

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний

Кафедра гідроекології

та водних досліджень

Бакалаврська кваліфікаційна робота

на тему: «Аналіз якості води р. Південний Буг»

Виконала студентка 4 року навчання
групи ЕГ-43

Напрямок підготовки 6.040106

«Екологія, охорона навколишнього
середовища та збалансоване
природокористування»

Компанієць Юлія Анатоліївна

Керівник старший викладач

Балан Ганна Костянтинівна

Консультант д. геогр. н., проф.

Лобода Наталія Степанівна

Рецензент к. геогр. н., доц.

Волошина Олена Вікторівна

Одеса 2019

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний

Кафедра гідроекології та водних досліджень

Рівень вищої освіти бакалавр

Напрямок підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування»

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри гідроекології та
водних досліджень

Лобода Н.С.

« 18 » квітня 2019 року

З А В Д А Н Н Я
НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Компанієць Юлії Анатоліївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Аналіз якості води р. Південний Буг»

керівник роботи Балан Ганна Костянтинівна, старший викладач

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “7” грудня 2018 року №343-С

2. Строк подання студентом роботи 08 червня

3. Вихідні дані до роботи Дані державного моніторингу поверхневих вод державного агентства водних ресурсів України 2008 -2018 рр.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1) Виконати коротку фізико-географічну характеристику басейну річки Південний Буг. 2) Охарактеризувати основні напрямки використання вод річки Південний Буг. 3) Виконати оцінку якості води р. Південний Буг. 4) Оцінити гідроекологічний стан р. Південний Буг згідно методики КІЗ. 5) Виконати аналіз результатів оцінки якості вод річки р. Південний Буг.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
3	Лобода Н. С., д. геогр. н., проф., зав. каф.	19.04.19	25.04.19
5		13.05.19	19.05.19

7. Дата видачі завдання 18 квітня 2019р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
	<i>Опис фізико-географічних умов басейну річки Південний Буг.</i>	<i>21 – 25 квітня</i>	90	<i>відмінно</i>
	<i>Збір даних про хімічний склад води басейну річки Південний Буг.</i>	<i>26 – 29 квітня</i>	90	<i>відмінно</i>
	<i>Опис методики оцінки якості води поверхневих вод</i>	<i>02 – 05 травня</i>	90	<i>відмінно</i>
	<i>Аналіз оцінки якості води річки Південний Буг згідно методики КІЗ.</i>	<i>08 – 12 травня</i>	87	<i>добре</i>
	Рубіжна атестація	13 – 19 травня		
	<i>Характеристика якості води річки Південний Буг за методикою КІЗ.</i>	<i>20 – 23 травня</i>	85	<i>добре</i>
	<i>Узагальнення отриманих результатів. Оформлення бакалаврської роботи, здача роботи на перевірку наукового керівника.</i>	<i>01 – 03 червня</i>	90	<i>відмінно</i>
	<i>Підготовка презентації та доповіді для захисту бакалаврської роботи.</i>	<i>04 – 05 червня</i>	90	<i>добре</i>
	Перевірка на плагіат	06 червня		
	Рецензування	06 червня		
	Подання на кафедру	08 червня		
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)	08.06.2019	90	<i>відмінно</i>

Студент _____
(підпис)

Компанієць Ю.А.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Балан Г.К.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

до бакалаврської кваліфікаційної роботи

Компанієць Юлії Анатоліївни

Актуальність теми бакалаврської роботи: Аналіз якості води р. Південний Буг обумовлена необхідністю визначення рівнів забруднення води річки по всій її протяжності, так як вона являється однією з основних річок України, впадає в Чорне море в районі м. Миколаїв і знаходиться в зоні інтенсивної господарської діяльності.

Метою роботи є дослідження хімічного складу і характеристик якості річкових вод в басейні річки Південний Буг.

Завданнями бакалаврської роботи є здійснення оцінки якості води річки Південний Буг в постах спостережень ДАВР України за період 2008 – 2018 рр. за методом КІЗ.

Результатами роботи виявлено, що показник комплексності К по різним постам складав щонайбільше 80 %, вода найбільше забруднювалась азотом нітритним і амонійним, якість води в більшості постів відповідала III – IV класам («брудна – дуже брудна») і лише окремих постах в нижній частині річки (р. Південний Буг – с. Олексіївка, с. Олександрівка, м. Вознесенськ) дещо покращувалась до II класу («забруднена»). Зміна показника ПКІЗ за довжиною р. Південний Буг показує, що рівень забруднення річки на всій її протяжності лишається високим і таким, що вказує на непридатність її вод для безпечного ведення рибництва. Домінування за ступенем забруднення води сполук азоту, БСК₅ і ХСК пов'язано зі значним органічним забрудненням річки стічними водами і обмеженими можливостями її самоочищення внаслідок значного зарегулювання водоймами. Це пояснюється значним рівнем антропогенного навантаження на басейн річки Південний Буг і пов'язаним із цим скиданням в неї стічних вод від різних галузей народного господарства. Ситуація дуже складна і потребує більш глибокого вивчення.

Бакалаврська робота складається із 5 розділів, 54 сторінок тексту, 3 таблиць, 4 рисунків, 1 графіку та 41 використаних наукових джерел.

Ключові слова: аналіз якості води, хімічний склад, забруднення води, характеристики якості, рівень забруднення.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	7
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 ФІЗИКО – ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РІЧКИ ПІВДЕННИЙ БУГ.....	10
1.1. Фізико-географічні умови формування стоку.....	11
1.2. Кліматичні умови.....	15
1.3. Геолого-геоморфологічна будова та гідрогеологічні умови.....	17
1.4. Гідролого-гідрохімічний режим.....	21
1.5. Флора та фауна.....	27
1.6. Загальна характеристика господарської діяльності в басейні.....	30
РОЗДІЛ 2 ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ.....	32
2.1 Екологічні вимоги до якості води.....	32
2.2 Вимоги до якості питної води.....	33
2.3 Основні вимоги до водокористування у різних сферах господарської діяльності.....	35
РОЗДІЛ 3 ОПИС ВИКОРИСТАНОЇ МЕТОДИКИ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД.....	39
РОЗДІЛ 4 ОПИС МЕРЕЖІ ПОСТІВ МОНІТОРИНГУ І ВИХІДНИХ ДАНИХ.....	42
РОЗДІЛ 5 АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ВОДИ БАСЕЙНУ РІЧКИ ПІВДЕННИЙ БУГ ЗА МЕТОДИКОЮ КІЗ.....	44
ВИСНОВКИ.....	49
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	51
ДОДАТОК.....	55

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ
І ТЕРМІНІВ

БСК ₅	біологічне споживання кисню (протягом 5 діб)
КІЗ	комбінаторний індекс забруднення
ПКІЗ	питомий комбінаторний індекс забруднення
ЛОЗ	лімітуюча ознака забруднення
СПАР	синтетичні поверхнево активні речовини
ГДК	гранично допустимі концентрації
ХСК	хімічне споживання кисню
ДАВР	Державне агентство водних ресурсів
АЕС	Атомна електростанція
м.	місто
смт.	селище міського типу
р.	рік, річка

ВСТУП

Кожний природний об'єкт в нашому сторіччі знаходиться під дією антропогенних факторів, які прямо або опосередковано впливають на оточуюче середовище. Наслідки діяльності людини, як правило, носять негативний характер і значно змінюють стан природних об'єктів. У зв'язку з такою ситуацією виникає цілий ряд екологічних проблем, які вимагають швидкого рішення. Ефективне проведення екологічних заходів здатне покращити стан оточуючого середовища, зберегти цінні об'єкти природи, підвищити соціально-економічний рівень країни. Якість водних ресурсів, їх раціональне використання і збереження є важливою задачею для сучасної науки. Кожна держава має власні водні об'єкти, які являють собою стратегічні запаси. Згідно визначення Європейського Союзу наша країна є мало забезпеченою водою (із розрахунку 1,5 тис. м³ на рік), а тому питання водної політики є вкрай важливим [11].

