

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА

Факультет гідрометеорології і екології

Кафедра агрометеорології та агроекології

Кваліфікаційна робота

на здобуття ступеня вищої освіти «магістра»

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ВІД ТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ОКРЕМИХ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ ANALYSIS OF METHODS FOR ASSESSING ENVIRONMENTAL RISKS FROM TECHNOGENIC POLLUTION OF SURFACE WATER BODIES IN CERTAIN REGIONS OF UKRAINE

Виконав: студент 2 курсу денної форми навчання
спеціальності 101 Екологія

Освітньо-професійна програма Екологія та охорона
навколишнього середовища

Колесник Михайло Олександрович

(прізвище, ім'я, по-батькові здобувача)

Керівник к. геогр. н., доц. Колісник А.В.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент к. геогр. н., доц. Бургаз О.А.

(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

(підпис)

Микола СЕРБОВ

(ім'я, прізвище)

Одеса 2024

АНОТАЦІЯ

Аналіз методів оцінки екологічних ризиків від техногенного забруднення поверхневих водних об'єктів окремих регіонів України
М.О. Колесник

Дослідження екологічних ризиків для водних екосистем від антропогенних та природних факторів впливу є актуальним з позиції планування природоохоронної діяльності та оперативного прийняття управлінських рішень для мінімізації негативного впливу на поверхневі водні об'єкти чи його нейтралізації.

Метою дослідження є аналіз методів оцінки екологічних ризиків від забруднення поверхневих водних об'єктів окремих регіонів України. **Об'єктом дослідження** є поверхневі води в межах Полтавської області. **Предмет дослідження**: методики оцінки екологічних ризиків від забруднення поверхневих водних об'єктів.

Вихідними даними для дослідження є гідрохімічна інформація про стан поверхневих вод у контрольних пунктах спостереження в межах Полтавської області в 2022 році (мг/дм³) з Екологічного паспорта регіону.

Основні висновки. За значеннями екологічного ризику пов'язаного із санітарно-токсикологічними властивостями води вставляємо, що найбільші значення екологічного ризику для водних екосистем Полтавщини відмічаються у сьомому та десятому контрольних пунктах спостереження, які знаходяться відповідно: в руслі р. Сула в зоні впливу скидів комунального підприємства «Лубниводоканал» та в руслі р. Говтва в зоні впливу скидів комунального підприємства «Решетилівкаводоканал». Саме ці комунальні підприємства слід вважати пріоритетними джерелами забруднення поверхневих вод у межах Полтавської області в 2022 р.

Структура і обсяг роботи. Робота складається зі вступу, 3 основних розділів, висновку, переліку посилань. Обсяг роботи 60 стор. в т.ч. 10 рис., 8 табл. і 33 літературних джерел.

Ключові слова: екологічний ризик, якість води, гідрохімічні показники, гранично допустимі концентрації, Полтавська область.

SUMMARY

Analysis of methods for assessing environmental risks from technogenic pollution of surface water bodies in certain regions of Ukraine. M. Kolesnyk

The study of environmental risks to aquatic ecosystems from anthropogenic and natural factors of influence is relevant from the point of view of planning environmental protection activities and prompt management decision-making to minimize the negative impact on surface water bodies or neutralize it.

The purpose of the study is to analyze methods for assessing environmental risks from pollution of surface water bodies in certain regions of Ukraine.

The object of the study is surface water within the Poltava region.

The subject of the study: methods for assessing environmental risks from surface water pollution.

The initial data for the study are hydrochemical information on the state of surface waters at the control points of observation within the Poltava region in 2022 (mg/dm³) from the Environmental Passport of the region.

Main conclusions. According to the values of the environmental risk associated with the sanitary and toxicological properties of water, the highest values of environmental risk for aquatic ecosystems in Poltava region are observed at the seventh and tenth monitoring points, which are located respectively: in the Sula River channel in the zone of influence of the Lubnyvodokanal utility and in the Govtva River channel in the zone of influence of the Reshetylivka Vodokanal utility. These municipal enterprises should be considered the priority sources of surface water pollution within Poltava Oblast in 2022.

Structure and scope of the work. The paper consists of an introduction, three main chapters, conclusions and a list of references. The volume of the work is 60 pages, including 10 figures, 8 tables and 33 references.

Keywords: environmental risk, water quality, hydrochemical indicators, maximum permissible concentrations, Poltava region.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРИТОРІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ. ВОДНІ РЕСУРСИ У МЕЖАХ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	8
1.1 Фізико-географічна характеристика регіону.....	8
1.2 Водні ресурси в межах Полтавської області.....	11
1.3 Екологічні проблеми області.....	12
2 АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ВІД ТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ.....	15
2.1 Поняття екологічного ризику та його характеристика.....	15
2.2 Методика оцінювання екологічних ризиків природних екосистем.....	18
2.3 Методика оцінки екологічного ризику погіршення стану водних об'єктів.....	20
2.4 Методика визначення ризиків забруднення (погіршення якості) вод на основі норм країн ЄС.....	24
2.5 Методика дослідження екологічного ризику порушення благополуччя водних екосистем.....	26
3 ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ ПОГІРШЕННЯ СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД (НА ПРИКЛАДІ ВОДНИХ РЕСУРСІВ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ).....	30

3.1 Характеристика вихідної для дослідження інформації.....	30
3.2 Оцінка ризику, пов'язаного із санітарно-токсикологічними властивостями води.....	35
3.3 Оцінка екологічного ризику погіршення стану водних об'єктів у межах Полтавської області.....	47
ВИСНОВКИ.....	53
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	56

ВСТУП

Актуальність роботи. Дослідження екологічних ризиків для водних екосистем від антропогенних та природних факторів впливу є актуальним з позиції планування природоохоронної діяльності та оперативного прийняття управлінських рішень для мінімізації негативного впливу на поверхневі водні об'єкти чи його нейтралізації. Водні екосистеми, особливо великі водотоки часто є джерелами питного водоспоживання, що напряду може вплинути не тільки на господарські потреби у водних ресурсах, а й на здоров'я населення.

Зв'язок з науковою тематикою кафедри. Тематика роботи відповідає основним напрямам НДР кафедри екології та охорони довкілля. Виконана в рамках НДР «Методичні підходи до оцінки екологічних ризиків внаслідок антропогенного впливу на природні складові довкілля», № державної реєстрації 0123U102904. *Приймав участь у науково-дослідній роботі кафедри з підготовкою наукової роботи на конкурс на тему: «Аналіз методів оцінки екологічних ризиків від техногенного забруднення поверхневих водних об'єктів».*

Метою дослідження є аналіз методів оцінки екологічних ризиків від забруднення поверхневих водних об'єктів окремих регіонів України.

Об'єктом дослідження є поверхневі води в межах Полтавської області.

Предмет дослідження: методики оцінки екологічних ризиків від забруднення поверхневих водних об'єктів.

Вихідними даними для дослідження є гідрохімічна інформація про стан поверхневих вод у контрольних пунктах спостереження в межах Полтавської області в 2022 році (мг/дм³) з Екологічного паспорта регіону. Дані сформовані на основі даних Кременчуцького районного відокремленого підрозділу ДУ «Полтавського обласного центру контролю та профілактики

хвороб МОЗ України» та Регіонального офісу водних ресурсів у Полтавській області.

Методи дослідження. У роботі аналізуються Методика оцінювання екологічних ризиків природних екосистем, Методика оцінки екологічного ризику погіршення стану водних об'єктів, Методика визначення ризиків забруднення (погіршення якості) вод на основі норм країн ЄС, Методика дослідження екологічного ризику порушення благополуччя водних екосистем.

Новизна отриманих результатів полягає в тому, що систематизація методичних підходів до дослідження екологічних ризиків для водних екосистем раніше у дослідженнях не зустрічалася, а кожен метод апробовувався та вивчався окремо.

Структура і обсяг роботи. Робота складається зі вступу, 3 основних розділів, висновку, переліку посилань. Обсяг роботи 60 стор. в т.ч. 10 рис., 8 табл. і 33 літературних джерел.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРИТОРІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ. ВОДНІ РЕСУРСИ У МЕЖАХ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Фізико-географічна характеристика регіону

В Екологічному паспорті Полтавської області вказано [1], що: «Полтавщина розташована в центральній частині України в лісостеповій зоні з помірно-континентальним кліматом. На півночі область межує з Чернігівською (107 км) та Сумською (238 км) областями, на сході – з Харківською (188 км), на півдні – з Дніпропетровською (173 км) і на заході – з Київською (19 км), Черкаською (225 км) та Кіровоградською (149 км). Загальна довжина меж близько 1100 км, з яких 162 км – по Кременчуцькому і Кам'янському водосховищах» [1].

Площа області складає [1]: «28,75 тис. км², або 4,6% площі України. До земель водного фонду Полтавщини належать землі, зайняті річками, озерами, водосховищами, ставками, болотами, прибережними захисними смугами уздовж річок та навколо водойм, землі під гідротехнічними спорудами та каналами» [1].

На південному заході області [1]: «протікає р. Дніпро (рис. 1.1), більша частина течії якої зарегульована водосховищами. Найбільшими притоками Дніпра є: Псел – довжина в межах області 350 км, об'єм стоку 0,328 км³ на рік; Сула – довжина в межах області 213 км, об'єм стоку 0,130 км³ на рік; Ворскла – довжина в межах області 226 км, об'єм стоку 0,220 км³ на рік; Оріль – довжина в межах області 80 км, об'єм стоку 0,021 км³ на рік. Також на території області нараховується 1634 шт. малих річок, водотоків та струмків загальною протяжністю 7905 км. Малих річок завдовжки понад 10 км в області нараховується 137, їх загальна довжина 3596 км.» [1].

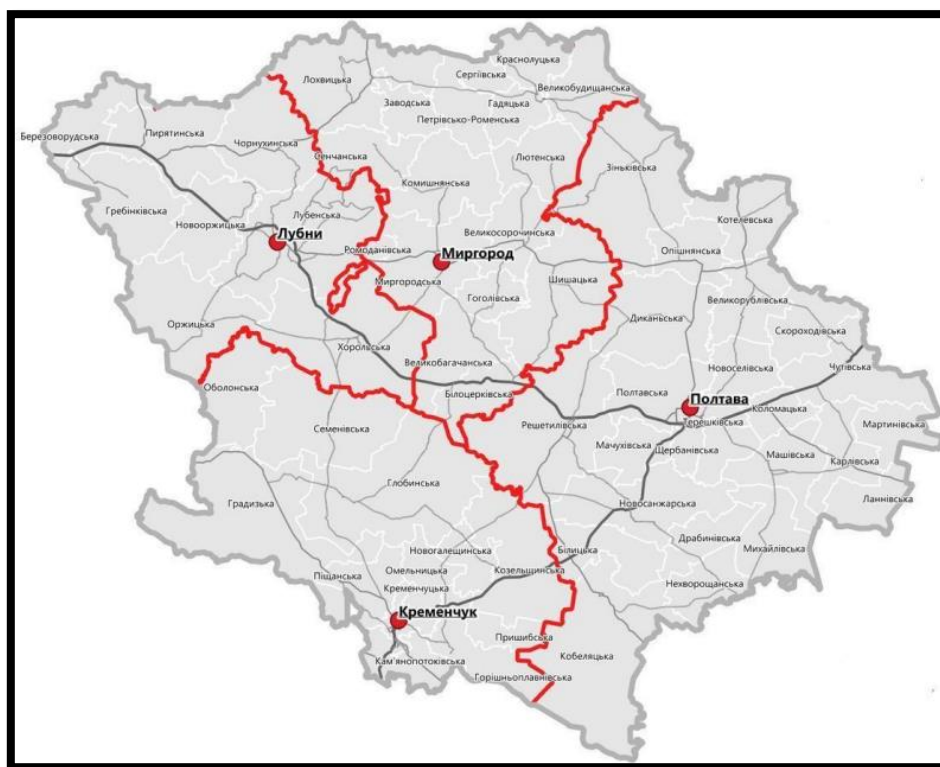


Рисунок 1.1 – Адміністративна карта регіону та водні ресурси у межах Полтавської області

Слід відмітити [1], що: «Густота річкової сітки більша на півночі, менша на південному заході. Більша частина стоку припадає на березень – квітень. Річки області живляться переважно талими сніговими водами (60% об'єму стоку). Полтавська область знаходиться в помірному кліматичному поясі. Найбільший вплив на формування погодних умов і клімату області мають величина і характер сонячного випромінювання, віддаленість регіону від великих водних мас, належність області до зони дії переважно атлантичних помірних та арктичних холодних повітряних мас, рівнинність» [1].

Важливо зазначити [1], що: «Територія області належить до недостатньо вологої, теплої, крайній південний схід – до посушливої, дуже теплої агрокліматичної зони. Середньорічна кількість опадів на території області змінюється, збільшуючись з півдня на північ. Кліматичні умови області сприятливі для життя людини. Територія області належить до класу рівнинних східноєвропейських ландшафтів. Більшість ландшафтів відносяться до лісостепового типу, і лише на південному сході – до степового та північно-степового типу. У зв'язку з високим рівнем сільськогосподарської діяльності, природні ландшафти не збереглися і тому переважають антропогени. В їх структурі переважають сільськогосподарський тип ландшафтів. Місцевість області являє собою рівнину, розділену річковими долинами і ярами. Ресурси для сільськогосподарського природокористування в області можна оцінити, як високі. Сільськогосподарські землі займають 76,1% площі області. Найпоширеніші в області ґрунти – чорноземи. Вони займають майже дві третини території області. Лісові ресурси в області невеликі. Всі ліси віднесені до природоохоронних і рекреаційних. Область займає одне з перших місць в Україні по запасах і видобутку залізної руди, природного газу, газового конденсату, супутнього гелію, нафти. Серед інших корисних копалин – торф, будівельні матеріали, мінеральні води. Транспортна мережа області

розгалужена. Найбільше значення займає залізничний транспорт, друге місце – автомобільний» [1].

1.2 Водні ресурси в межах Полтавської області

До земель водного фонду в області належать [1]: «землі, зайняті річками, озерами, водосховищами, ставками, болотами, прибережними захисними смугами уздовж річок та навколо водойм, землі під гідротехнічними спорудами та каналами» [1].

