL: https://superagronom.com/karty/karta-gruntiv-ukrainy#win14 (дата звернення: 20.09.2024).
11. Красєхи Є.Н., Біланчина Я.М. *Чорноземи масивів зрошення Одещини*: монографія. Одеса: ОНУ ім. І.І. Мечникова, 2016.
12. Кирнасівська Н.В. Агрокліматична оцінка та районування біокліматичного потенціалу територій Одеської області. *Наукові праці УкрНДГМІ*, 269, 2016. С. 158–165.
13. Кирнасовская Н.В. Комплексная оценка и районирование показателей тепловых ресурсов почв в Одесской области. *Український гідрометеорологічний журнал*, 15, 2014. С. 102–110.
14. Юрасов С.М., Сафранов Т.А., Чугай А.В. *Оцінка якості природних вод*: Навчальний посібник. Одеса: Екологія, 2012.
15. Доценко В.І., Онопрієнко Д.М., Запорожченко В.Ю., Ткачук Т.І. *Оцінка якості води для поливів сільськогосподарських культур*. Дніпро: Акцент ПП, 2022.
16. Задорожній Ю.В. *Сільськогосподарська меліорація*. Миколаїв: МНАУ, 2014.
17. Лозовіцький П.С. Оцінка якості природних вод України при використанні для зрошення. *Водне господарство України*, 3–4, 1999. С. 6–9.
18. 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*, 1, 2019. С. 90-101.
19. Ромащенко М.І., Балюк С.А. *Зрошення земель в Україні. Стан та шляхи поліпшення*. Київ: Світ. 2000.
20. Сніжко С.І. *Оцінка та прогнозування якості природних вод*. Київ: Ніка-Центр, 2001.
21. Сташук В.А., Балюк С.А., Ромащенко М.І. *Наукові основи охорони та раціонального використання зрошуваних земель України*. Київ: Аграрна наука, 2009.
22. ВНД 33-5.5-02-97. *Якість вод для зрошення. Екологічні критерії.* Харків:

Державний комітет України по водному господарству, 1998.

23. ДСТУ 2730-94. *Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії*. Київ: Держстандарт України, 1994.
24. ДСТУ 2730:2015. *Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії*. Київ: «УкрНДНЦ», 2016.
25. Abbasi T., Abbasi S.A. *Water quality indices*. Amsterdam, Elsevier Sci Ltd. 2012.
26. Bhat M.A., Wani S.A., Singh V.K., Sahoo1 J., Toma, D., Sanswal R. An Overview of the Assessment of Groundwater Quality for Irrigation. *Journal of Agricultural Science and Food Research*, 9, 1, 2018.
27. Chornyy S., Isaeva V. Agronomic evaluation of irrigation water on the Southern Buh and Kamianska irrigation systems. *Journal of water and land development*, 54. 2022. pp. 77–83.
28. 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*, 10 (2), 2010. pp. 79–96.
29. Mishra P.C. *Some Aspects of the Quality of Water in and around Rourkela*. PhD thesis. Odisha, India, 2005.
30. 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*, 1(2), 2010. pp. 115–122.
31. Nikolaou G., Neocleous D., Christophi C., Heracleous T., Markou M. Irrigation ground water quality characteristics: a case study of Cyprus. *Atmosphere*, 11, 2020.
32. 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*, 5, 3, 2017. pp. 315–337.
33. Szabolch I., Darab K. Salt balance and salt transport processes in irrigated soils. *Trans. 9th Int. Cong. Soil Sci.* Adelaide, Australia, l, 1968. pp. 491–502.
34. Stansfury M. Irrigation and water quality. *Irrigate and drainage*. *Trans 14th cong*.

United States perspective, 1998. pp. 185–215.

35. Zaman M., Shahid S.A., Heng L. Irrigation water quality. *Guideline for Salinity Assessment, Mitigation and Adaptation Using Nuclear and Related Techniques*, 2018. pp. 113–131.
36. Yurasov S.M., Kuzmina V.A., Karaulov V.D. Irrigative Assessment of Sasyk Water Quality. *Environmental problems*, 6, 2, 2021. pp. 69–77.
37. Караулов В.Д., Житкевич М.Я., Юрасов С.М. Удосконалення методики оцінки якості іригаційних вод у ДСТУ 2730:2015. *Грааль науки*, 25, 2023, С. 190–197.
38. Юрасов С.М., Караулов В.Д., Житкевич М.Я. Іригаційні властивості вод і їх мінливість на прикладі водних об‘єктів Одеської області. *Аграрні інновації*, 17, 2023. С. 62–68.
39. Хільчевський В.К., Осадчій В.І., Курило С.М. *Основи гідрохімії*: підручник. Київ: Ніка-Центр, 2012.
40. Караулов В.Д., Юрасов С.М. , Мудрак О.В., Мудрак Г.В. Іригаційний потенціал малих та середніх річок басейну Причорномор'я в межах Одеської області . *Збалансоване природокористування*, 1. 2024, С. 68-74.
41. Колунаєв Є.В. Забруднення водного середовища та пов’язані з ним ризики. *Вісник НТУУ «КПІ». Серія «Гірництво»*. 24. 2014. 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*, 1, 2013. 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*, 1 (19), 2019. 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*, 10, 2017. С. 42–52.
45. Log-normal distribution. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Log-normal_distribution (дата звернення: 09.10.2024).

46. Lognormal Distribution. URL: https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/lognormal-distribution#:~:text=A%20lognormal%20distribution%20is%20a,then%20has%20a%20lognormal%20distribution (дата звернення: 09.10.2024).
47. Yurasov S.M., Kurianova S.O. *Water Quality: Assessment, Variability, Forecast, Regulation*. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2022.
48. 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*, 23, 3, 2022. pp. 167–176.

ДОДАТОК А

ПУБЛІКАЦІЇ ЗА ТЕМОЮ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА

1. Довгань А.В., Юрасов С.М. Аналіз просторово-часової мінливості іригаційних властивостей вод річки Когільник (Одеська область). *Регіональні проблеми охорони довкілля та збалансованого природокористування*: матеріали Міжнародної наукової конференції за участю молодих науковців. Одеса: ОДЕКУ, 2024. С.105-106.