Особливістю басейну Південного Бугу є те, що він повністю розташований в межах території України. Це дає можливість забезпечити раціональне управління водними ресурсами та їх відтворення зусиллями вітчизняних відомств (оскільки басейн не є транскордонним і досить добре вивчений). В той же час, необхідно зазначити, що навіть за наявності басейнового управління р. Південний Буг у структурі Держводгоспу України у деяких аспектах управління водними ресурсами продовжує здійснюватися за адміністративно-територіальним принципом [12].

Актуальність теми: дослідження хімічного складу та аналіз якості води річки Південний Буг, яка є однієї з основних річок України, впадає в Чорне море в районі м. Миколаїв і знаходиться в зоні інтенсивної господарської діяльності (промисловість, зрошування, сільське господарство) за даними багаторічних спостережень на постах в системі державного водного агентства України.

Мета роботи: аналіз якості води річки Південний Буг за методикою КІЗ та аналіз сучасного стану річки.

Завдання роботи: дослідити фізично-географічну характеристику річки Південний Буг, встановити особливості формування гідрологічного та гідрохімічного складу води, проаналізувати антропогенне навантаження на річку, виконати аналіз якості води за методикою КІЗ.

Предмет дослідження: гідрологічний та гідрохімічний стан води річки Південний Буг за період 2008 – 2018 рр.

Методи дослідження: метод оцінки комбінаторного індексу забруднення (КІЗ).

Матеріали дослідження: при виконанні бакалаврської роботи були використані дані Державного водного агентства України по багатьом постам в період 2008 – 2018 рр.

Наукова новизна полягає у виконанні оцінки якості води річки Південний Буг за методом КІЗ.

Практичне значення отриманих результатів має науково-навчальне та виробниче значення, можуть бути використані в галузі моніторингу довкілля.

1 ФІЗИКО – ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РІЧКИ ПІВДЕННИЙ БУГ

На сучасному етапі у багатьох країнах світу велика увага приділяється водним ресурсам як природному фактору, який найбільшою мірою визначає розвиток промисловості, сільського господарства і взагалі держави. Як відомо, Україна недостатньо і нерівномірно забезпечена водними ресурсами. Тому для ефективного господарювання і раціонального управління водними ресурсами необхідно здійснювати кількісну і якісну оцінку формування стоку. Така оцінка ускладнюється коливаннями в часі та нерівномірністю розподілу стоку по сезонам, а також значним впливом антропогенних чинників, особливо зарегульованості [16].

Південний Буг є найбільшою річкою, басейн якої повністю розташований в межах України. Площа басейну річки 63700 км², що становить 10,6 % території України, довжина – 806 км, середині похил – 0,00040 (40 см/км), коефіцієнт звивистості – 1,57 [7].

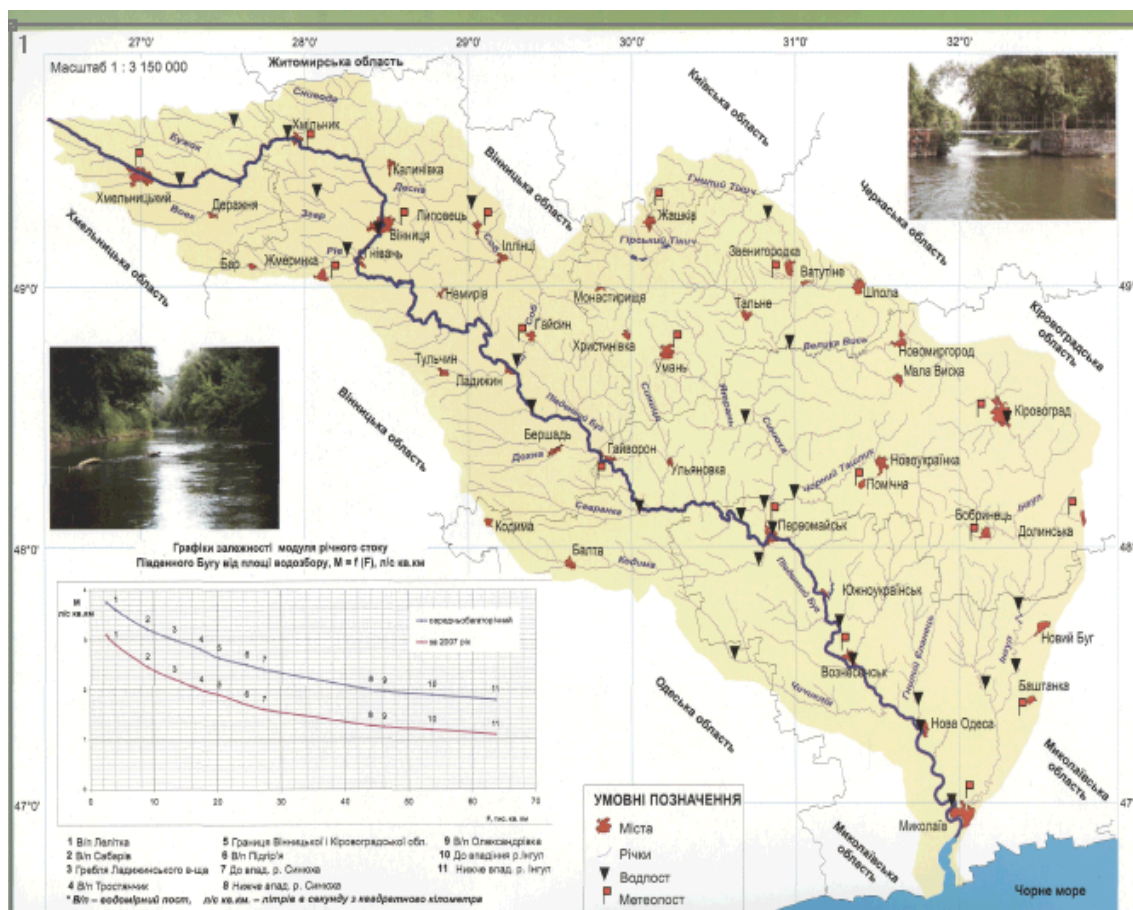


Рис. 1.1 – Схема басейну р. Південний Буг [2]

1.1 Фізико-географічні умови формування стоку

Південний Буг бере початок на Подільській височині поблизу с. Холодець. Середня частина його басейну в основному знаходиться в межах Придніпровської височини. Нижня течія належить до Причорноморської низовини. Нижче м. Нова Одеса річка поступово переходить у Бузький лиман, який добре розвинутий в районі м. Миколаїв [30].

Південний Буг має лише одну велику притоку – р. Синюху, яка утворюється в результаті злиття річок Тікич та Велика Вись. Площа басейну цієї річки становить 16700 км² (26 % від усієї площі водного басейну). У Південний Буг вона впадає в межах м. Первомайська. У місці злиття її водність становить приблизно 60 % від водності Південного Бугу [7].

Водний режим річок визначається кліматичними, гідрогеологічними гідрологічними, орографічними і гідрографічними особливостями. Виходячи з цього, в басейні Південного Бугу умовно виділені два гідрологічних райони – Подільський і Причорноморський [3].