За даними Регіонального офісу водних ресурсів у Полтавській області [1]: «річкова мережа Полтавщини включає: одну велику річку – Дніпро, яка протікає в межах області на ділянці довжиною 145 км, 8 середніх річок загальною протяжністю 1360 км (Сула – 213 км, Удай – 129 км, Оржиця – 89 км, Псел – 350 км, Хорол – 241 км, Ворскла – 226 км, Мерла – 28 км, Оріль – 80 км) та 1771 малих річок, водотоків і струмків загальною протяжністю 11501 км. Малих річок завдовжки понад 10 км в області нараховується 137, їх загальна довжина 3596 кілометрів. На південному заході області протікає р. Дніпро, більша частина течії якого зарегульована водосховищами: Кременчуцьким та Кам'янським, повний об'єм яких становить, відповідно – 13520 та 2450,94 млн м³ зарегульованої в них води. Водні ресурси в межах області визначені по методу водного балансу, як різниця стоку між вище розташованими і нижче розміщеними розрахунковими створами. Водні ресурси області з врахуванням стоку суміжних територій встановлені по характерах річного стоку річок. Водні ресурси річок, що формуються на території області становлять: - в середній по водності рік – 1940 млн м³; - в маловодний рік 75% забезпеченості – 1310 млн м³; - в надзвичайно маловодний рік 95% забезпеченості – 760 млн м³» [1].

Основними джерелами водних ресурсів області [1]: «є річки Сула, Псел, Ворскла, Оріль та їх притоки, а також Кременчуцьке та Кам'янське водосховища на річці Дніпро. В межах області формується стік трьох річок: Сліпорід, Говтва, Тагамлик. Гідрографічна мережа річок області помірно розвинута, середня густота її, без врахування малих річок, водотоків і струмків довжиною менше 10 км, становить 0,17 км на 1 км², а з їх врахуванням – 0,45 км на 1 км², що майже співпадає із середньою густотою річкової мережі в Україні. В області 65 малих водосховищ загальною площею водного дзеркала 6332,4 га і загальним об'ємом 144,74 млн м³; 2691 ставків загальною площею водного дзеркала 200245 гектарів і загальним об'ємом 279,012 млн м³; 583 озера, загальною площею водного дзеркала 4534 гектара і загальним об'ємом 7,85 млн м³ води. Запаси підземних вод в межах області складають: - прогнозні експлуатаційні – 4046,5 тис. м³ /добу; - розвідані та затверджені – 806,88 тис. м³ /добу. Водозабезпеченість на одного жителя в середній по водності рік за рахунок місцевого стоку становить 1,33 тис. м³ /рік. Природні ресурси підземних вод є одним із основних джерел господарсько-питного водопостачання населених пунктів області. Підземні води залягають у виді декількох водоносних горизонтів, які відрізняються по своїх запасах та хімічними показниками. Основними водоносними горизонтами, придатними до використання, на території області є: четвертинний (алювіальний) Полтавський, Харківський, Бучакський, Сінеман-нижньокрейдовий і Юрський. Найбільше розповсюджений Бучакський водоносний горизонт, який залягає на відносно невеликих глибинах і повсюди на території області» [1].

1.3 Екологічні проблеми області

Серед усіх екологічних проблем регіону, які описані в [1]: «виділяємо ті, які стосуються поверхневих вод у межах Полтавської області. Хоча стан

навколишнього природного середовища в області залишається відносно стабільним і у порівнянні з більшістю інших областей України доволі прийнятним, але суттєвим є забруднення водних об'єктів через скиди забруднюючих речовин із зворотними водами промислових підприємств, підприємств житлово-комунального господарства. У 2022 р. загальне водовідведення Полтавської області становило 69,67 млн. м³ (78,141 млн.м³ – 2021 р.), що менше, ніж у попередньому році на 8,471 млн. м³, або на 10,8 відсотків. У поверхневі водні об'єкти скинуто очисними спорудами 32 підприємств області 66,584 млн.м³ стічних вод, що на 6,159 млн. м³, або на 8,5% менше ніж у 2021 р. (39 підприємствами – 72,743 млн. м³). 2,8 млн. м³ (4,3% від загального скиду усіма очисними спорудами) – недостатньо очищені стічні води, яких у 2022 р. скинуто на 0,251 млн.м³, або на 10 % менше ніж у 2021 році. Усі ці скиди приходяться на очисні споруди житлово-комунального господарства. Комунальними підприємствами області експлуатується більше 1 тис. км каналізаційних мереж. Каналізаційні мережі, споруди, насосні агрегати в багатьох населених пунктах відпрацювали нормативний термін експлуатації та потребують капітального ремонту. Недостатнє фінансування цих заходів призводить до забруднення навколишнього середовища, підвищених витрат електроенергії, збільшення собівартості послуг. У 2022 році втрати води при транспортуванні зменшились проти попереднього року і становлять 13,083 млн.м³. Майже усі втрати мають місце у комунальному і побутовому водопостачанні через зношеність та незадовільний стан водопровідних мереж» [1].

Через забруднення підземних водоносних горизонтів в зоні впливу ставка-випарника ПАТ «Укртатнафта» ряд сіл Кременчуцького району користуються привізною питною водою. Зазначене підприємство щомісячно перераховує кошти для забезпечення питною водою населених пунктів, що розташовані в зоні впливу ставка-випарника [1].

В регіоні [1]: «відмічається порушення гідрологічного та гідрохімічного режиму малих річок. На значній кількості малих річок області спостерігається замуленість, поширення болотної рослинності, втрата дренажної спроможності, що призводить до заболоченості та підтоплення заплавлених земель. Потребують розчистки деякі ділянки середніх та малих річок Псел, Ворскла, Сула, Хорол, Удай, Грунь, Орчик, Нижня Ланна, Вільхова Говтва, Мерло, Коломак, Полузир'я, Тарапунька, Сухий Кагамлик, Крива Руда. У 2021 р. з обласного фонду охорони навколишнього природного середовища фінансувалося: розчищення, покращення водності та екологічного стану: Дейманівській сільській раді Пирятинського району на розчистку та поліпшення екологічного стану ділянки р. Удай в адміністративних межах Дейманівської СР Пирятинського району. В районі водозабору м. Кременчук відмічаються традиційно сезонні погіршення якості поверхневих вод. Сезонні відхилення (рівень кисню знижується, а вміст марганцю підвищується) відмічаються у літні місяці при високих температурах повітря та швидкостях вітру до 2 м/хв. у глибинних пробах води в районі питного водозабору (забірний оголовок розташований на дні Кременчуцького водосховища на глибині майже 14 м). Єдиним джерелом питного водопостачання для населення м. Кременчук є Кременчуцьке водосховище. Літній період дуже складний для системи водопостачання міста, протягом якого якість питної води має граничні показники, що напряду пов'язано з погіршенням якості води у Кременчуцькому водосховищі. На думку місцевої влади міста, проблему необхідно вирішувати на загальнодержавному рівні: потрібна розробка комплексних загальнодержавних заходів для попередження та зменшення виникнення періодичного погіршення якості води Кременчуцького водосховища та ведення постійного моніторингу (за допомогою автоматизованих постів спостереження) якості поверхневих вод зі своєчасним прийняттям управлінських рішень» [1].

2 АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ВІД ТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

2.1 Поняття екологічного ризику та його характеристика

Кількісною характеристикою небезпеки є ризик [2]: «Для характеристики небезпеки використовують набір спеціалізованих термінів, з яких два використовуються значно частіше решти - "загроза" (hazard) і "ризик" (risk). З методологічної точки зору важливим і спільним для всіх цих визначень є уявлення про "загрозу" як об'єктивну реальність, що існує як у відносинах між суспільством і технікою, так і у відносинах з довкіллям – природним середовищем існування людини. Головною проблемою наукового визначення поняття "ризик" є його комплексний характер, що вимагає залучення широкого кола вчених – представників багатьох дисциплін» [2].

Ризик [2]: «це усвідомлена небезпека виникнення подій з визначеними у просторі і часі небажаними наслідками. Ризик – величина кількісна і визначається як добуток імовірності негативної події на величину можливого збитку від неї. Ризик – величина векторна і є кількісною мірою загрози, що включає такі кількісні показники як: величину збитку від небезпечного чинника; імовірність появи (частоту появи) даного небезпечного чинника. Виділяють індивідуальний, соціальний та прийнятний ризик» [2].

Екологічний ризик [3]: «це ймовірність виникнення негативних змін або наслідків цих змін, які виникають в результаті негативної антропогенної дії на навколишнє середовище або природних стихійних лих. Екологічний ризик є різновидом ризику міри екологічної небезпеки безпеки. Екологічний ризик можна розділити на дві складові: ризик для живої природи (біоекологічний), який залежить від стану геосистем і ризик для людини (антропоекологічний)

утворюється людиною і визначається ймовірністю збільшення аварій внаслідок виробничо-господарської діяльності» [3].

У міжнародно-правовому значенні, зокрема відповідно до «Директиви Ради Європейського Союзу від 9 грудня 1996 р. № 96/82-ЄС» [4]: «про стримування великих аварій, пов'язаних з небезпечними речовинами, ризик означає імовірність настання певної події за певних обставин та у певний час» [4].

Як зазначає Павлов С.Б. [5]: «небезпека – це досить широке комплексне поняття, яке вивчається з різних точок зору у профілі різних наукових дисциплін. Качинський А.Б. разом з колегами [6]: «акцентують увагу на тому, що небезпека – це поняття якісне, а кількісною його характеристикою є ризик».

У розумінні інших дослідників [7-10]: «ризики, в свою чергу, це вірогідні збитки, які слід розраховувати як перемноження вірогідності (частоти) негативних подій на величину можливого збитку від неї. Схожим алгоритмом користуються більшість спеціалістів в галузях пов'язаних із дослідженнями техногенних та природних небезпек» [7-10].

Оцінка екологічних ризиків відіграє вирішальну роль у [11]: «виявленні, оцінці та управлінні потенційними ризиками, які становлять забруднювачі довкілля для здоров'я людей та екосистем. Ця стаття містить огляд оцінки екологічних ризиків, включаючи її методи та застосування. Вона досліджує ключові етапи процесу оцінки ризиків, такі як ідентифікація небезпеки, оцінка впливу, оцінка токсичності та характеристика ризиків. У статті обговорюються різні методи та інструменти, що використовуються в оцінці екологічних ризиків, включаючи кількісні та якісні підходи. Крім того, вона висвітлює застосування оцінки екологічних ризиків у різних контекстах, таких як забруднені ділянки, забруднення повітря і води та промислова діяльність. Розуміння принципів і методології оцінки екологічних ризиків допоможе зацікавленим сторонам приймати обґрунтовані рішення та впроваджувати

ефективні стратегії управління ризиками для захисту здоров'я людей і довкілля» [11].

З'являється все більше доказів того [12]: «що хімічні речовини можуть спричиняти спільну токсичність, навіть якщо вони поєднуються на рівнях, які окремо не становлять ризику. Стандарти якості навколишнього середовища (СЯС), визначені для окремих забруднювачів відповідно до Водної рамкової директиви (ВРД), не захищають від ризиків, пов'язаних із сумішами, і не дають змоги визначити пріоритетність варіантів управління. Незважаючи на деякі положення щодо сумішей певних груп хімічних речовин, ВРД не є придатною для захисту або управління впливом випадкових сумішей забруднювачів, що переносяться водою. Концептуальні інструменти для проведення оцінки ризиків сумішей є доступними і готовими до використання в практиці регулювання та оцінки ризиків. Проектом SOLUTIONS було запропоновано розширення оцінки впливу з використанням кумулятивної токсичної одиниці та аналізу токсичного тиску суміші на основі даних хімічного моніторингу або моделювання» [12].

Існують проблеми [12]: «з доступністю даних, необхідних для оцінки ризику сумішей. Оцінки ризиків сумішей не можуть бути проведені без необхідних вхідних даних про вплив хімічних речовин та їхню токсичність. Якщо дані відсутні, оцінки ризиків сумішей будуть упередженими в бік недооцінки ризиків. ВРД сама по собі не призначена для надання даних про токсичність. Прогалини в даних можуть бути заповнені лише за умови встановлення належного зворотного зв'язку між ВРД та іншими регламентами ЄС щодо промислових хімікатів (REACH), пестицидів (PPPR), біоцидів (BPR) і фармацевтичних препаратів. Зміни до ВРД самі по собі не можуть задовольнити ці вимоги. Необхідно впроваджувати програми моніторингу на основі ефекту, розроблені SOLUTIONS, оскільки вони можуть охопити токсичність складних сумішей і надати інформацію про нові хімічні речовини-

кандидати, які потребують уваги при оцінці ризиків сумішей. Моделювання рівнів забруднювачів та їх очікуваного впливу на поверхневі води також може дати такі результати. Нові схеми визначення пріоритетності забруднювачів, розроблені в рамках проекту SOLUTIONS і застосовані в контексті визначення пріоритетності ділянок, допоможуть зосередити оцінку ризиків сумішей на тих хімічних речовинах і ділянках, які вносять значний вклад у ризики сумішей»[12].

2.2 Методика оцінювання екологічних ризиків природних екосистем

На сьогодні існує багато підходів та методів оцінювання екологічних ризиків [13]. Розглянемо їх відповідно до таких критеріїв [14]: «ті, що враховують стан екосистем, зони надзвичайної екологічної ситуації, рівні забрудненості водних об'єктів, стан забрудненості річок, загальний індекс забрудненості. За однією із методик екологічний ризик для водних екосистем визначають як» [14]:

$$P_G^e = f(G_v \langle v = \overline{1}, N_G \rangle, H_{Gm} \langle m = \overline{1}, N_{HG} \rangle), \quad (2.1)$$

де [14] « G_v – сучасний стан водних екосистем; H_{Gm} – інтегральна оцінка сучасного рівня антропогенного тиску під дією негативних чинників на водні екосистеми за v -м показником».

У роботі [14] подано визначення поняття: «екологічний ризик для поверхневих вод як імовірність небажаних наслідків для водних екосистем і їхніх компонентів унаслідок дії антропогенних і природних чинників, серед яких погіршення якості води». В [15] зазначено, що: «Екологічний ризик для водних екосистем визначають за формулою (2.1). Така оцінка є узагальненою

і призначена для визначення стану регіонів, басейнів річок або їхніх частин, де існує загроза небажаних наслідків для водних екосистем, серед яких їхні деградації, за умови збереження існуючих тенденцій антропогенного тиску» [15].

Одним із підходів до оцінювання екологічної безпеки [13]: «є виявлення вже сформованих зон надзвичайної екологічної ситуації та екологічного лиха. Цю процедуру здійснюють за хімічними та екологічними показниками. Для сукупної оцінки небезпечних рівнів забруднення водних об'єктів під час визначення зон надзвичайної екологічної ситуації та екологічного лиха запропоновано використовувати формалізований сумарний показник хімічного забруднення (ПХЗ-10). Цей показник особливо важливий для територій, де забруднення хімічними речовинами спостерігається відразу декількома речовинами, кожна з яких багаторазово перевищує допустимий рівень (ГДК). Розрахунок ПХЗ-10 проводять за десятьма сполуками, що максимально перевищують ГДК, за формулою»:

$$ПХЗ-10 = \left(\frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_{10}}{ГДК_{10}} \right), \quad (2.2)$$

де [13]: « C_i – концентрація i -ої забруднювальної речовини у воді; $ГДК_i$ – рибогосподарське $ГДК$ i -ої ЗР у воді» [13].