Подільський район характеризується яскраво вираженим весняним водопіллям і низькою меженню, яка порушується літніми та зимовими паводками. Підземний стік порівняно невеликий. Найбільш сприятливі умови поверхневого живлення спостерігаються у верхній течії річки, де середні багаторічні суми опадів досягають 600 - 650 мм, втрати вологи на випаровування найменші, зважаючи на помірний температурний режим в теплий період року. В міру просування до гирла умови поверхневого живлення погіршуються, особливо на виході басейну з лісостепової зони нижче гирла р. Синюхи [7].

Причорноморський район характеризується недостатньою зволоженістю, більшим випаровуванням, що зумовлює незначну водність річок, велика кількість яких має періодичний стік.

Значний вплив на природний стік басейну Південного Бугу, особливо в його південній частині, має господарська діяльність, яка перерозподіляє стік протягом року завдяки зарегульованості його ставками та водосховищами [30].

Водний режим Південного Бугу характеризується нерівномірністю розподілу стоку протягом року та по території басейну. Весною спостерігається пік повені, а в решту часу року стійка низька межень з незначним збільшенням її восени та окремі зимові відлиги. Річний стік р. Південний Буг (56 %) формується у верхів'ї лісостепової частини басейну при площі водозбору лише 38,6 % від загальної площі басейну. Стік степової частини басейну (31 %) складає всього 17,5 % від річного стоку всієї ріки [8].

Найбільш повноводні місяці - березень і квітень, у багатоводний період 5 % забезпеченості їх частка в загальному розподілу стоку протягом року складає 32,4 та 12,54 % відповідно (табл. 1.1). В середні ($p = 50$ %) та

маловодні ($p = 95 \%$) роки частка березневих витрат зменшується до 22,3 - 18,6 %, натомість дещо зростає частка квітневих витрат, яка складає близько 14 % [40].

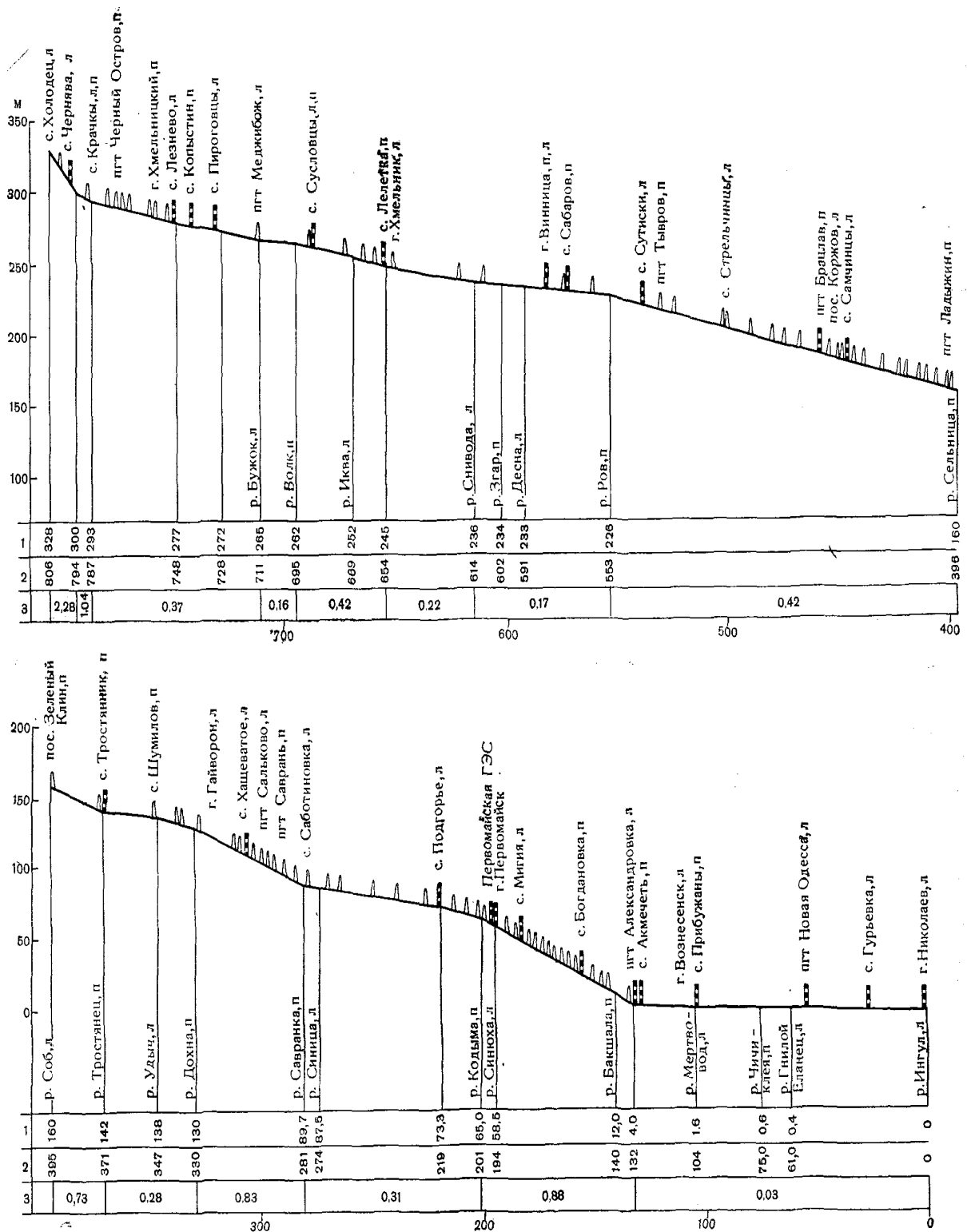


Рис. 1.2 – Схематичний поздовжній профіль р. Південний Буг [2]

Водозбір неправильної грушоподібної форми, сильно звужений у верхній частині, в середній і нижній частинах асиметричний, витягнутий з північного заходу на південний схід. Розташований басейн в двох геоморфологічних областях: верхня і середня частини його знаходяться на правобережній височини Волино - Подільського плато, нижня – на Причорноморській низовині [2].

Найбільша довжина водозбору 496 км, середня ширина 128 км, коефіцієнт ширини 0,26. Довжина вододільній лінії – 1635 км, коефіцієнт її розвитку дорівнює 1,83 (рис. 1.3).

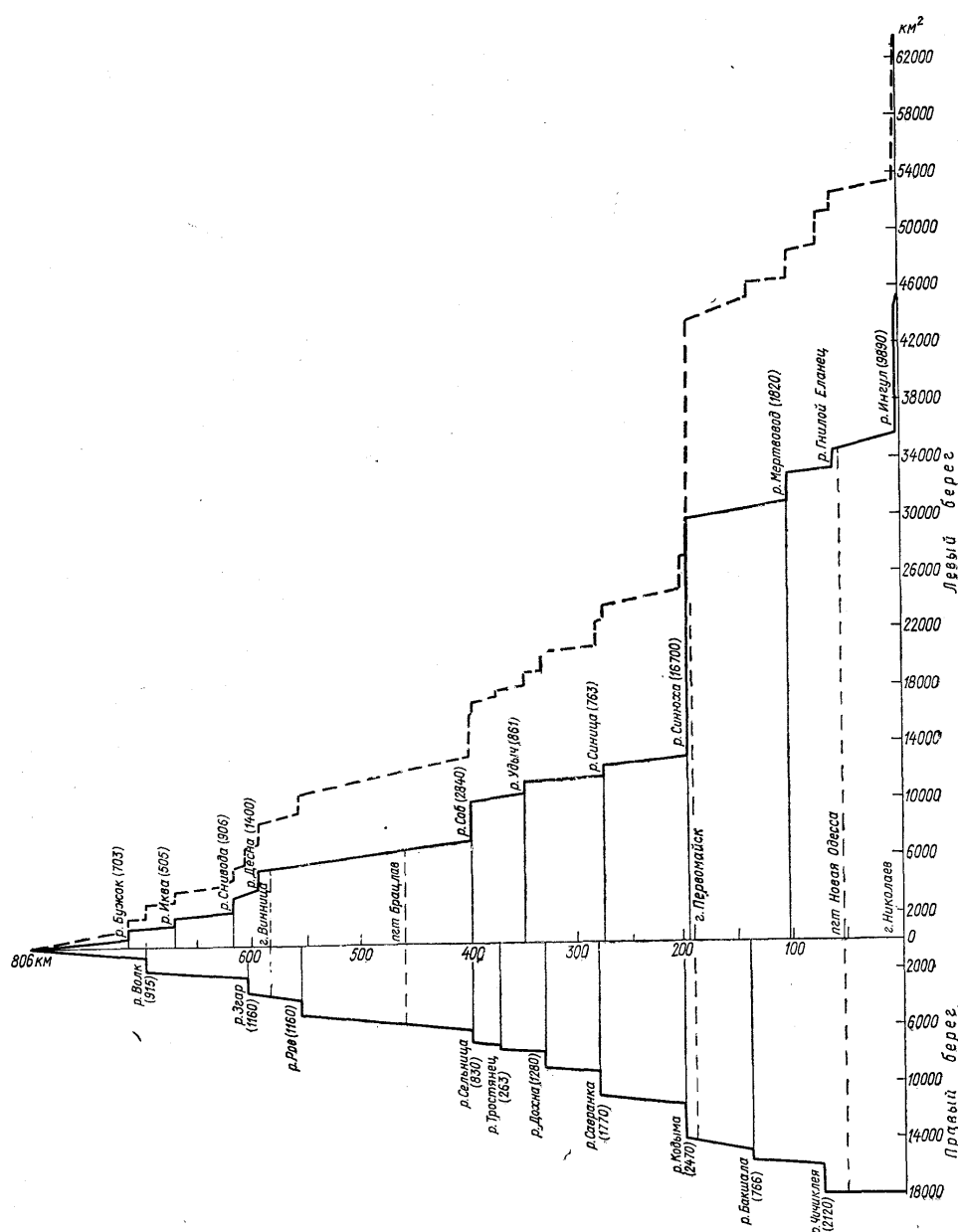


Рис. 1.3 – Графік наростання площі басейну р. Південний Буг [2]

1.2 Кліматичні умови

У формуванні клімату басейну р. Південний Буг важливу роль відіграє циркуляція атмосфери, з якою пов'язані переміщення повітряних мас з Атлантики, Арктики і континентальних районів Азії. Клімат південних районів басейну знаходиться під впливом Чорного моря. Помірно континентальний клімат у верхів'ї та в середній частині басейну повільно переходить у нижній течії в посушливий (південна частина Миколаївської області) [4].

Значна протяжність території басейну з північного-заходу на південний схід визначається помітними відмінностями в розподілі температури повітря. Різниця між середніми багаторічними температурами у верхній і нижній частині басейну досягає 3,1 °С.

Середня багаторічна температура повітря у верхній і середній частині басейну коливається в межах 6,7 - 9,8 °С. Максимальна температура влітку досягає 40 °С, мінімальна – в холодні дні зими – до мінус 37 °С.

Для цих частин басейну зимовий сезон в цілому характеризується опадами у вигляді дощу і снігу, частими туманами. В окремі роки зима буває стійка і сувора. Весна відрізняється різким переходом від потепління до похолодання, від сухої погоди до дощової. В другій половині весни підвищується температура повітря, зменшується кількість туманів, сильних вітрів.

У травні починає розвиватися грозова діяльність, характер погоди наближається до літньої. Погодні умови літнього сезону характеризуються значним підвищенням температури, великою кількістю ясних днів, збільшенням кількості опадів, активної грозової діяльності.

Період осіннього сезону, особливо в другій половині, характеризується великою кількістю похмурих днів, обложними опадами і тривалими туманами. Сніговий покрив, як правило, дуже нестійкий. Середня

багаторічна максимальна висота снігового покриву коливається від 13 до 21 см [19].

Нижня частина басейну р. Південний Буг розташована в межах степової зони України з помірно-континентальним кліматом, для якої характерні тепле літо і м'яка нестійка зима.

Середньорічна температура повітря тут коливається від 8,0 °С (м. Кіровоград) до 9,8 °С (м. Миколаїв).

Найхолодніший місяць – січень, середньомісячна температура повітря становить мінус 3,5 - 5,4 °С [28].

Максимальна температура повітря спостерігалась в липні місяці + 40 °С, а середньомісячне значення складає + 21,0 - 23,2 °С.

У нижній частині басейну сніговий покрив встановлюється в другій половині грудня і руйнується в кінці лютого – на початку березня. Середня висота снігового покриву 5 - 7 см, максимальна 18 - 30 см. Глибина промерзання ґрунту в нижній частині басейну складає 48 см.

За кількістю опадів і умовами випаровування північна частина басейну належить до помірно вологої зони, центральна частина – до зони недостатнього зволоження, а південні райони – до посушливої зони.

Із загальної суми опадів за рік 60 – 70 % випадає у теплий період (квітень - жовтень). Найбільш сприятливі умови живлення річки спостерігаються у верхній течії, де середні багаторічні суми опадів досягають 600 - 634 мм, втрати вологи на випаровування найменші, зважаючи на помірний температурний режим у теплий період року. В міру просування до гирла умови живлення річки погіршуються за рахунок збільшення частки випаровування в загальному водному балансі басейну р. Південний Буг.

Випаровування з водної поверхні в маловодному році складає в верхів'ї і середній частині басейну 680 - 710 мм, в пониззі – 750 мм [41].

Відносна середньорічна вологість повітря складає 70 – 78 %. Нестача насичення змінюється від 8,6 до 9,7 мБ.

Переважними вітрами в басейні є вітри північних напрямків. Середньорічна швидкість вітру складає від 3,0 до 4,4 м/с, а максимальна швидкість перевищує 30 м/с.

1.3 Геолого-геоморфологічна будова та гідрогеологічні умови

У геоструктурному відношенні територія басейну р. Південний Буг належить до Українського кристалічного щита (рис. 1.4), що являє собою докембрійську складчасту структуру, складену гранітами, гранітогнейсами, гнейсами і кристалічними сланцями. Масивно кристалічні породи та продукти їх вивітрювання (в тому числі каолінові глини) на переважній частині території лежать на незначній глибині, чим пояснюється їх майже повсюдне відшарування в долинах річок та урвищах глибоких ярів. Для басейну річки характерне незначне поширення осадових порід, давніших за третинні. На третинних відкладах, а де їх немає, то безпосередньо на докембрійських породах, залягають четвертинні відклади. На вододільних плато та їх схилах і на давніх терасах річок вони представлені лесами з трьох - чотирьох ярусів, а іноді тільки з одного [12].