Розглянемо ще один метод визначення екологічного ризику R_{isk} . Для цього використовують формули:

$$Risk = -\ln(P), \quad (2.3)$$

де

$$P = \frac{\sum n_i}{N}, \quad (2.4)$$

$$\sum n_i = \sum \frac{C_i}{ГДК}, \quad (2.5)$$

де [13]: « C_i – концентрація i -ої забруднювальної речовини (ЗР), яка перевищує $ГДК_i$ (ЗР, які не перевищують ГДК, у формулу (2.5) не підставляють); N – загальна кількість ЗР, які аналізують (і ті, що перевищують їхню ГДК, і ті, що не перевищують). Наведені формули, як правило, застосовують для аналізу даних у статистиці, а не в динаміці, на основі обробки великої кількості даних спостережень. Наприклад, якщо на певній ділянці стався аварійний скид стічних вод і підвищилось забруднення річки, то це повинно автоматично підвищувати екологічний ризик як на цій же ділянці річки, так і на тих ділянках, які розташовані нижче за течією» [13].

2.3 Методика оцінки екологічного ризику погіршення стану водних об'єктів

Пропонується методика оцінювання екологічного ризику погіршення стану водних об'єктів за даними гідрохімічних спостережень [16]: «При визначенні екологічного ризику за «еталонну» якість води прийнято екологічні нормативи якості поверхневих вод, що являють собою науково обґрунтовані кількісні значення показників якості води (гідрофізичні, гідрохімічні, гідробіологічні, бактеріологічні, специфічних речовин), які відображають природний стан екосистеми водного об'єкта та цілі водоохоронної діяльності з покращання або збереження його екологічного благополуччя» [16].

При застосуванні нової методики оцінювання екологічного ризику погіршення стану водних об'єктів [17]: *«пропонується в якості екологічного нормативу приймати верхню межу 3 категорії класифікації якості поверхневих вод, що відповідає II класу з добрим станом»* [17].

При оцінці екологічного ризику погіршення стану водних об'єктів окремо обчислюється [18]: «- екологічний ризик, пов'язаний з органолептичними властивостями води; - екологічний ризик, пов'язаний із санітарно-токсикологічними властивостями води; - екологічний ризик за гідробіологічними даними розраховується за методикою» [18].

Ризик, пов'язаний з органолептичними властивостями води передбачає [16]: «оцінку ризику за показником забарвленості, за водневим показником, за запахом і присмаком й іншим показникам, що нормуються відповідно до їхнього впливу на органолептичні властивості води. Ризик за показником забарвленості визначається відповідно до рівняння» [16]:

$$\text{Prob} = -3,33 + 0,067(\text{Ц} - \text{Фон} + 20), \quad (2.6)$$

де [16]: «Фон - природна забарвленість води, отримана за даними багаторічних спостережень і характерна для даного сезону; Ц - забарвленість води (у градусах забарвленості); Prob пов'язаний з ймовірністю (ризиком) відповідно до закону нормального ймовірнісного розподілу. Для визначення ризику за водневим показником використовуються наступні рівняння» [16]:

$$\text{Prob } 4 \text{ pH} = - \text{ при } \text{pH} \leq 7, \quad (2.7)$$

$$\text{Prob } 11 \text{ pH} = - + \text{ при } \text{pH} > 7,$$

При оцінці ризику за показником природного запаху і присмаку використовується формула:

$$\text{Prob} = -1 + 3,32 \lg(\text{Бали}/2,5). \quad (2.8)$$

Ризик, пов'язаний із санітарно-токсикологічними властивостями води, визначається на основі рівняння:

$$P_{\text{rob}} = -2 + 3,32 \times \lg \frac{C_i}{C_{\text{ен}}}, \quad (2.9)$$

де [16]: « C_i - концентрація i – ї речовини у водному об'єкті; $C_{\text{ен}}$ - екологічний норматив для водних об'єктів, який визначається як верхня межа 3-ої категорії класифікації якості поверхневих вод» [16].

Сумарний екологічний ризик погіршення стану водних об'єктів [16]: «визначається за правилом множення ймовірностей, де як множник виступають не величини ризику, а значення, що характеризують ймовірність його відсутності» [16]:

$$ER = 1 - (1 - ER_{1i}) \times (1 - ER_2) \times \dots \times (1 - ER_n) \quad (2.10)$$

де [16]: « ER - сумарний екологічний ризик погіршення стану водних об'єктів; $ER_1, \dots, ER_n$ - екологічний ризик кожної забруднюючої речовини. При трактуванні отриманих величин екологічного ризику пропонується користуватися наступною ранговою шкалою (табл. 2.2)» [16].

Доцільно також проводити оцінку екологічного ризику [19]: «який враховує максимальні перевищення ГДК забруднюючих речовин. Ризик для водного об'єкту пропонують дослідники визначати за формулою»:

Таблиця 2.2 – Залежність якості поверхневих вод від величини екологічного ризику [16]

Клас якості води	Характеристика водних ресурсів	Значення екологічного ризику
1	2	3
I Відмінний	Водні об'єкти в природному стані звичайно оліготрофні, вода прозора чи з невеликою кількістю гумусу. Водні об'єкти придатні для усіх видів використання.	<0,1
II Гарний	Водні об'єкти близькі до природного стану чи слабо евтрофовані. Вода придатна для усіх видів використання.	0,1 – 0,19
III Задовільний	Водні об'єкти знаходяться під слабким впливом стічних вод, площинних джерел забруднення чи інших видів впливу. Якість звичайно задовольняє вимогам більшості видів водокористування.	0,2 – 0,59
IV Незадовільний	Вода водних об'єктів значно забруднена в результаті надходження стічних вод, поверхневого стоку, а також під впливом інших факторів. Водні об'єкти придатні тільки для тих видів використання, у яких менш жорсткі вимоги до якості води.	0,6 – 0,89
V Поганий	Водні об'єкти сильно забруднені стічними водами, поверхневим стоком чи у результаті впливу інших факторів.	0,9 – 1,0

$$R = \ln (P) \quad (2.11)$$

$$\text{де } P = \sum n_i / N \quad (2.12)$$

$$\text{де } \sum n_i = \sum (C_i / ГДК_i) \quad (2.13)$$

де [19]: « C_i – концентрація i -ої забруднювальної речовини (ЗР); N – загальна кількість ЗР, які аналізують» [19].

2.4 Методика визначення ризиків забруднення (погіршення якості) вод на основі норм країн ЄС

Згідно Директивам країн ЄС [20-25]: «якість поверхневих вод протягом деякого попереднього періоду часу відповідає вимогам норм, якщо кількість перевищень нормативу ($ГДК$) по кожному показнику не перевищує 5% (рибогосподарські) або 10% (санітарні) від загальної кількості спостережень за розглянутий період часу».

Цікавим стає питання [26]: «який ризик забруднення вод існує для деякого водного об'єкту у майбутньому, спираючись на норми країн ЄС; а також, як у майбутньому забезпечити низький ризик забруднення при розрахунках $ГДС$ речовин зі стічними водами. У минулому і майбутньому ризик забруднення вод господарсько-питного, комунально-побутового чи рибогосподарського призначення або погіршення якості вод з позицій іригаційних кондицій можна розглядати як забезпеченість (імовірність перевищення) відповідних нормативів (санітарних, рибогосподарських або іригаційних), а за межу ризику забруднення вод слідує прийняти частоту (забезпеченість) перевищень нормативів ($ГДК$) відповідно вимогам норм країн ЄС. Забезпечення низького рівня забруднення вод при розрахунках $ГДС$

можливо при використанні в якості фону прогнозованих (на нормативний строк дії ГДС речовин) значень показників з забезпеченістю 5 або 10%» [26].

Ризик забруднення вод за окремим показником можна розглядати [26]: «як ймовірність перевищення нормативу цього показника»:

$$R_{Hi} = 1 - P_i(H_i), \quad (2.14)$$

де [26]: « R_{Hi} – ризик забруднення вод за i -им показником; $P_i(H_i)$ – ймовірність того, що значення показника буде не більш за норматив, визначається за законом розподілу показника; H_i – норматив i -го показника» [26].

При наявності часового тренду [26]: «ризики необхідно розраховувати для різних моментів часу j »:

$$R_{Hij} = 1 - P_{ij}(H_i). \quad (2.15)$$

Використовуючи закон розподілу нормованого по лінії тренду показника ризик забруднення вод у момент часу j розраховується за наступною формулою» [26]:

$$R_{Hij} = 1 - P_{ij}(H_i/C_{Trij}), \quad (2.16)$$

де [26]: « $C_{Tr_i} = a_i * \exp(j b_i)$ – значення функції часового тренду i -го показника в момент часу j ; a_i – значення функції тренду i -го показника на початку періоду спостережень; j – момент часу (порядковий номер місяця при щомісячних спостереженнях), що відраховується з моменту початку періоду спостережень; b_i – параметр лінії тренду i -го показника» [26].

Розрахунок $P_{ij}(H_i/C_{Trij})$ можна виконати [26]: «за допомогою табличного редактору *Excel*, тоді формула розрахунку ризику забруднення вод буде мати вигляд» [26]:

$$R_{Hij} = 1 - \text{ЛОГНОРМРАСП}(H_{ij}/(a_i * \exp(j b_i)); 0; \check{G}_{HTi}), \quad (2.17)$$

де [27, 28]: «ЛОГНОРМРАСП() – оператор в табличному редакторі *Excel*; 0 і $\check{G}_{HTi}$ – параметри логнормального розподілу нормованого по лінії тренду i -го показника» [27, 28].

Ризик забруднення [26]: «вод господарсько-питного, комунально-побутового чи рибогосподарського призначення або погіршення якості вод з позицій іригаційних кондицій по окремим показникам можна розглядати як забезпеченість (імовірність перевищення) відповідних нормативів (санітарних, рибогосподарських або іригаційних), розраховану по законам їх розподілу, а за межу ризику забруднення вод приймати частоту (забезпеченість) перевищень нормативів (*ГДК*) відповідно вимогам норм країн ЄС» [26].

2.5 Методика дослідження екологічного ризику порушення благополуччя водних екосистем

Авторами Рибаловою О.В. та Артем'євим С.Р. [29]: «пропонується визначати екологічний ризик порушення благополуччя водних екосистем для кожної i -ої забруднюючої речовини в j -ому створі спостереження за якісним станом поверхневих вод за формулою» [29]:

$$R_{ij} = 1 - ((1 - P_{ij}) \times (1 - S_{ij})) \quad (2.18)$$

де [29]: « P_{ij} – ймовірність порушення екологічного нормативу для i -ого показника у j -ому створі, безрозмірна величина; S_{ij} – індикаторний показник наслідків порушення екологічного благополуччя для водної екосистеми для i -ого показника у j -ому створі, безрозмірна величина. Ймовірність порушення екологічного нормативу визначається за формулою» [29]:

$$P_{ij} = \frac{n_{EHj}^i}{N_{EHj}^i} \quad (2.19)$$

де [29]: « n_{EHj}^i – кількість спостережень за екологічним станом водного об'єкту для кожної i -ої забруднюючої речовини в j -ому створі з порушенням екологічного нормативу; N_{EHj}^i – загальна кількість спостережень за екологічним станом водного об'єкту для кожної i -ої забруднюючої речовини в j -ому створі з визначенням екологічного нормативу» [29].

Відповідно до Концепції екологічного нормування [30]: «порушення екологічного нормативу буде означати негативні наслідки для водної екосистеми. Тому індикаторний показник наслідків порушення екологічного нормативу (S) пропонується визначати на основі оцінки середньої величини концентрації i -ої забруднюючої речовини серед концентрацій, які перевищують ЕН ($C_{срнЕН}^i$)» [30].

Потім відповідно до значення цієї концентрації за величиною екологічного індексу (IE) привласнюється один з п'яти класів якості згідно з методикою [31]: «Індикаторний показник наслідків порушення екологічного нормативу (S) визначається шляхом інтерполяції з використанням даних табл. 2.3» [31].

Сумарний екологічний ризик погіршення стану водних екосистем в j -ому створі спостереження за якісним станом поверхневих вод (R_{evj}) визначається як [31]: «середнє геометричне окремих ризиків для кожної i -ої забруднюючої речовини (R_{ij}) за формулою» [31]:

$$R_{evj} = \sqrt[m]{\prod_{i=1}^m R_{ij}} \quad (2.20)$$

де [31]: « m – кількість досліджених показників якісного стану водної екосистеми. Екологічний ризик для великих або середніх річок визначається за умови достатньої забезпеченості інформацією (наявна моніторингова інформація за 30 років і більше). У разі, коли наявна гідрохімічна, гідробіологічна та гідрологічна інформація не охоплює всього переліку блоків показників, обчислення проводиться за наступною схемою. До розрахунку приймаються 5 показників, які найбільше перевищують екологічні нормативи. На першому етапі оцінювання екологічного ризику погіршення стану водних об'єктів визначається перелік забруднюючих речовин, які перевищують значення екологічного нормативу. Вважається, що саме ці речовини сприяють розвитку деградаційних процесів в водній екосистемі» [31].

Таблиця 2.3 - Характеристика стану водотоків за значеннями індикаторного показника наслідків порушення екологічного нормативу (S) і значеннями екологічного індексу (I_E) [31]

Назва показника	1 клас добрий стан	2 клас задовільний стан	3 клас посередній клас	4 клас поганий стан	5 клас дуже поганий стан
1	2	3	4	5	6
Значення індикаторного показника наслідків порушення екологічного благополуччя для водної екосистеми (S)	0-0,19	0,2-0,39	0,4-0,59	0,6-0,79	0,8-1,0
Значення екологічного індексу (I_E)	0-1,0	1,1-3,0	3,1-5,0	5,1-6,0	6,1-7,0

Колективом авторів [29]: «запропонований ще один алгоритм дослідження екологічного ризику для водних екосистем». В роботі [33]: «запропоновано оцінювати ризик порушення благополуччя водної екосистеми (ER) за визначенням пробіту на основі рівняння»:

$$Prob = -2,3 + 2,21 \lg \sum \left(\frac{C_i}{C_{EHi}} \right) \quad (2.21)$$

де [33]: « C_i – концентрація i -ої речовини у водному об'єкті, мг/дм³; C_{EHi} – екологічний норматив для i -ої речовини у водному об'єкті, мг/дм³» [33].