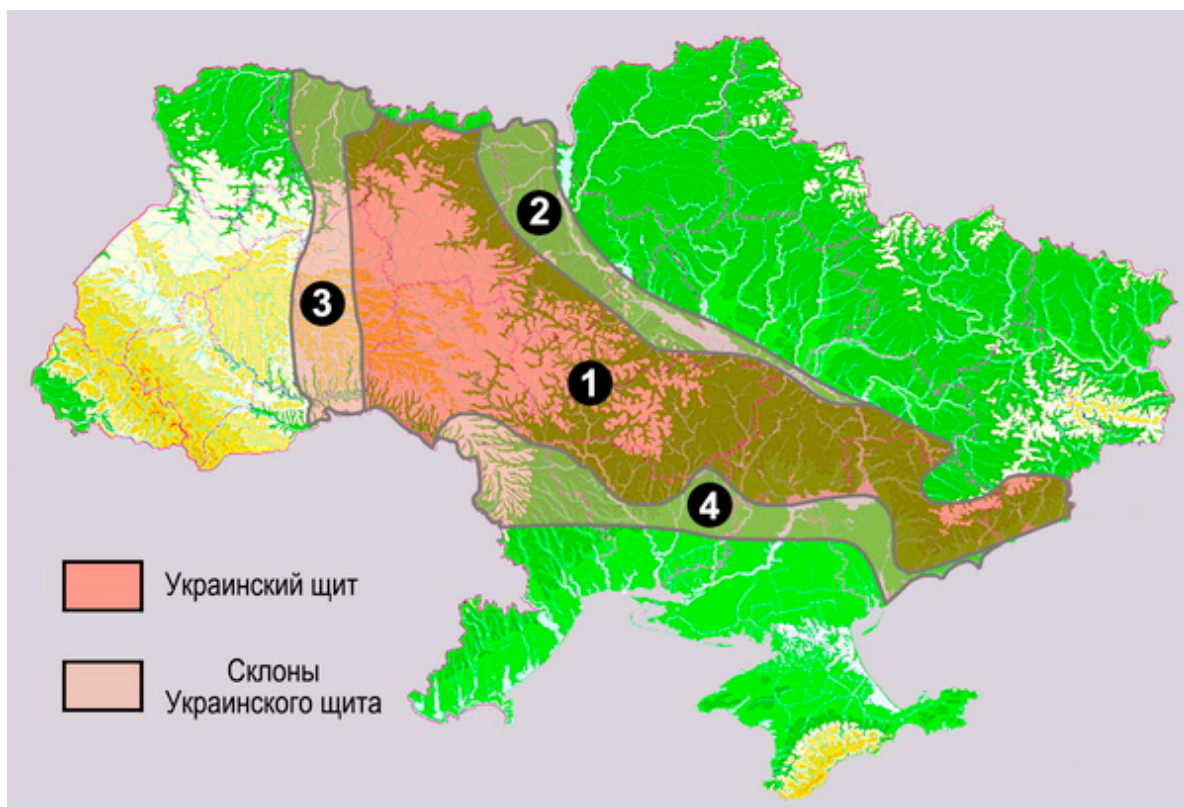


Рис. 1.4 – Український кристалічний щит [2]

Четвертинні породи представлені також (крім лесів) лесовидними суглинками, алювіальними та делювіальними відкладами. На схилах, а також у відшаруваннях ярів, у яких четвертинні та третинні породи розмиті, на денну поверхню виходять кристалічні породи, на продуктах вивітрювання яких утворюються щебенюваті ґрунти [3].

Басейн ріки розташований в кількох геоморфологічних областях: верхня і середня частини знаходяться на Подільській та Придніпровській височинах, нижня – на Причорноморській низовині [13].

У межах Подільської і Придніпровської височин рельєф рівнинний: тут басейн являє собою плато з відмітками 399 - 120 м, сильно розчленований глибоко врізаними (до 150 м) річковими долинами, які супроводжуються ерозійними і акумулятивними терасами. Для зазначеної місцевості характерні яри, відшарування скельних порід [36].

Причорноморська низовина характеризується заляганням докембрійського кристалічного фундаменту на глибині 100 - 250 м у північній частині низовини і 500 - 1000 м – у південній. У цьому напрямку збільшується товща осадових відкладів, які залягають на кристалічному фундаменті, відповідно знижується і сучасна поверхня. У будові поверхні Причорноморської низовини беруть участь відклади неогену і антропогену [5].

Неоднорідність механічного складу порід неогену обумовлює різноманітну будову схилів долин і балок. Покрівлю понтичних вапняків утворюють червоно - бурі глини, на яких залягають четвертинні відклади, представлені лесами з двома - трьома горизонтами похованих ґрунтів [32]. Товща лесових відкладів досягає 20 - 30 м. У будові річкових долин беруть участь піщані алювіальні відклади і піскуваті лесовидні суглинки. На схилах балок розповсюджені делювіальні лесовидні суглинки, часто з домішками щебенюватих продуктів вивітрювання вапняків. Для цієї частини басейну характерний плоский рельєф з відмітками 100 - 200 м та численними западинами – блюдцями і подами. Рівень залягання ґрунтових вод залежить, перш за все, від кліматичних умов та ступеня розчленованості місцевості. Значний вплив на формування горизонту ґрунтових вод і ступінь їх мінералізації має також характер літологічного складу материнських і підстиляючих порід [12].

На території поширення кристалічного щита ґрунтові води залягають на різних глибинах. Водонесний горизонт на кристалічних породах і в їх тріщинках залягає на вододільних плато на глибині до 30 - 40 м. На схилах глибина їх зменшується до кількох метрів. Іноді води цього горизонту в балках виходять на поверхню, утворюючи джерела. Ступінь мінералізації води різний. У межиріччі Інгульця і Південного Бугу ґрунтові води залягають у сарматських вапняках на глибині від 30 до 75 м. У понтичних вапняках водонесний горизонт залягає на глибині 20 - 50 м. Поряд з прісними трапляються горизонти з досить мінералізованими водами. Напірні ґрунтові

води зустрічаються в лесових відкладах, які залягають на червоно - бурих глинах [38]. На плато вони залягають переважно на глибині 15 - 20 м, а в подах – 5 - 10 м. Води лесового горизонту здебільшого непридатні для пиття через їх високу мінералізацію. Підвищення їх рівнів при зрошуванні може спричинити вторинне засолення ґрунтів [14, 26].

У районі розміщення Ташлицького водоймища - охолоджувача Південно - Української АЕС ґрунтові води розповсюджені в четвертинних алювіальних відкладах заплав і надзаплавних терас р. Південний Буг, де залягають на глибині від 0,1 - 0,5 до 2 - 5 м. У четвертинних лесоподібних суглинках, що розвинені на межиріччях, ґрунтові води зустрічаються на різних глибинах залежно від розташування у вертикальному розрізі водопроникних і водотривких прошарків. На території промислового майданчика Південно - Української АЕС ґрунтові води в лесоподібних суглинках залягають на глибині 1,3 - 6,5 м. Водотривом для них є четвертинні червоно - бурі глини потужністю до 8 м, які виклинюються поблизу схилів балки Ташлик. Під цим водотривом залягає водоносний горизонт у тріщинуватій зоні кристалічних порід. Підземні води слабкомінералізовані гідрокарбонатно - сульфатні або сульфатно - гідрокарбонатні й тільки ґрунтові води заплави р. Південний Буг прісні – гідрокарбонатно - кальцієві [35].

Ташлицька ГАЕС розташовується у межах південно - західного схилу Українського кристалічного щита, де граніти виходять на денну поверхню, а долина р. Південний Буг має високі (до 100 м) береги. Корінні породи тут представлені комплексом гранітоїдів нижнього протерозою, перекритих корою вивітрювання (рухляки, каоліни) і товщею третинних і четвертинних відкладів (піски, глини, суглинки, лесовидні суглинки і супісі). У товщі кристалічних порід має місце значне поширення зон тектонічних порушень і областей з різним ступенем їх збереженості. Основою всіх основних споруд служать граніти. Розрахункова сейсмічність території побудови Ташлицької Г АЕС – 6 балів. Підземні води приурочені до тріщинуватої зони кристалічних порід і підшви кори вивітрювання [13].

1.4 Гідролого-гідрохімічний режим

Природні води – це складні розчини різноманітних мінеральних, органічних речовин та газів. У поверхневих водах також знаходиться значна кількість органомінеральних часток у завислому стані, на яких сорбується певна кількість розчинених речовин, особливо забруднювальних. Ці речовини у районах із великим антропогенним навантаженням значною мірою визначають якість поверхневих і підземних вод. Під якістю води звичайно розуміється сукупність хімічного і біологічного складу та фізичних властивостей води, що зумовлює її придатність для конкретних видів водокористування [18].

Закономірні зміни концентрацій хімічних компонентів у воді річок у часі характеризуються гідрохімічним режимом. Він проявляється у вигляді, переважно, сезонних коливань концентрацій компонентів хімічного складу відповідно до фаз гідрологічного режиму річки, а також у вигляді багаторічних коливань цих компонентів, які залежать як від фізико-географічних умов басейну річки, так і від зміни рівня антропогенного впливу. Досить помітні також добові коливання деяких фізико-хімічних показників та розчинених газів, особливо у водоймищах-охолоджувачах АЕС і ТЕС [21].

Таким чином, сукупність у природних водах мінеральних, органічних речовин та розчинених газів у іонному, молекулярному і колоїдному стані і являє собою їх хімічний склад. Речовини, які становлять хімічний склад природних вод, при гідрохімічних дослідженнях поділяють на групи.

П'ять груп виділено О. Алекінім – головні іони, біогенні речовини, розчинені гази, органічні речовини, мікроелементи. Шосту групу – забруднювальні речовини виділив А. Никаноров, а сьома група – радіоактивні елементи виділена В. Хільчевським [15].

Сезонна динаміка гідрохімічного режиму більшості компонентів хімічного складу річкових вод басейну Південного Бугу обумовлена головним чином гідрологічним режимом річки, тобто сезонною динамікою фізико-географічних та антропогенних чинників формування водного стоку [31].

Гідрологічний режим р. Південний Буг має сезонний характер, який обумовлений зміною типу водного живлення річок басейну протягом року. Так, за класичною схемою сезонних коливань хімічного складу річкових вод на території України вважається, що під час весняної повені, коли у річкову мережу надходять талі снігові води з малою мінералізацією, зменшується вміст головних іонів та величин мінералізації. У меженні періоди – влітку, восени та взимку – основним джерелом живлення річок є підземні води. Вони мають підвищену мінералізацію, для них характерний досить різноманітний хімічний склад, зумовлений як фізико-географічними, так і геолого-гідрогеологічними чинниками. Цей момент важливий для басейну Південного Бугу, який розташований у межах лісостепової і степової фізико-географічних зон, а підземні води приурочені до різноманітних водоносних горизонтів – як осадових порід, так і тріщинуватої зони кристалічних порід Українського кристалічного масиву. Дуже важливою характеристикою басейну річок Південного Бугу є їх висока зарегульованість багатьма ставками та водосховищами, що спричиняє як кількісні, так і якісні зміни у режимі водного стоку річок протягом року [1].

Для характеристики гідрохімічного режиму р. Південний Буг та її приток використана багаторічна інформація за двадцятип'ятирічний період (1980-2004 рр.). По кожному пункту спостереження мережі Держгідрометслужби гідрохімічні дані групувалися за основними фазами гідрологічного режиму: весняної повені, літньо-осінньої та зимової межені. Тобто, виділені генетично однорідні сукупності, які характеризуються переважанням тих чи інших чинників та процесів формування хімічного складу річкових вод під впливом сезонних змін [22].

Використано 14 пунктів спостереження за хімічним складом ринкових вод у басейні Південного Бугу, з яких 4 розташовані на основній річці (2 пункти у верхів'ях та 2 – у нижній течії, вище та нижче Південно-Українського енергокомплексу). На притоках Південного Бугу розташовано 10 постів, з яких 3 пункти – на правобережних притоках, 4 пункти – на лівобережних притоках і 3 пункти на р. Інгул, яка впадає в Бузький лиман.

Із сформованих за сезонами статистичних сукупностей обчислювалися середні значення для окремих груп компонентів хімічного складу річкових вод басейну Південного Бугу:

- головні іони та мінералізація води (HCO_3 , SO_4 , C , Ca_2 , Mg_2 , Na^+ , K^+ , Ta)
- фізико-хімічні показники (рН, O_2 - вміст та насичення %) та показники вмісту органічної речовини (через БО - біохроматну окиснюваність, БСК₅ - біохімічне споживання кисню за 5 діб та кольоровість води);
- біогенні речовини (NH_4 , NO , NO_3 , N , P_{min} , $\text{P}_{\text{орг}}$, $\text{P}_{\text{заг}}$, Si);
- мікроелементи (Fe_3 , Cu , Zn , Mn , Cr);
- специфічні забруднювальні речовини (НП - нафтопродукти, СПАР - синтетичні поверхнево-активні речовини, феноли).

За середніми концентраціями головних іонів обрахований % - еквівалентний їх вміст, за яким складені формули іонного складу, що показують найбільш ймовірний тип хімічного складу води р. Південний Буг та його приток у різні сезони року [15].

По чотирьох пунктах, які розташовані у верхній та нижній течії річки Південний Буг досліджені багаторічні коливання середньорічних концентрацій головних іонів та мінералізації води з 1970 по 2005 рр.

Такі показники вмісту біогенних речовин, як азот у мінеральній формі (NMiH) та фосфор в органічній формі ($\text{P}_{\text{орг}}$), одержані розрахунковим методом [29].

Аналізуючи умови формування хімічного складу річкових вод, слід зазначити, що басейн Південного Бугу розміщений переважно у районі

Українського кристалічного масиву і тільки його нижня частина і найбільша притока - р. Інгул розташована у Причорноморській низовині. Підземні води тріщинної зони кристалічних порід та продуктів їх руйнування характерні для верхньої та середньої частини басейну і є головним джерелом живлення річок у меженні періоди. Певне значення мають підземні води третинних осадових відкладів, представлених пісками харківського, київського і канівського ярусів. У межах Причорноморської низовини долини річок складені вапняками верхньотретинного віку, перекритими червоно-бурими глинами і товщею лесових відкладів [37].

У верхній частині басейну підземні води тріщинної зони кристалічних порід мають гідрокарбонатно-кальцієвий склад з мінералізацією до 0,6 - 0,7 мг/дм³. Таким же хімічним складом характеризуються і підземні води водоносних горизонтів палеогену. У нижній частині басейну, південніше м. Первомайськ, підземні води, які залягають у тріщинах кристалічних порід та вапняках і доломітах пліоцену, характеризуються більш високою мінералізацією (до 1 - 3 г/дм³) у хімічному складі збільшується вміст сульфатів магнію та хлоридів натрію і калію [23].

На формування витрат води р. Південний Буг – с. Олександрівка певний вплив має Ташлицьке водосховище наливного типу, що є водоймищем-охолоджувачем Південно-Української АЕС, та Олександрівське водосховище руслового типу, які експлуатуються в сііаді Південно-Українського енергокомплексу [18].