Нормально-ймовірнісний розподіл при взаємозв'язку пробітів і ризику відомий і методику визначення ризику на основі значення пробітів наведено в роботах [33, 34]. Класифікація екологічного ризику порушення благополуччя водної екосистеми за величиною його значення наведено в табл. 2.4 [33].

Таблиця 2.4 - Класифікація екологічного ризику порушення благополуччя водної екосистеми за величиною його значення [33]

Клас	Значення показника екологічного ризику	Якісна оцінка екологічного ризику
1	0,01-0,19	Незначний ризик
2	0,20-0,39	Підвищений ризик
3	0,40-0,59	Значний ризик
4	0,60-0,79	Високий ризик
5	0,80-1,00	Критичний ризик

3 ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ ПОГІРШЕННЯ СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД (НА ПРИКЛАДІ ВОДНИХ РЕСУРСІВ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ)

3.1 Характеристика вихідної для дослідження інформації

Для апробації методик, які дозволяють оцінити ризики від господарської діяльності для поверхневих водних об'єктів, у якості вихідних даних беремо гідрохімічну інформацію про стан поверхневих вод у контрольних пунктах спостереження в межах Полтавської області в 2022 році (мг/дм³) з Екологічного паспорта регіону [1]. Дані сформовані на основі даних Кременчуцького районного відокремленого підрозділу ДУ «Полтавського обласного центру контролю та профілактики хвороб МОЗ України» та «Регіонального офісу водних ресурсів у Полтавській області» та представлені в табл. 3.1.

В 2022 році вибірка гідрохімічної інформації створювалась за допомогою об'єктів господарської діяльності, які контролюють свій вплив на стан поверхневих вод в зоні своєї діяльності. Контрольних пунктів спостереження всього 16-ть:

1. Кременчуцьке водосховище, с. Власівка
2. р. Дніпро, ПАТ «Полтавський ГЗК»
3. р. Войниха, с. Засулля
4. р. Татарка, с. Петрівка-Роменська
5. р. Тагамлик, КП «Полтававодоканал»
6. р. Орчик, КП «Полтававодоканал»
7. р. Сула, КП «Лубниводоканал»
8. р. Ворскла, КП «Житлово-експлуатаційна організація»

Продовження табл. 3.1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Амоній-іони	0,06	0,26	4,37		3,15	9,96	3,3	16,63		12,2		0,87	0,3	0,33	0,35	0,52
Нітрит-іони	0,022	0,03					1,5	1,14	0,4			0,22				1,01
Нітрат-іони	0,677	0,48							40,0			11,6	0,752	2,19	25,2	1,85
Фосфат-іони		0,22				3,91	6,4	4,17		7,1		0,27	0,48	0,38	1,94	1,4
Окислюваність перманганатна, мг O ₂ /дм ³	11,98															
БСК ₅ , мг O ₂ /дм ³	3,43	4,5	19,1			21,03	10,4	4,7	15,2	25,78		2,12	3,84	3,68	2,4	4,45
ХСК		29,8			78,74	96,85				147,6		7,5	28,6	29,6	33,0	25,0
Специфічні показники токсичної дії, мг/дм³																
Мідь																0,07
Залізо загальне	0,07	0,13		0,54	0,118	0,52		0,498	0,3	1,1		0,35			0,25	0,284
Марганець	0,063															
Фтор	0,36															
Нафтопродукти	0,019	0,05										0,087		0,046	0,011	0,186
Фенол																0,001
АПАР				0,11				0,114		0,214		0,01			0,053	0,01

9. р. Удай, м. Пирятин, очисні споруди
10. р. Говтва, КП «Решетилівкаводоканал»
11. р. Багачка, КП «Миргородводоканал»
12. р. Сухий Кобелячок, ПАТ «Полтавський ГЗК»
13. р. Тарапунька, АТ «Полтавський турбомеханічний завод»
14. р. Коломак, АТ «Полтавський турбомеханічний завод»
15. р. Рудька, ТОВ «Біланівський ГЗК»
16. р. Сухий Омельчик, ТОВ «Кременчуцька ТЕС»

Гідрохімічна інформація щодо стану поверхневих вод у межах Полтавської області представлена 17-ти показниками якості, які ми розділили на три категорії:

- 1) *«Компоненти сольового складу: сума іонів, хлорид-іони, сульфат-іони».*
- 2) *«Трофо-сапробіологічні (еколого-санітарні) показники: завислі речовини, рН, амоній-іони, нітрит-іони, нітрат-іони, фосфат-іони, БСК₅».*
- 3) *«Специфічні показники токсичної дії: мідь, залізо загальне, марганець, фтор, нафтопродукти, фенол, АПАР».*

На основі [35]: «Гігієнічних нормативів якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення розраховуємо показник кратності перевищення ГДК ($C_i / C_{ГДК}$)» [35], а результати репрезентуємо графічно на рисунку 3.1.

Аналізуючи результати, слід відмітити, що найбільші перевищення гранично допустимих нормативів відмічаються на 7, 10, 8, 9, 6 пунктах спостереження за показниками **нітрит, фосфат, нітрат-іонів**, а також **амонію-сольового**, які відносяться до *трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників*. Отже, найгірший стан поверхневих вод відмічається у руслі річок Сула (КП «Лубниводоканал»), р. Говтва (КП «Решетилівкаводоканал»), р. Ворскла (КП «Житлово-експлуатаційна організація»), р. Удай (м. Пирятин, очисні споруди), р. Орчик (КП «Полтававодоканал»).

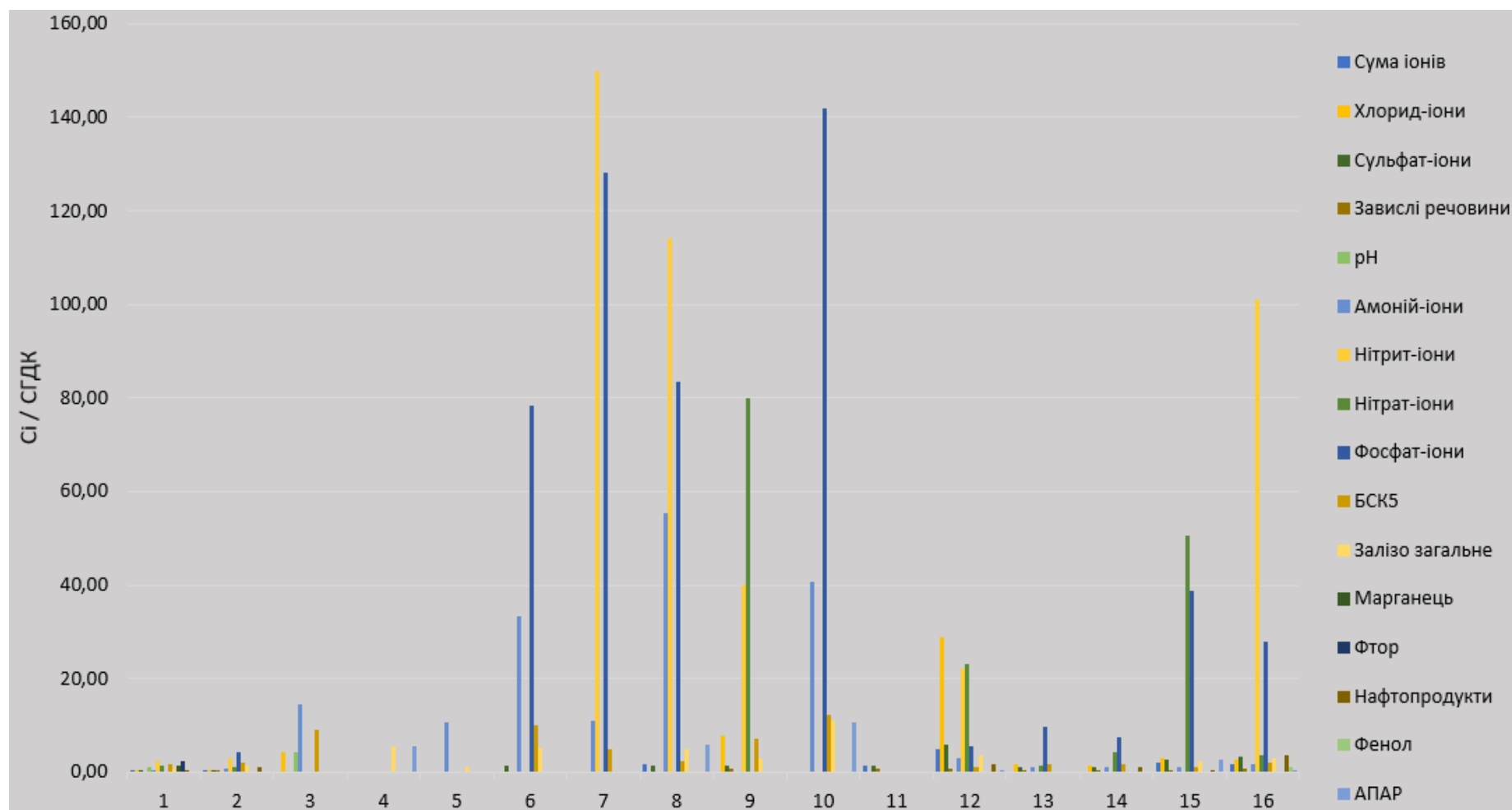


Рисунок 3.1 - Результати розрахунку показника кратності перевищення ГДК для гідрохімічних показників складу та властивостей поверхневих вод Полтавської області в 2022 році

3.2 Оцінка ризику, пов'язаного із санітарно-токсикологічними властивостями води

Для застосування «Методики дослідження ризику, пов'язаного із санітарно-токсикологічними властивостями води (R_{prob})» необхідно було звернутися до «Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями». Так як у якості екологічного нормативу (C_{en}) для водних об'єктів необхідно було використати значення концентрацій гідрохімічних показників, які відповідають верхній межі 3-ї категорії класифікації якості поверхневих вод.

На основі рівняння (3.4) розраховуємо ризик погіршення стану водних об'єктів за даними гідрохімічних спостережень, результати систематизовані в табл. 3.2 та репрезентовані графічно на рис. 3.2-3.6. Аналізуючи результати розрахунків акцентуємо увагу на діапазонах змін числових значень R_{prob} , встановлюємо мінімальний і максимальний по рівню впливу на стан водних ресурсів регіону показники якості, а також зазначаємо на яких саме контрольних пунктах спостереження встановлені найбільші значення ризику та за якими саме гідрохімічними показниками.

Аналізуючи числові значення екологічного ризику пов'язаного із санітарно-токсикологічними властивостями води для водних об'єктів Полтавської області в 2022 р. встановлюємо, що:

1) Для *першого* пункту спостереження (Кременчуцьке водосховище, с. Власівка) значення R_{prob} варіює у межах (- 7,34)-0,91. Найменший показник встановлений за іонами амонію, а найбільший – за вмістом у воді фтору. Спостереження в 2022 р. відбувались за дванадцятьма показниками якості.

Таблиця 3.2 - Результати розрахунку екологічного ризику для водних об'єктів Полтавської області (2022 р.), пов'язаного із санітарно-токсикологічними властивостями води

R_{prob}	Кременчуцьке водосховище, с. Власівка	р. Дніпро, ПАТ «Полтавський ГЗК»	р. Войниха, с. Засулля	р. Татарка, с. Петрівка-Роменська	р. Тагамлик, КП «Полтавтаводоканал»	р. Орчик, КП «Полтавтаводоканал»	р. Сула, КП «Лубниводоканал»	р. Ворскла, КП «Житлово-експлуатаційна	р. Удай, м. Пирятин, очисні споруди	р. Говтва, КП «Решетилівкаводоканал»	р. Багачка, КП «Міогородводоканал»	р. Сухий Кобелячок, ПАТ «Полтавський ГЗК»	р. Тарапунька, АТ «Полтавський турбомеханічний	р. Коломак, АТ «Полтавський турбомеханічний	р. Рудька, ТОВ «Біланівський ГЗК»	р. Сухий Омельчик, ТОВ «Кременчуцька ТЕС»
Компоненти соляового складу																
Сума іонів	-5,58	-5,65						0,04			-1,07	3,22			0,11	-0,43
Хлорид-іони	-7,13	-6,18	2,91						4,79			9,14	-0,23	-1,08	1,75	1,12
Сульфат-іони	-5,48	-4,67				-0,91		-0,79	-0,58		-0,65	3,89	-1,96	-1,79	1,16	1,93
Трофо-сапробіологічні (еколого-санітарні) показники																
Завислі реч-ни		-5,53							-2,85		-3,21	-3,45	-5,13	-5,21	-4,30	-3,74
pH	-1,94		2,92													
Амоній-іони	-7,34	-2,48	6,89		5,81	9,63	5,96	11,33		10,30		1,53	-2,00	-1,68	-1,49	-0,17
Нітрит-іони	0,62	1,65					14,64	13,72	10,25			8,26				13,32
Нітрат-іони	-0,99	-2,14							12,55			8,44	-0,65	2,90	11,01	2,34
Фосфат-іони		2,92				12,47	14,11	12,69		14,45		3,60	5,51	4,73	10,15	9,06
БСК ₅	-0,37	0,53	5,33			5,65	3,31	0,67	4,57	6,33		-1,97		-0,14	-1,56	0,49
Специфічні показники токсичної дії																
Мідь																9,80
Залізо загальне	-3,18	-1,13		3,60	-1,45	3,47		3,33	1,65	5,96		2,16			1,04	1,47
Марганець	-1,23															
Фтор	0,91															
Нафтопродукти	-5,21	-2,00										-0,16		-2,28	-7,03	2,36
Фенол																-2,00
АПАР				3,66				3,78		5,87		-4,30			1,24	-4,30
Середнє значення ризику	-3,08	-2,24	4,51	3,63	2,18	6,06	9,50	5,60	4,34	8,58	-1,64	2,53	-0,63	-0,57	1,10	2,23

- 2) Для **другого** пункту спостереження (р. Дніпро, ПАТ «Полтавський ГЗК») значення R_{prob} варіює у межах (- 6,18)-2,92. Найменший показник встановлений за іонами хлору, а найбільший – за вмістом у воді фосфат - іонів. Спостереження в 2022 р. відбувались за одинадцятьма показниками якості.
- 3) Для **третього** пункту спостереження (р. Войниха, с. Засулля) значення R_{prob} варіює у межах 2,91-6,89. Від’ємні значення показника ризику у цьому створі відсутні. Найменший показник встановлений за іонами хлору, а найбільший – за вмістом у воді амоній - іонів. Крім того, за показником РН у цьому створі відмічається максимальне значення у поверхневих водах у межах Полтавської області в 2022 р. Спостереження в 2022 р. відбувались лише за чотирма показниками якості.
- 4) Для **четвертого** пункту спостереження (р. Татарка, с. Петрівка-Роменська) значення R_{prob} варіює у межах 3,6-3,66. Від’ємні значення показника ризику у цьому створі відсутні. Найменший показник встановлений за залізом загальним, а найбільший – за вмістом у воді АПАР. Спостереження в 2022 р. відбувались лише за двома показниками якості.
- 5) Для **п’ятого** пункту спостереження (р. Тагамлик,, КП «Полтававодоканал») значення R_{prob} варіює у межах (- 1,45)-5,81. Найменший показник встановлений за залізом загальним, а найбільший – за вмістом у воді амоній-іонів. Спостереження в 2022 р. відбувались лише за двома показниками якості.
- 6) Для **шостого** пункту спостереження (р. Орчик, КП «Полтававодоканал») значення R_{prob} варіює у межах (-0,91)-12,47. Найменший показник встановлений за сульфат-іонами, а найбільший

– за вмістом у воді фосфат-іонів. Спостереження в 2022 р. відбувались лише за п'яти показниками якості.

- 7) Для *сьомого* пункту спостереження (р. Сула, КП «Лубниводоканал») значення R_{prob} варіює у межах 3,31-14,64. Найменший показник встановлений за БСК₅, а найбільший – за вмістом у воді нітрит-іонів (це максимальне значення цього показника у поверхневих водах у межах Полтавської області в 2022 р.). Від'ємні значення показника ризику у цьому створі відсутні. Спостереження в 2022 р. відбувались лише за чотирма показниками якості.

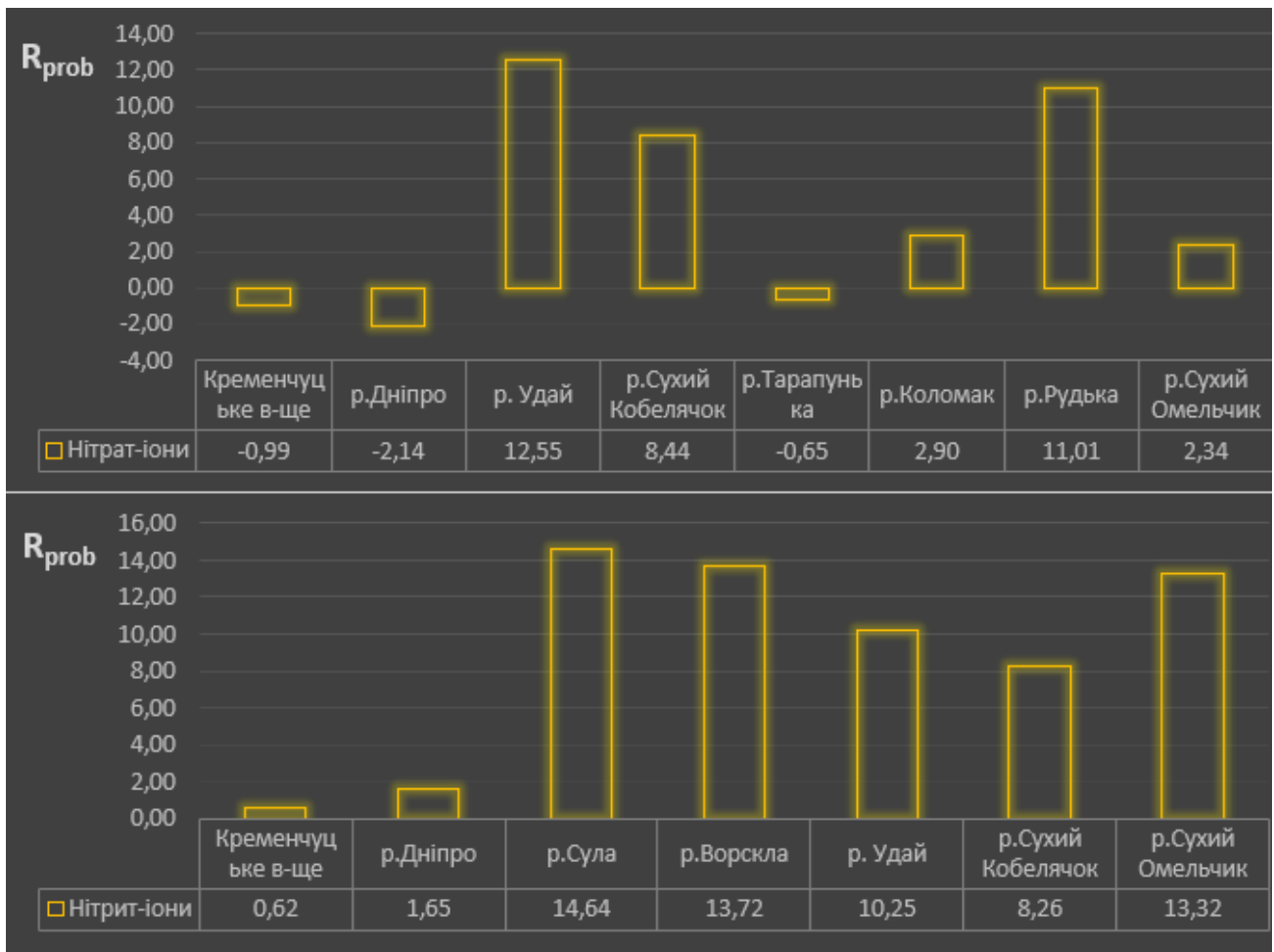


Рисунок 3.2 - Результати дослідження ризику, пов'язаного із санітарно-токсикологічними властивостями води (R_{prob}) обумовленими вмістом нітрат та нітрит - іонів

- 8) Для **восьмого** пункту спостереження (р. Ворскла, КП «Житлово-експлуатаційна організація») значення R_{prob} варіює у межах (- 0,79)-13,72. Найменший показник встановлений за сульфат-іонами, а найбільший – за вмістом у воді нітрит-іонів. Крім того, за показником амоній-іони у цьому створі відмічається максимальне значення у поверхневих водах у межах Полтавської області в 2022 р. Спостереження в 2022 р. відбувались лише за чотирма показниками якості.
- 9) Для **дев'ятого** пункту спостереження (р. Удай, м. Пирятин, очисні споруди) значення R_{prob} варіює у межах (- 2,85)-12,55. Найменший показник встановлений за завислими речовинами, а найбільший – за вмістом у воді нітрат-іонів (це максимальне значення цього показника у поверхневих водах у межах Полтавської області в 2022 р.). Спостереження в 2022 р. відбувались за семи показниками якості.
- 10) Для **десятого** пункту спостереження (р. Говтва, КП «Решетилівкаводоканал») значення R_{prob} варіює у межах 5,87-14,45. Найменший показник встановлений за АПАР, а найбільший – за вмістом у воді фосфат-іонів (це максимальне значення цього показника у поверхневих водах у межах Полтавської області в 2022 р.). Від'ємні значення показника ризику у цьому створі відсутні. Крім того, у водах створу десятого пункту спостереження відмічаються максимальні в 2022 р. значення ризику за такими показниками якості як: БСК₅, залізо загальне та АПАР. Спостереження в 2022 р. відбувались за п'ятьма показниками якості, з яких чотири – з максимальними значеннями для всього регіону.

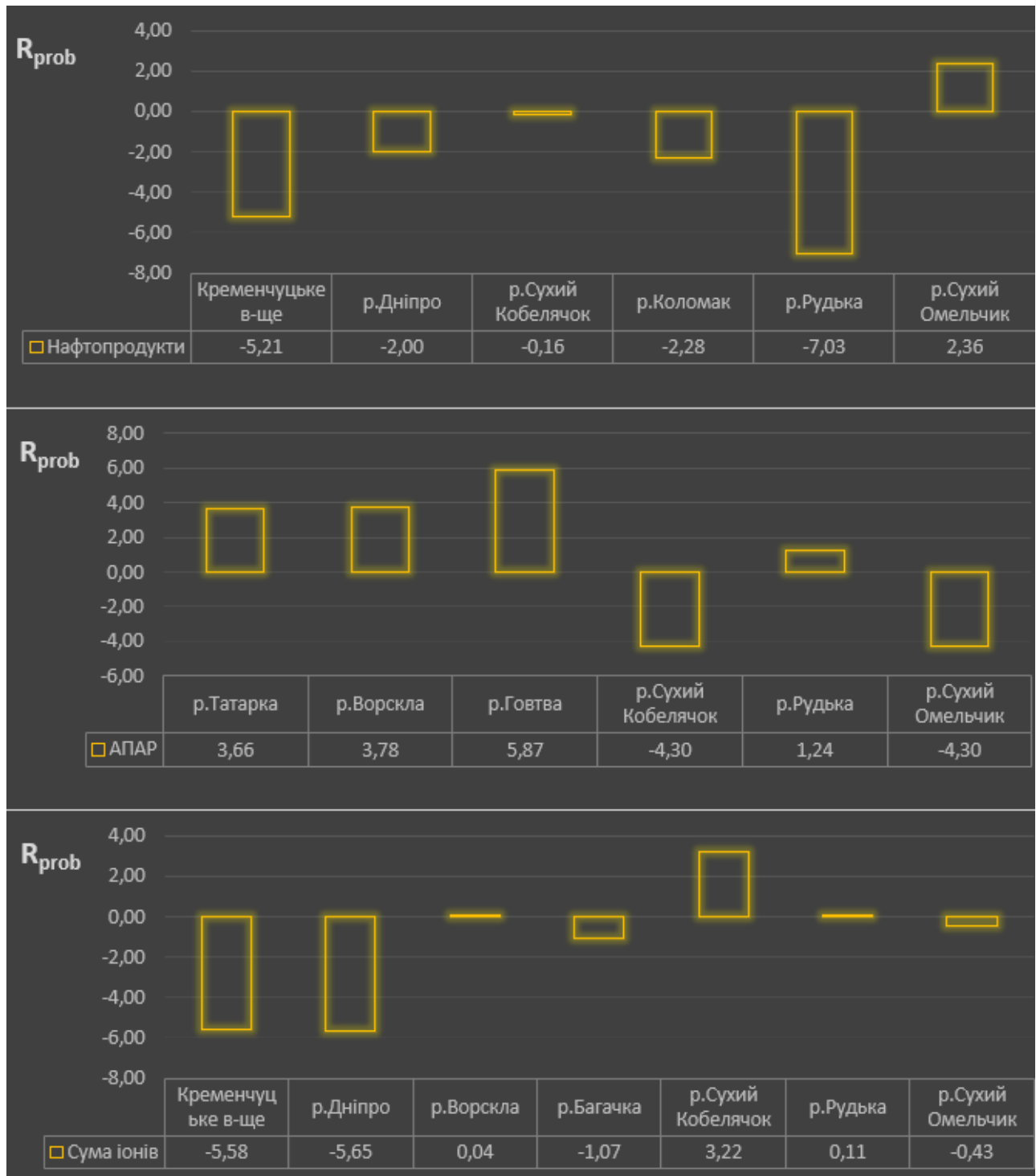


Рисунок 3.3 - Результати дослідження ризику, пов'язаного із санітарно-токсикологічними властивостями води (R_{prob}) обумовленими вмістом нафтопродуктів, АПАР та сумою іонів

- 11) Для **одинадцятого** пункту спостереження (р. Багачка, КП «Миогородводоканал») значення R_{prob} варіює у межах (- 3,21)-(- 0,65). Найменший показник встановлений за завислими речовинами, а найбільший – за вмістом у воді сульфат-іонів. Спостереження в 2022 р. відбувались за трьома показниками якості, всі значення яких менші за нуль.
- 12) Для **дванадцятого** пункту спостереження (р. Сухий Кобелячок, ПАТ «Полтавський ГЗК») значення R_{prob} варіює у межах (- 4,3)-9,14. Найменший показник встановлений за АПАР, а найбільший – за вмістом у воді хлорид-іонів (це максимальне значення цього показника у поверхневих водах у межах Полтавської області в 2022 р.). Крім того, за показниками суми іонів та сульфат-іонів у цьому створі відмічається максимальне значення у поверхневих водах у межах Полтавської області в 2022 р. Спостереження в 2022 р. відбувались лише за дванадцятьма показниками якості.
- 13) Для **тринадцятого** пункту спостереження (р. Тарапунька, АТ «Полтавський турбомеханічний завод») значення R_{prob} варіює у межах (- 5,13)-5,51. Найменший показник встановлений за завислими речовинами, а найбільший – за вмістом у воді фосфат-іонів. Спостереження в 2022 р. відбувались за шести показниками якості.
- 14) Для **чотирнадцятого** пункту спостереження (р. Коломак, АТ «Полтавський турбомеханічний завод») значення R_{prob} варіює у межах (- 5,21)-4,73. Найменший показник встановлений за завислими речовинами, а найбільший – за вмістом у воді фосфат-іонів. Спостереження в 2022 р. відбувались за восьми показниками якості.
- 15) Для **п'ятнадцятого** пункту спостереження (р. Рудька, ТОВ «Біланівський ГЗК») значення R_{prob} варіює у межах (- 7,03)-11,01. Найменший показник ризику встановлений за нафтопродуктами,