Розподіл мінімальних модулів стоку річок басейну Південного Бугу 95% забезпеченості за кожен з 12 місяців наведено на картосхемах [25].

Мінімальний стік формується у зимову та літньо-осінню межень. У зимову межень, найменші модулі стоку спостерігаються у січні, змінюючись у межах 0,65 - 0,25 дм³/с-км² у верхній та середній частинах басейну Південного Бугу, і різко зменшуючись, до 0,05 дм³/с-км², на річках нижньої частини басейну. У грудні мінімальні модулі стоку 95% забезпеченості дещо

більші, змінюються від верхів'їв до нижньої частини басейну з 1,0 - 0,6 до 0,2 $\text{дм}^3/\text{с}\cdot\text{км}^2$ [22].

Майже такої ж величини мінімальні модулі стоку 95 % забезпеченості спостерігаються і в лютому – 1,2 - 0,2 $\text{дм}^3/\text{с}\cdot\text{км}^2$. Таким чином, мінімальні витрати та, відповідно, мінімальні модулі стоку річок Південного Бугу формуються у січні місяці [31].

У літньо-осінню межень мінімальні модулі стоку 95 % забезпеченості формуються у липні, серпні та вересні. У верхів'ях Південного Бугу (до м. Вінниця) вони мають величини 0,8 - 0,4 $\text{дм}^3/\text{с}\cdot\text{км}^2$, а у середній та нижній частинах басейну зменшуються до 0,2 - 0,1 $\text{дм}^3/\text{с}\cdot\text{км}^2$ і досягають майже нульових значень у басейнах річок, які розташовані нижче м. Первомайськ (р. Мертвовід та інші малі притоки Південного Бугу в межах степової зони). У червні, жовтні та листопаді мінімальні модулі стоку дещо підвищуються (від 1,2 - 0,6 до 0,4 - 0,2 $\text{дм}^3/\text{с}\cdot\text{км}^2$, відповідно, від верхньої частини басейну до середньої та нижньої). Таким чином, для басейну Південного Бугу, особливо у середній та нижній його частинах, характерною рисою є формування мінімальних витрат та модулів стоку протягом досить значного відтинку часу в літньо-осінню межень (від липня по жовтень включно), тобто протягом чотирьох місяців [29].

Найбільші значним мінімальних модулів стоку 95% забезпеченості спостерігаються у березні-квітні, під час весняної повені, змінюючись від 1,8 - 1,0 у верхів'ях, до 0,6 - 0,4 $\text{дм}^3/\text{с}\cdot\text{км}^2$ у нижній частині басейну р. Південний Буг [37].

У розподілі мінімальних річних модулів стоку річок басейну Південного Бугу 95 % забезпеченості, як і для розподілу середньомісячних значень, спостерігається чітко виявлена просторова закономірність – більші значення модулів формуються у верхів'ях басейну, до м. Вінниця (0,35 - 0,1 $\text{дм}^3/\text{с}\cdot\text{км}^2$), різко зменшуються у середній частині басейну, до м. Первомайськ (0,05 $\text{дм}^3/\text{с}\cdot\text{км}^2$), а у нижній частині басейну досягають практично нульових значень. Подібна закономірність пояснюється зміною фізико-географічних та

геолого-гідрогеологічних чинників у напрямку від верхньої до нижньої частин басейну Південного Бугу [23].

З урахуванням фізико-географічних особливостей на території басейну Південного Бугу можна виділити 4 райони [39].

Перший район охоплює північну частину басейну Південного Бугу – річки Згар, Десна, Ров, Іква, Бужок. Характеризується відносно великою, порівняно з іншими районами, кількістю опадів у теплий період року (близько 500 мм), незначними, порівняно з опадами, запасами води в сніговому покриві (близько 30 - 35 мм), значним підземним живленням (30 - 40 % середньорічного стоку окремих річок) та істотним ступенем зарегульованості стоку. Ці чинники обумовили найбільш рівномірний характер внутрішньорічного розподілу стоку [25].

Другий район охоплює басейни річок Соб, Гнилий Тікич, Гірський Тікич, Ятрань, Синиця, тобто середню частину басейну Південного Бугу. Характеризується меншою кількістю дощових опадів у теплий період року (350 - 400 мм) при більшій нормі запасу води в сніговому покриві (40 - 60 мм), що обумовлює такий розподіл стоку, при якому на весняний період припадає 42 - 48 % водного стоку року 50 % забезпеченості [18].

Геоморфологічні особливості (глибокі річкові долини) створюють відповідні умови для дренажу ґрунтових вод, які залягають на глибині до 20 - 30 метрів і значною мірою беруть участь у підземному живленні річок у меженні періоди. Природний режим стоку річок району змінений у зв'язку зі значною зарегульованістю [37].

Третій район охоплює басейни лівих приток р. Синюха (річки Велика Вись, Чорний Ташлик) і басейн верхньої течії р. Інгул. Зменшення кількості опадів у теплий період року (275 - 300 мм) і незначна участь підземного живлення в річковому стоку (10 - 5 %) обумовили зменшення величини стоку в меженний період. Внаслідок цього зросла (порівняно з другим районом) частка весняного стоку. Розподіл стоку за сезонами на річках Велика Вись,

Чорний Ташлик та Інгул показує, що відносна величина весняного стоку коливається в межах 60 - 72 % [21].

Четвертий район охоплює басейни річок Чичикля, Мертвовід, Гнилий Сланець, Громокля та інші, тобто знаходиться у межах степової зони. Характеризується малою часткою підземного живлення та невеликою кількістю дощових паводків. Дані, отримані при дослідженні внутрішньорічного розподілу стоку р. Гнилий Сланець, показують, що в межах цього басейну величина весняного стоку коливається в межах 80 - 100 % від річної величини. Стік у дуже маловодні роки зовсім відсутній або близький до 0 в роки 80 - 85 % забезпеченості річкового стоку [18].

Таким чином, різноманітність із півночі на південь кліматичних, геолого-гідрогеологічних та інших умов зумовлює і відповідні зміни хімічного складу підземних і річкових вод у басейні Південного Бугу.

1.5 Флора та фауна

Одним із основних чинників, від яких залежить гідрологічний режим басейну, нарівні з кліматичними, ґрунтово-геологічними і геоморфологічними є рослинний покрив. Рослинність кількісно та якісно перерозподіляє опади, що поступають на землю, і дуже змінює гідрологічний режим території.

Більша частина басейну Південного Бугу знаходиться в межах лісостепової зони і має досить багатий і різноманітний рослинний світ, що зумовлено передусім сприятливим кліматом, рельєфом та родючими ґрунтами. Природна рослинність посідає тут 12 % усієї площі. Із них 11 % припадає на ліси, близько 1 % на луки і 0,5 % – на болота.

Рослинність північно-західної частини басейну представлена молодими і середньовіковими широколистими лісами, які розташовані окремими

масивами. Найпоширенішими породами дерев є дуб, граб, ясен, клен, липа, в'яз, вільха. З кущів та чагарників можна зустріти ліщину, шипшину, жимолость, скумпію та інші.

На південь ліси поступово змінюються на лісостеп і степ, спочатку ковилово - різнотравний, а потім ковилово - типчаковий. Степова рослинність представлена засухостійкими бобово - злаковими різнотравними асоціаціями – тимофіївкою, фіалкою, суницею, медункою, пирієм, волошкою, ковилою, кропивою та ін. В цілому, лісистість басейну становить близько 7 %, заболоченість – 2 %. Орними землями зайнято близько 70 % території водозбору.