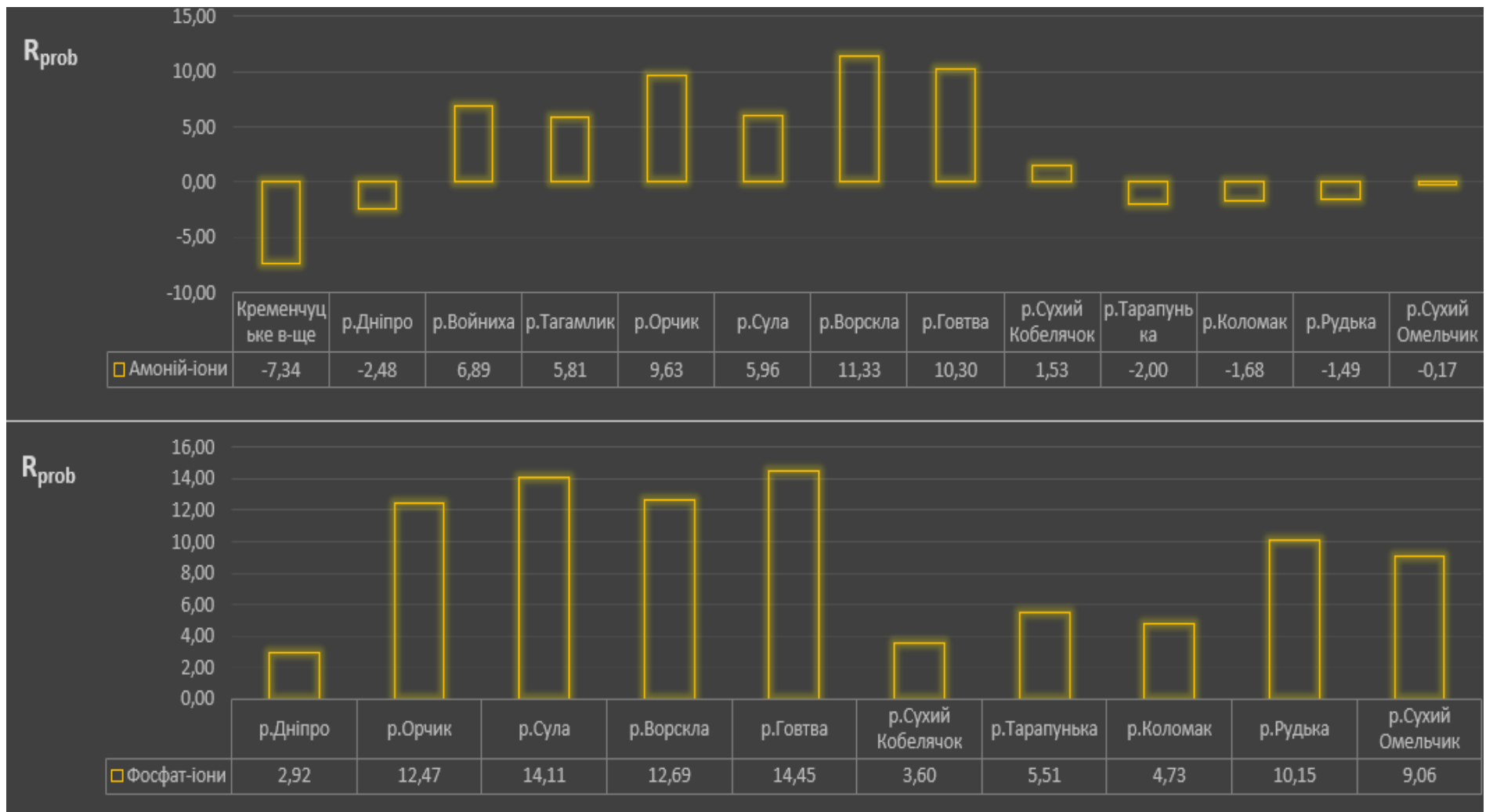


Рисунок 3.4 - Результати дослідження ризику, пов'язаного із санітарно-токсикологічними властивостями води (R_{prob}) обумовленими вмістом амоній та фосфат – іонів

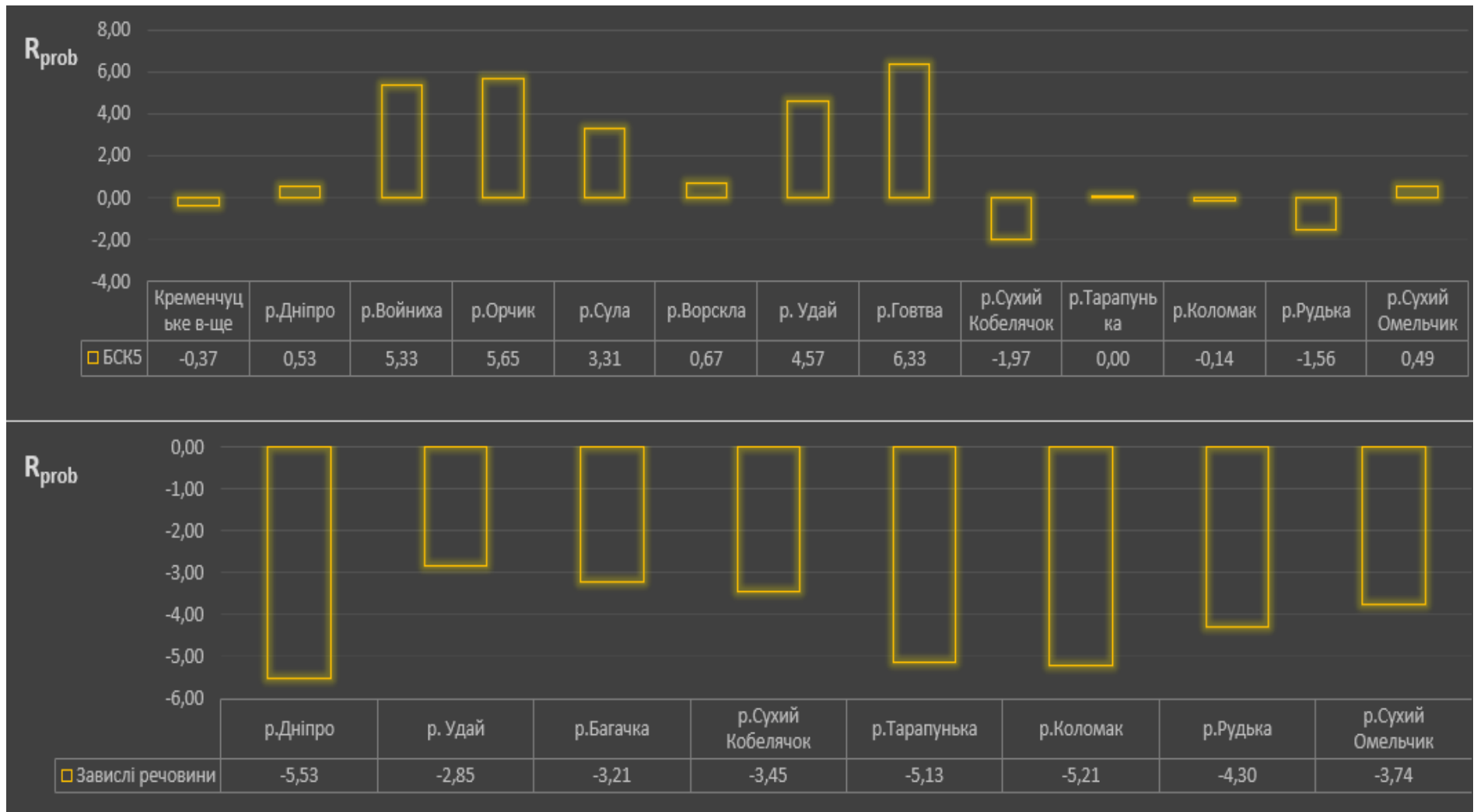


Рисунок 3.5 - Результати дослідження ризику, пов'язаного із санітарно-токсикологічними властивостями води (R_{prob}) обумовленими вмістом завислих речовин та показником БСК₅

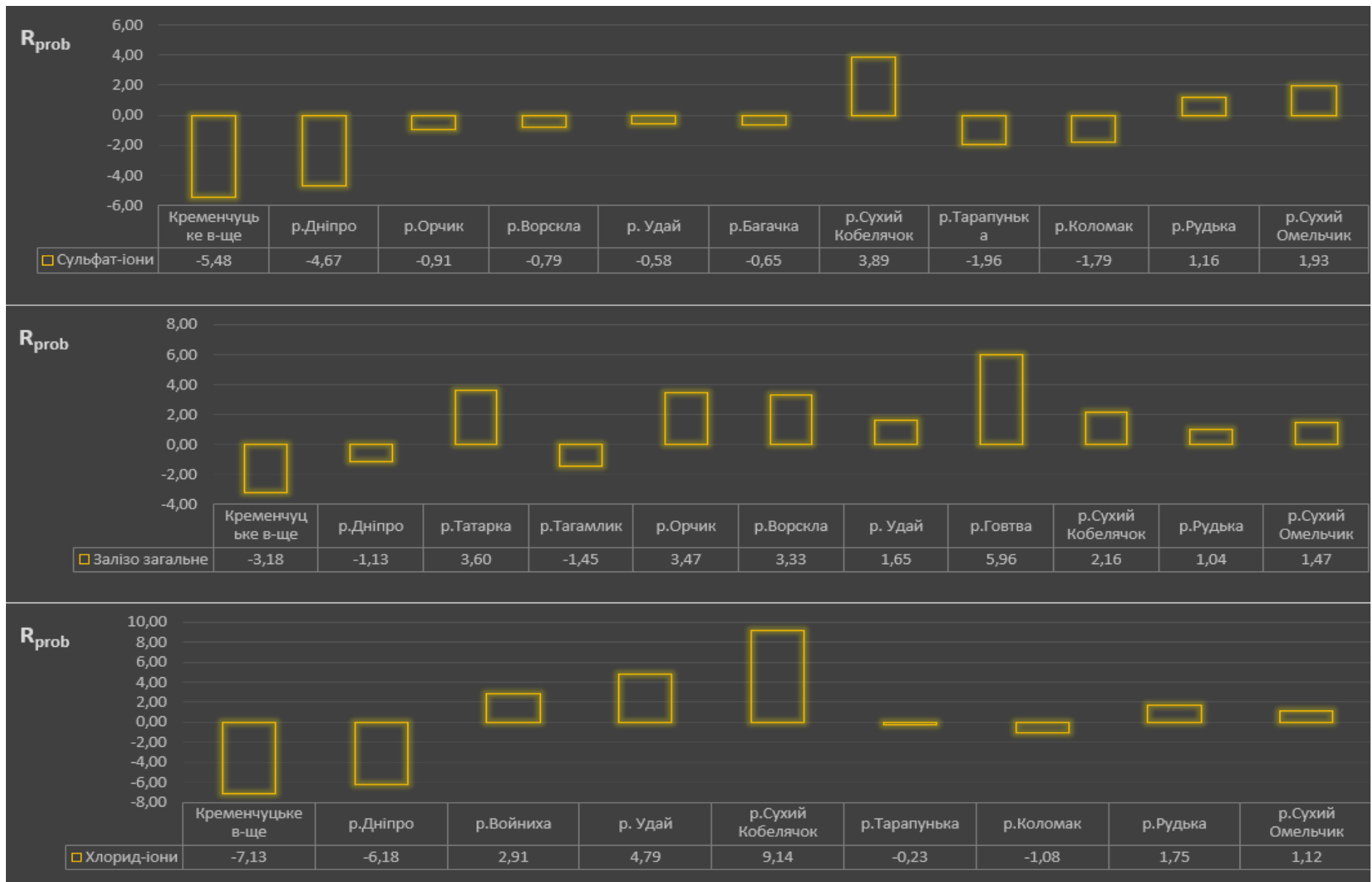


Рисунок 3.6 - Результати дослідження ризику, пов'язаного із санітарно-токсикологічними властивостями води (R_{prob}) обумовленими вмістом сульфат та хлорид - іонів та заліза загального

а найбільший – за вмістом у воді нітрат-іонів. Спостереження в 2022 р. відбувались за одинадцятьма показниками якості.

- 16) Для **шістнадцятого** пункту спостереження (р. Сухий Омельчик, ТОВ «Кременчуцька ТЕС») значення R_{prob} варіює у межах (- 3,74)-13,32. Найменший показник встановлений за завислими речовинами, а найбільший – за вмістом у воді нітрит-іонів. Спостереження в 2022 р. відбувались за чотирнадцятьма показниками якості.

Якщо систематизувати результати дослідження ризику, пов'язаного із санітарно-токсикологічними властивостями води (R_{prob}) обумовленими вмістом комплексу гідрохімічних показників у складі поверхневих вод у межах Полтавської області в 2022 році, то репрезентація цих результатів оптимальна для сприйняття буде представлена графічно (рис. 3.7).

З рисунка видно, що найбільші значення екологічного ризику для водних екосистем Полтавщини відмічаються у сьомому (сумарний $R_{prob} = 9,5$) та десятому (сумарний $R_{prob} = 8,58$) контрольних пунктах спостереження, які знаходяться відповідно: в руслі р. Сула в зоні впливу скидів КП «Лубниводоканал» та в руслі р. Говтва в зоні впливу скидів КП «Решетилівкаводоканал». Саме ці комунальні підприємства слід вважати пріоритетними джерелами забруднення поверхневих вод у межах Полтавської області в 2022 р.

Також слід відмітити високі показники ризику в створах №6, №8, №3, №9 в руслах річок Орчик; Ворскла; Войниха; Удай, відповідно у зонах впливу скидів КП «Полтававодоканал», КП «Житлово-експлуатаційна організація» та очисних споруд м. Пирятин.

Значення екологічних ризиків, обумовлених вмістом комплексу гідрохімічних показників, не досягають нуля (від'ємні), а отже свідчать про екологічне благополуччя водних об'єктів, у контрольних пунктах №1, №2,

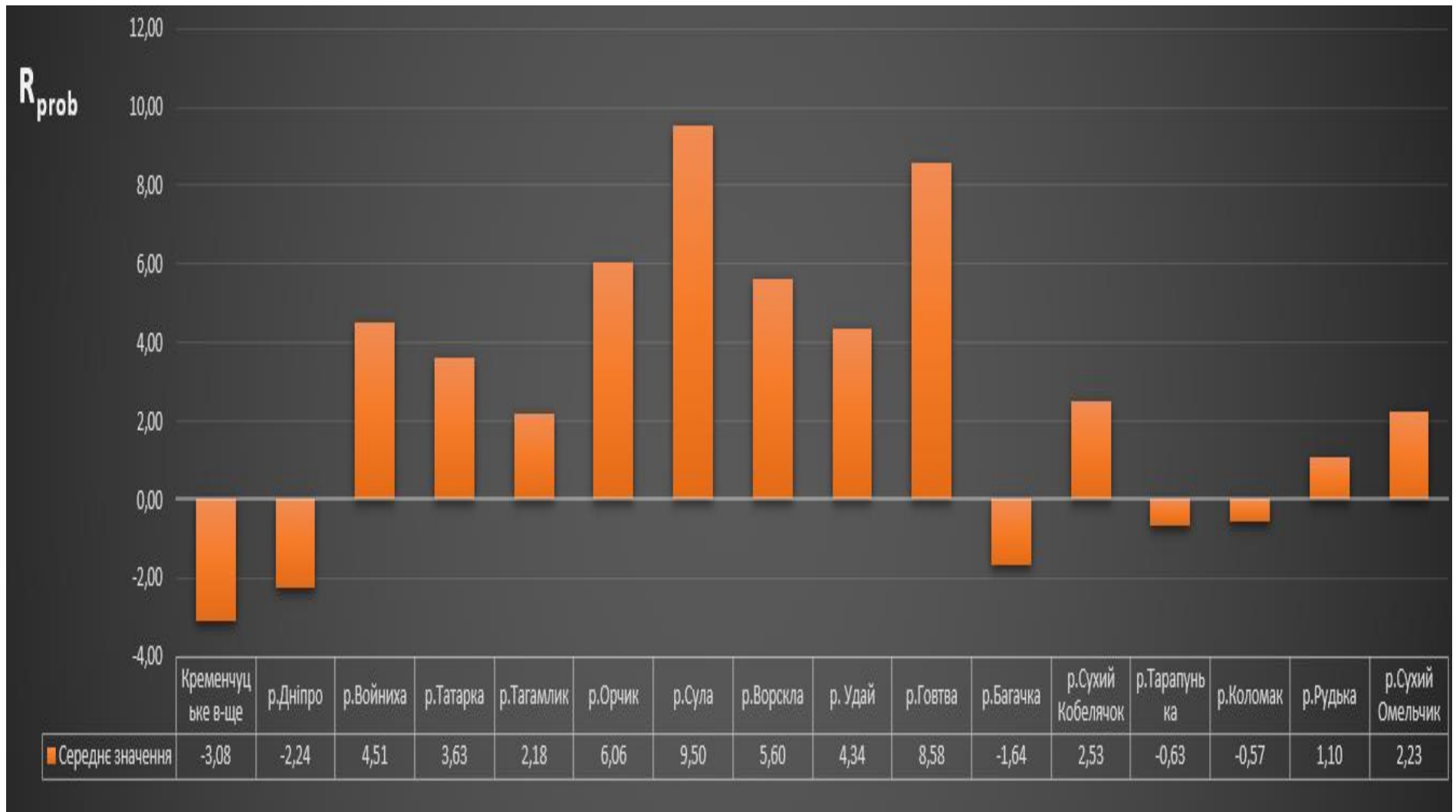


Рисунок 3.7 - Результати розрахунку ризику, пов'язаного із санітарно-токсикологічними властивостями води (R_{prob}) обумовленими вмістом комплексу гідрохімічних показників у складі поверхневих вод у межах Полтавської області в 2022 році

№11, №13, №14 в Кременчуцькому водосховищі (с. Власівка) та руслах річок р. Дніпро (ПАТ «Полтавський ГЗК»), р. Багачка (КП «Миогородводоканал»), р. Тарапунька (АТ «Полтавський турбомеханічний завод»), р. Коломак (АТ «Полтавський турбомеханічний завод»).

3.3 Оцінка екологічного ризику погіршення стану водних об'єктів у межах Полтавської області

Для оцінки ризику погіршення стану водних об'єктів у межах Полтавської області використовуємо відповідну методику (див. підрозділ 2.3) та формули (3.6-3.8). Результати систематизовані та представлені в табл. 3.3.

На першому етапі дослідження розраховуємо показники кратності перевищення ГДК ($C_i/\text{ГДК}_i$) для кожного гідрохімічного параметра з використанням відповідних вимог ГДК [33] та кожного контрольного пункту спостереження за станом поверхневих вод.

На другому етапі дослідження знаходимо сумарне значення показників кратності перевищення ГДК гідрохімічними показниками ($\sum n_i$) для кожного створу окремо.

На третьому етапі шукаємо показник P , як осереднене за показниками якості значення ($\sum n_i$).

І на четвертому етапі розрахунків знаходимо значення екологічного ризику R , як логарифм показника P .

Аналізуючи результати розрахунку показника екологічного ризику встановлюємо, що його значення варіюють у межах наступного діапазону: (- 0,13) – 4,07. Мінімальне значення відмічено у створі № 11 (р. Багачка, КП «Миргородводоканал»), а максимальне – у створі № 7 (р. Сула, КП «Лубниводоканал»).

Таблиця 3.3 - Результати розрахунку екологічного ризику, який враховує максимальні перевищення ГДК забруднюючих речовин для водних об'єктів Полтавської області (2022 р.)

Сі/ГДКі	Кременчуцьке водосховище, с. Власівка	р. Дніпро, ПАТ «Полтавський ГЗК»	р. Войника, с. Засулля	р. Татарка, с. Петрівка-Роменська	р. Тагамлик., КП «Полтавводоканал»	р. Орчик, КП «Полтавводоканал»	р. Сула, КП «Лубниводоканал»	р. Ворскла, КП «Житлово-експлуатаційна організація»	р. Удай, м. Пирятин, очисні споруди	р. Говтва, КП «Решетилівкаводоканал»	р. Багачка, КП «Міогородводоканал»	р. Сухий Кобелячок, ПАТ «Полтавський ГЗК»	р. Тарапунька, АТ «Полтавський тубомеханічний завод»	р. Коломак, АТ «Полтавський тубомеханічний завод»	р. Рудька, ТОВ «Біланівський ГЗК»	р. Сухий Омельчик, ТОВ «Кременчуцька ТЕС»
Сума іонів	0,34	0,33						1,85			1,32	4,82			1,89	1,60
Хлорид-іони	0,21	0,28	4,39						7,73			28,70	1,71	1,32	3,09	2,56
Сульфат-іони	0,35	0,45				1,39		1,44	1,53		1,50	5,89	1,01	1,07	2,59	3,26
Завислі речовини		0,35							0,78		0,70	0,65	0,39	0,38	0,50	0,59
pH	1,02		4,40													
Амоній-іони	0,20	0,87	14,57		10,50	33,20	11,00	55,43	0,00	40,67		2,90	1,00	1,10	1,17	1,73
Нітрит-іони	2,20	3,00					150,00	114,00	40,00			22,00				101,00
Нітрат-іони	1,35	0,96							80,00			23,20	1,50	4,38	50,40	3,70
Фосфат-іони		4,40				78,20	128,00	83,40		142,00		5,40	9,60	7,60	38,80	28,00
БСК ₅	1,63	2,14	9,10			10,01	4,95	2,24	7,24	12,28		1,01	1,83	1,75	1,14	2,12
Мідь																35,00
Залізо загальне	0,70	1,30	0,00	5,40	1,18	5,20	0,00	4,98	3,00	11,00	0,00	3,50	0,00	0,00	2,50	2,84
Марганець	1,26															
Фтор	2,40															
Нафтопродукти	0,38	1,00										1,74		0,92	0,22	3,72
Фенол																1,00
АПАР				5,50				5,70		10,70		0,50			2,65	0,50
$\sum n_i = \sum Si/GDK_i$	11,14	14,01	28,06	10,90	11,68	126,61	293,95	265,75	131,01	216,64	0,70	60,90	14,32	16,13	97,38	180,20
$P = \sum n_i / N$	1,00	1,37	6,49	5,45	5,84	25,60	58,79	33,63	17,53	43,33	0,88	8,36	2,13	2,06	9,54	13,40
$R = \ln(P)$	0,00	0,32	1,87	1,70	1,76	3,24	4,07	3,52	2,86	3,77	-0,13	2,12	0,76	0,72	2,26	2,60

Значення екологічного ризику пропонуємо кваліфікувати за наступною шкалою (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 - Характеристика стану водних об'єктів за значеннями екологічного ризику

Назва показника	1 клас добрий стан	2 клас задовільний стан	3 клас посередній клас	4 клас поганий стан	5 клас дуже поганий стан
Значення екологічного ризику (R)	<1,0	1,1-3,0	3,1-5,0	5,1-6,0	6,1-7,0

Екологічний ризик для водних об'єктів у межах Полтавської області в 2022 р. кваліфікується трьома із п'яти можливих станів: 1-им класом – добрий стан, 2-им класом – задовільний стан, 3-ім класом – посередній стан. Четвертого та п'ятого класів з відповідними характеристиками «поганий стан» та «дуже поганий стан» не відмічалось. Результати дослідження репрезентовані графічно на рис. 3.8.

Добрий стан водних об'єктів 1-го класу за показником екологічного ризику відмічається у контрольних пунктах спостереження: №1 (Кременчуцьке водосховище, с. Власівка), №2 (р. Дніпро, ПАТ «Полтавський ГЗК»), №11 (р. Багачка, КП «Миргородводоканал»), №13 (р. Тарапунька, АТ «Полтавський турбомеханічний завод»), №14 (р. Коломак, АТ «Полтавський турбомеханічний завод»).

Задовільний стан водних об'єктів 2-го класу за показником екологічного ризику відмічається у контрольних пунктах спостереження: №3 (р. Войниха, с. Засулля), №4 (р. Татарка, с. Петрівка-Роменська), №5 (р. Тагамлик,, КП «Полтававодоканал»), №9 (р. Удай, м. Пирятин, очисні споруди), №12 (р. Сухий Кобелячок, ПАТ «Полтавський ГЗК»), №15 (р. Рудька, ТОВ «Біланівський ГЗК»), №16 (р. Сухий Омельчик, ТОВ «Кременчуцька ТЕС»).

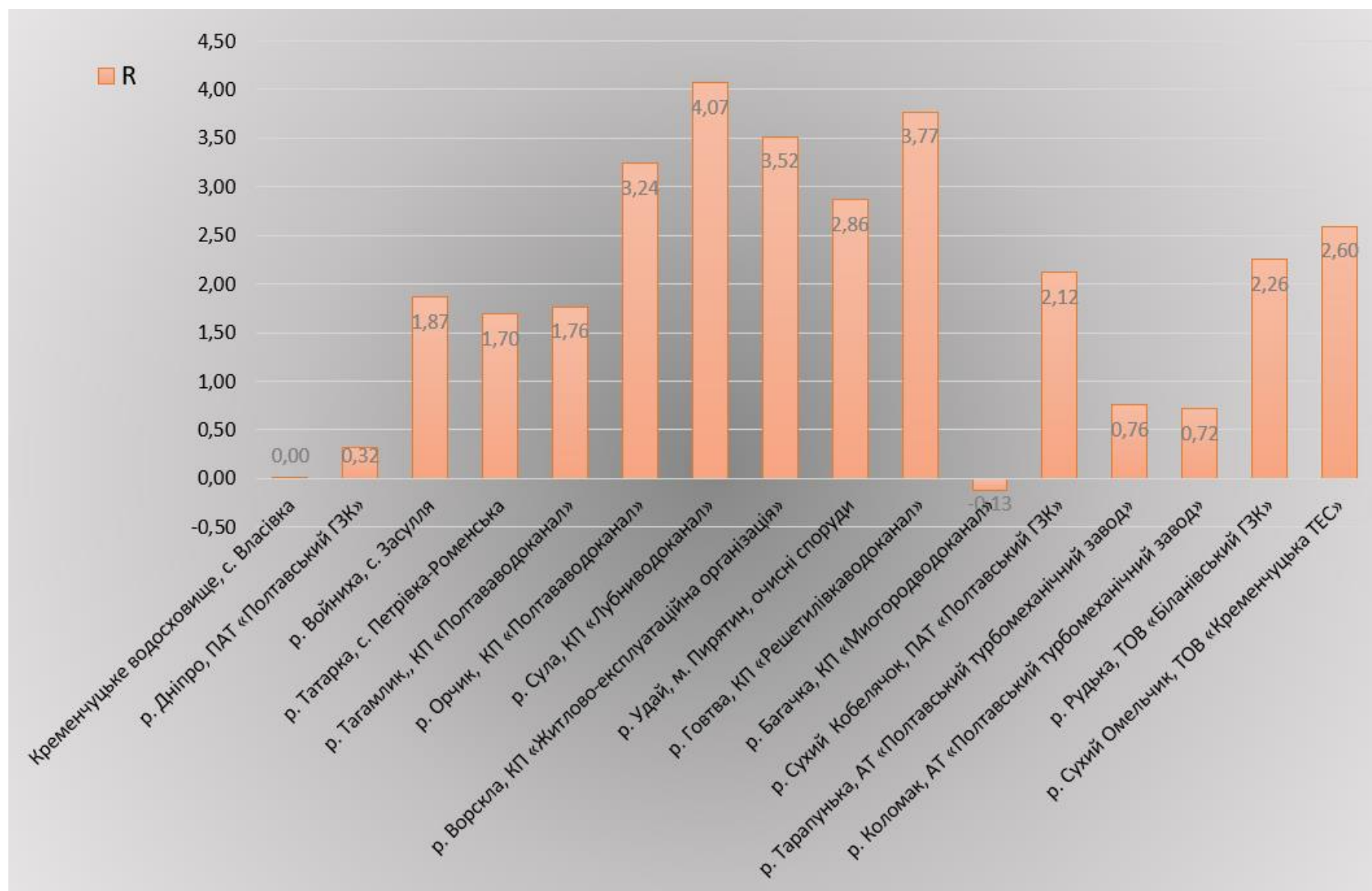


Рисунок 3.8 - Результати розрахунку комплексного екологічного ризику для водних об'єктів Полтавської області (2022 р.)

Посередній стан водних об'єктів 3-го класу за показником екологічного ризику відмічається у контрольних пунктах спостереження: №6 (р. Орчик, КП «Полтававодоканал»), №7 (р. Сула, КП «Лубниводоканал»), №8 (р. Ворскла, КП «Житлово-експлуатаційна організація»), №10 (р. Говтва, КП «Решетилівкаводоканал»).

З метою встановлення, яка саме група гідрохімічних показників вносить максимальний вклад в формування значних екологічних ризиків погіршення стану поверхневих вод у межах Полтавської області, виконуємо розрахунки значень показника екологічного ризику систематизованих у три групи. На рис. 3.9 надаємо репрезентовані графічно результати розрахунку екологічних ризиків погіршення стану водних об'єктів за компонентами сольового складу, за трофо-сапробіологічними показниками та специфічними показниками токсичної дії.

Аналізуючи результати, встановлюємо, що з поміж трьох груп сумації максимальні значення інгредієнтних екологічних ризиків відмічаються для показників трофо-сапробіологічної групи, варіюються в діапазоні (-1,61) – 5,01. Максимальне відмічається для сьомого пункту спостереження **за показником нітрит-іонів**, а мінімальне у першому створі за показником амонійного азоту.

Для групи показників сольового складу значення екологічних ризиків змінюються від (- 1,54) до 3,36 одиниць. Максимальне значення характеризує вміст **хлорид-іонів** у воді контрольного пункту спостереження №12, а мінімальне – їх же вміст у воді створу №1.

В групі показників специфічної дії пріоритетним у складі значення комплексного екологічного ризику є **вміст міді** у поверхневих водах контрольного пункту спостереження №16, значення ризику у цьому випадку досягло значення – 3,56. Мінімальне значення ризику за цією групою показників характерне для створу №15 для показника нафтопродукти – (- 1,51).

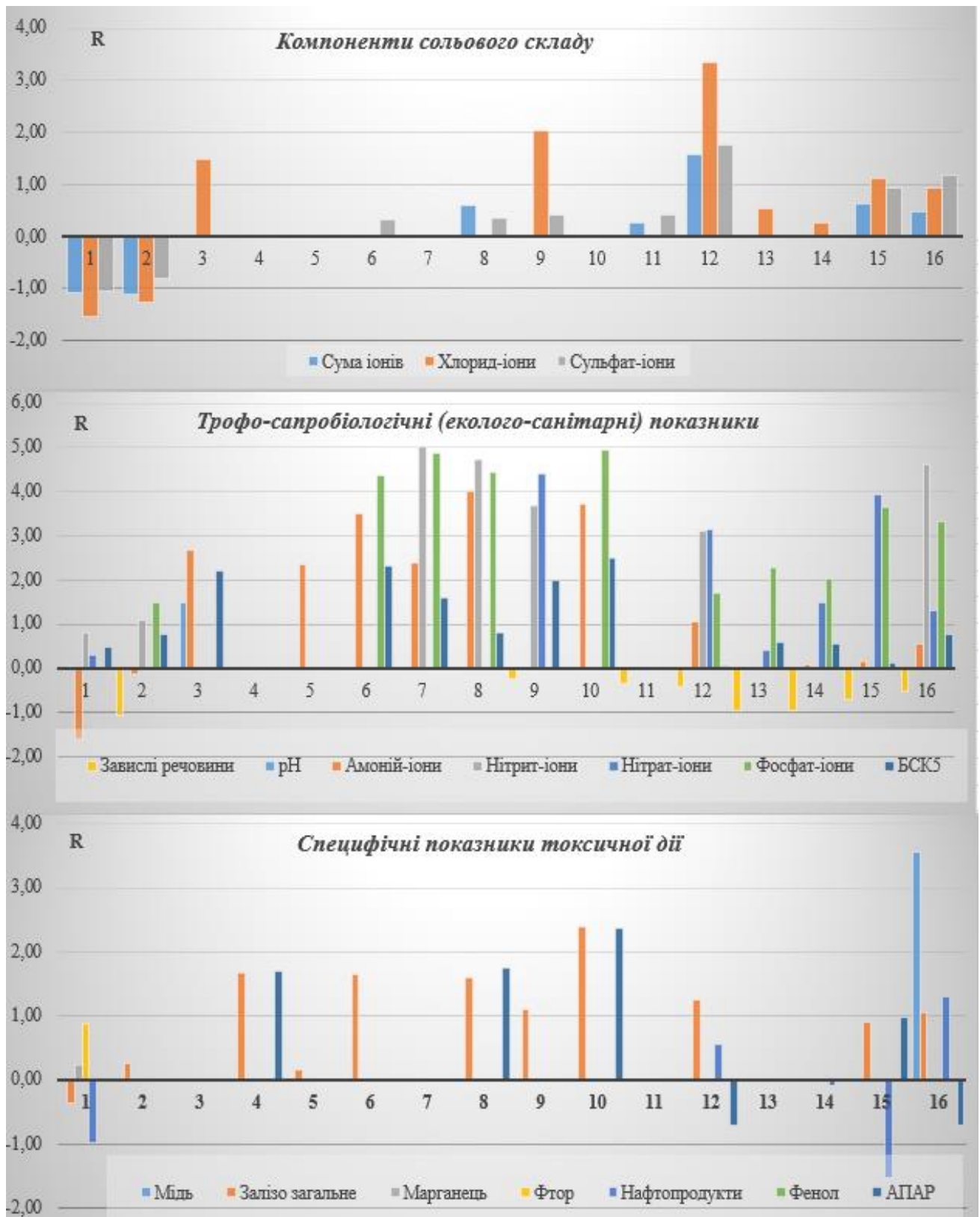


Рисунок 3.9 - Результати розрахунку екологічного ризику, який враховує максимальні перевищення ГДК забруднюючих речовин для водних об'єктів Полтавської області (2022 р.) за групами показників

ВИСНОВКИ

За результатами дослідження формулюємо основні висновки кваліфікаційної роботи.

Аналізуючи основні методи оцінки екологічних ризиків від забруднення поверхневих водних об'єктів виділяємо:

- Методику оцінювання екологічних ризиків природних екосистем;
- Методику оцінки екологічного ризику погіршення стану водних об'єктів за даними гідрохімічних спостережень;
- Методику оцінки екологічного ризику, який враховує максимальні перевищення ГДК забруднюючих речовин;
- Методику визначення ризиків забруднення (погіршення якості) вод на основі норм країн ЄС;
- Методику дослідження екологічного ризику порушення благополуччя водних екосистем.

Проаналізовані методичні підходи до дослідження ризиків для водних екосистем апробовані для поверхневих вод у межах Полтавської області за даними гідрохімічних спостережень в 2022 році.

За результатами застосування методик для встановлення ризиків, нанесених водним екосистемам, як природними, так і антропогенними факторами, відмічаємо наступне:

- 1) Найбільші перевищення ГДК відмічаються на 7, 10, 8, 9, 6 пунктах спостереження за показниками нітрит, фосфат, нітрат-іонів, а також амонію-сольового, які відносяться до трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників. Отже, найгірший стан поверхневих вод відмічається у руслі річок Сула (КП «Лубниводоканал»), р. Говтва (КП «Решетилівкаводоканал»), р. Ворскла (КП «Житлово-

експлуатаційна організація»), р. Удай (м. Пирятин, очисні споруди), р. Орчик (КП «Полтававодоканал»).

- 2) Аналізуючи числові значення екологічного ризику пов'язаного із санітарно-токсикологічними властивостями води вставляємо, що найбільші значення екологічного ризику для водних екосистем Полтавщини відмічаються у сьомому (сумарний $R_{\text{prob}} = 9,5$) та десятому (сумарний $R_{\text{prob}} = 8,58$) контрольних пунктах спостереження, які знаходяться відповідно: в руслі р. Сула в зоні впливу скидів КП «Лубниводоканал» та в руслі р. Говтва в зоні впливу скидів КП «Решетилівкаводоканал». Саме ці комунальні підприємства слід вважати пріоритетними джерелами забруднення поверхневих вод у межах Полтавської області в 2022 р. Значення екологічних ризиків, обумовлених вмістом комплексу гідрохімічних показників, не досягають нуля (від'ємні), а отже свідчать про екологічне благополуччя водних об'єктів, у контрольних пунктах №1, №2, №11, №13, №14 в Кременчуцькому водосховищі (с. Власівка) та руслах річок р. Дніпро (ПАТ «Полтавський ГЗК»), р. Багачка (КП «Миогородводоканал»), р. Тарапунька (АТ «Полтавський турбомеханічний завод»), р. Коломак (АТ «Полтавський турбомеханічний завод»).
- 3) Екологічний ризик для водних об'єктів у межах Полтавської області в 2022 р. кваліфікується трьома із п'яти можливих станів: 1-им класом – добрий стан, 2-им класом – задовільний стан, 3-ім класом – посередній стан. Четвертого та п'ятого класів з відповідними характеристиками «поганий стан» та «дуже поганий стан» не відмічалось.
- 4) З поміж трьох груп сумачії максимальні значення інгредієнтних екологічних ризиків відмічаються для показників трофо-

сапробіологічної групи. Максимальне значення відмічається для сьомого пункту спостереження за показником нітрит-іонів, а мінімальне у першому створі за показником амонійного азоту. Для групи показників сольового складу значення екологічних ризиків максимальне значення характеризує вміст хлорид-іонів у воді контрольного пункту спостереження №12, а мінімальне – їх же вміст у воді створу №1. В групі показників специфічної дії пріоритетним у складі значення комплексного екологічного ризику є вміст міді у поверхневих водах контрольного пункту спостереження №16.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Екологічний паспорт Полтавської області (2022 р.). [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://eko.adm-pl.gov.ua/ekorasp22.pdf> (дата звернення: 09.11.2023).
2. Шмандій В.М., Клименко М.О., Голік Ю.С., Прищепа А.М., Бахарєв В.С., Харламова О.В. Екологічна безпека: підручник. Кременчук: КНУ, 2011. 337 с.
3. Екологічний ризик, аналіз та методологія [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://infopedia.su/3x42bb.html> (дата звернення: 05.12.2023).
4. COUNCIL DIRECTIVE 96/82/EC of 9 December 1996 on the control of major-accident hazards involving dangerous substances [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://bit.ly/3rBfDIW> (in English) (Accessed 20 October 2023).
5. Павлов С.Б. Екологічний ризик для здоров'я населення. *Медичні дослідження*. 2001. Т.1, вип. 1., С. 16-19.
6. Качинський А.Б., Сердюк А.М. Методологічні основи ризику в медико-екологічних дослідженнях та його значення для екологічної безпеки України. *Лікарська справа*. 1995. №4. С. 5-15.
7. Rowe W.D. An anatomy of risk. N.-J.: John Wiley, 1977. 488 p.
8. Preston D.L., Lubin J.H., Pierce D.A. Epicure Hirosoft International Corp. Seattle, 1992.
9. Пирожков С.І. Концепція ризику та екологічна безпека. *Довкілля та здоров'я*. 1996. № 1. С. 12-15.
10. Blair A., Zahm S. Agricultural exposures and cancer. *Environmental Health Perspectives*. 1995. Vol. 103, suppl. 8. P. 205-208.
11. Murua R. An Overview of Environmental Risk Assessment: Methods and Applications. *J Environ Risk Assess Remediat*. 2023;7(4). P. 186.

- [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.alliedacademies.org/environmental-risk-assessment-and-remediation/> (in English) (Accessed 20 October 2024).
- 12.Кортенкамп А., Фауст М., Бакхаус Т. та ін. Ризики, пов'язані зі змішанням, загрожують якості води: Європейський спільний проект SOLUTIONS рекомендує внести зміни до WFD та покращити координацію всіх частин європейського законодавства про хімічні речовини для покращення захисту від впливу на водне середовище численних забруднюючих речовин. *Environmental Sciences Europe*, 31, 69, 2019.
 - 13.Балачук В. Ю.; Мокін В. Б., Ящолт А. Р. Оцінювання екологічних ризиків природних екосистем, представлених інформаційною моделлю з геометричною мережею. *Наукові праці ВНТУ*, 2013, № 1
 - 14.Жукинський В.Н. Екологічний ризик та екологічний збиток якості поверхневих вод: актуальність, термінологія, кількісна оцінка. *Водні ресурси*. 2003. Т. 30, № 2. С. 213 - 321.
 - 15.Іщук А.А. Козлітин В.Є. Прогнозно-моделювальні комплекси для Урядової інформаційно-аналітичної системи з надзвичайних ситуацій. *ArcReview. Сучасні геоінформаційні технології*. 2002. № 2 (21). С. 14 - 15.
 - 16.Дем'янова О.О., Рибалова О.В. Новий підхід до оцінювання екологічного ризику погіршення стану басейну річки Інгулець в Херсонській області. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 1/6 (61) 2013 С. 45-49
 - 17.Романенко В.Д., Жукинський В.М., Окнісюк О.П. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. К.: Символ-Т, 1998. 28 с

- 18.Афанасьєв С.А., Гродзинський М.Д. Методика оцінки екологічних ризиків, що виникають при впливі джерел забруднення на водні об'єкти. К.: АйБи, 2004. 59 с.
- 19.Мітрясова О.П., Селіванова А.М. Оцінка екологічного стану поверхневих водних ресурсів Миколаївської області. *Наукові праці. Екологія*. Випуск 220. Том 232. С.92-96.
- 20.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. Retrieved from: [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31975L0440&from=en> (in English) (Accessed 21 October 2024).
- 21.COUNCIL DIRECTIVE 76/160/EEC of 8 December 1975 concerning the quality of bathing water. Retrieved from: [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://river.bio.auth.gr/wp-content/uploads/2016/09/Directive-76-160-EEC-Bathing-Water.pdf> (in English) (Accessed 21 October 2024).
- 22.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. Retrieved from: [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.cawater-info.net/water_quality_in_ca/files/eu_659-78.pdf (in English) (Accessed 21 October 2024).
- 23.COUNCIL DIRECTIVE 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption. Retrieved from: [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31998L0083&from=EN> (in English) (Accessed 25 October 2024).
- 24.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. Retrieved from: [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5c835afb-2ec6-4577-bdf8-756d3d694eeb.0004.02/DOC_1&format=PDF (in English) (Accessed 25 October 2024).
- 25.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. Retrieved from: [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2020/2184/oj> (in English) (Accessed 25 October 2024).
- 26.Юрасов С.М., Терземан В.В. Якість вод: оцінка, мінливість, прогноз, нормування. *LAP LAMBERT Academic Publishing*. 2023. 60 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.morebooks.shop/shop-ui/shop/product/9786206846079> (дата звернення: 21.10.2024)
- 27.Log-normal distribution. Retrieved from: [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Log-normal_distribution. (in English). (Accessed 25 October 2024).
- 28.Lognormal Distribution. Retrieved from: [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/lognormal-distribution#:~:text=A%20lognormal%20distribution%20is%20a,then%20has%20a%20lognormal%20distribution>. (in English) (Accessed 25 October 2024).
- 29.Рибалова О.В., Артем'єв С.Р. Розробка методики оцінки екологічного ризику погіршення стану поверхневих вод. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/5071/1/VET.pdf> (дата звернення: 21.10.2024)
- 30.Концепція екологічного нормування. К.: Мінекобезпеки України, 1997. 20 с.

- 31.Гриценко А.В., Васенко О.Г., Верніченко Г.А. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями: проект. [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://www. niier. kharkov. ua/sites/default/files/metodika_2012_14_0](http://www.niier.kharkov.ua/sites/default/files/metodika_2012_14_0). Дос (дата звернення: 21.10.2024)
- 32.Рибалова О.В., Артем'єв С.Р., Бригада О.В., Ільїнський О.В., Бондаренко О.О., Макаров Є.О., Жук В.М. Визначення екологічного ризику погіршення стану водотоків басейну річки Уди. *Earth sciences. Scientific journal "Fundamentalis scientiam"* №27/2019. Р.14-21.
- 33.Rybalova O., Artemiev S., Sarapina M., Tsymbal B., Bakhareva A., Shestopalov O., Filenko O. Development of methods for estimating the environmental risk of degradation of the surface water state. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies* № 2/10 (92) 2018, P. 4-17.
- 34.Васенко О.Г., Рибалова О.В., Артем'єв С.Р. Інтегральні та комплексні оцінки стану навколишнього природного середовища: монографія. Х: НУГЗУ, 2015. 419 с.
- 35.Гігієнічні нормативи якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0524-22#Text> (дата звернення: 21.10.2024)