Усі ліси, розташовані в басейні, розподілені на дві групи. В першу групу входять зелені зони навколо міст, інших населених пунктів і промислових підприємств, ґрунтозахисні лісосмуги, водоохоронні прибережні захисні смуги, а також захисні лісові смуги уздовж залізних та шосейних доріг.

До другої групи відносяться експлуатаційні ліси, де допускається рубка, але не більше річного приросту. Ліси першої групи займають в басейні Південного Бугу 73 % загальної площі лісового фонду, ліси другої групи – 27 %.

На частині басейну Південного Бугу, що зайняті орними землями, обробляються, вирощують культурні види рослин: пшеницю, цукрові буряки, кукурудзу, жито, горох, гречку, картоплю та інші.

У флорі басейну є ряд ендемічних видів (рослини, що зустрічаються тільки на даній території): волошка савранська, козельці великі та інші. Можна знайти і реліктові види: хвощ великий, бруслина мала, медунка м'якенька та інші. Для їх збереження створюються нові об'єкти природно-заповідного фонду.

Водорості річки, представлено, в основному, роголисником (куширем), який не має коріння та запилюється під водою, різухою морською, лепехою, рдесником, білим лататтям, занесеним до Червоної книги України, глечиками

жовтими, ряскою та іншими. По берегах, та на мілинах, росте переважно очерет та рогіз.

Серед тварин, можна зустріти: річкову видру, ондатру, нутрію, раків, водяного вужа, черепаху, п'явку; основними мешканцями прибережних вод, є: норець, крижень, лиска, чирянка велика, крячок, бугайчик, очеретянка, мартин сріблястий, мартин жовтоногий, баклан, лунь очеретяний, сіра чапля, а також, лелеки, лебеді, чепура велика, мала біла чапля; основними видами риб, є: бичок, тараня, карась, короп, плітка, краснопірка, щука, окунь, сонячний окунь, лящ, плоскирка, білий амур, товстолобик, сом, судак. Навесні, до Південного Бугу, на нерест з Чорного моря, заходить оселедець чорноморський (пузанок), а восени може заходити кефаль - лобан, залежно від солоності води, іноді заходять поодинокі дельфіни.

Цікаво, що на Бузі, наприклад, навпроти Костянтинівки, існують величезні, розтягнуті на сотні метрів, місця гніздування крячків річкових, які роблять плавучі гнізда прямо на лататтях, і величезні коропи з цього користаються – з-під води розгойдують гнізда, яйця скочуються у воду, і рибини їх поїдають.

А баклан може добряче сполохати, наприклад рибалку, зненацька виринувши з-під човна, адже птах сягає більше 3 кілограмів ваги, метровий розмах крил та має майже чорний колір, до того ж він одразу з хлюпотом починає злітати.

Може здатися неймовірним, але ще у 1970 - 1980 роки у Південному Бузі була заборона на вилов бичка. Тепер це, напевно, найбільш розповсюджений у річці та лимані вид риб [12].

1.6 Загальна характеристика господарської діяльності в басейні

Басейн Південного Бугу характеризується високим рівнем господарської освоєності території. Тут розміщено 70 адміністративних районів (59 повністю і 11 частково) 7 областей – Хмельницької, Вінницької, Київської, Черкаської, Кіровоградської, Одеської, Миколаївської, 35 міст, 65 селищ, 2878 сіл, в яких проживають 4,2 млн чоловік (у тому числі 2,4 млн. міських і 1,8 млн. сільських жителів), що складає близько 8% всього населення України (табл. 1.1) [7].

Басейн Південного Бугу є одним із потужних аграрних регіонів України з високим рівнем промислового виробництва. Переважна його частина перебуває під впливом сільськогосподарського виробництва. Сільськогосподарські угіддя в загальній площі басейну становлять 81 %, змінюючись на водозборах окремих річок в межах 74 - 90 % [10].

Таблиця 1.1 – Господарська освоєність басейну Південного Бугу (обласний розріз) [17]

Область	Площа в межах басейну, тис. км ²	Населення, тис.чол.		Кількість населених пунктів			Площа, км ²						
		всього	міст	міст	селищ	сіл	з них				лісів	під водою	урбанізованих земель
							сільськ ко госпо дарськ их угідь	орни х земе ль	зро ше них	осуше них			
Хмельницька	4,6	411,6	279,6	2	6	237	3,6	2,8	0,01	0,16	0,6	0,1	0,1
Вінницька	16,4	1223,5	648,3	10	16	757	12,9	10,8	0,2	0,37	2,1	0,27	0,55
Київська	1,0	38,8	4,9	-	1	60	0,6	0,5	0,02	0,01	0,2	0,06	0,02
Черкаська	8,4	515,9	244,4	7	9	339	6,0	5,2	0,15	0,01	1,2	0,55	0,29
Кіровоградська	16,0	771,0	455,4	8	13	690	13,4	11,4	0,36	-	0,8	0,48	0,51
Одеська	3,1	114,7	41,0	1	3	119	2,6	2,0	0,04	-	0,2	0,2	0,1
Миколаївська	14,2	1108,1	766,8	6	17	676	12,4	10,2	0,6	-	0,5	0,74	0,52
Разом	63,7	4184	2440,0	34	65	1878	51,5	42,9	1,38	0,9	5,6	2,4	2,17
Довідково: Україна	603,7						418,3	326,7	24,1	33,0	104	24,3	24,6

Господарська діяльність зумовила суттєве зменшення площ незайманих природних ландшафтів (ліси, болота, луки, пасовища, перелогові та заповідні землі). В результаті на всіх річках басейну Південного Бугу активізувались ерозійні процеси. Площа еродованих земель на окремих ділянках басейна перевищує 50 - 70 % (р. Південний Буг до с. Пирогівці, р. Бужок, Ров, Савранка, Бакшала, Чертала, Мертвовід, Інгул). Щорічний змив ґрунту з 1 га досягає 1 - 30 тон, що веде до втрат гумусу, зниження родючості ґрунтів, погіршення якості води і водного режиму річок. Продукти ерозії потрапляють до річок, водосховищ та ставків, замулюють їх, підвищують рівні води [9].

Значна зарегульованість стоку річок басейну Південного Бугу водосховищами і ставками призвела до зниження швидкості течії та спричинила акумуляцію у водних об'єктах відходів промислових підприємств, забруднених стічних вод з сільськогосподарських угідь та урбанізованих територій. Додаткові втрати води на випаровування з водної поверхні штучних водойм складають 174 млн м³/рік [33].

У цілому, за останні майже півтора десятиріччя, у басейні р. Південний Буг спостерігається чітка тенденція до зменшення забору та використання води, а також до зменшення обсягів скидів стічних вод і забруднюючих речовин [41].

2 ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ

Якість води – поєднання хімічного і біологічного складу та фізичних властивостей води водного об'єкта, яке зумовлює її придатність для певних видів використання. Якість води належить до найважливіших характеристик водних ресурсів, що визначають можливість їх раціонального використання та охорони від забруднення та виснаження [24].

2.1 Екологічні вимоги до якості води

Оцінюється якість води за фізико - хімічними, біологічними і мікробіологічними показниками, аналіз яких дає змогу встановити відповідність чи невідповідність води певного водного об'єкта вимогам, які ставляться водокористувачами. Критерієм оцінки допустимості насичення вод речовинами забруднення є гранична допустима концентрація (ГДК) шкідливих речовин в них, а також їх загально-санітарна характеристика. ГДК – це той поріг чи межа, при яких хімічні речовини, що спричиняють несприятливі наслідки в організмі, можуть зумовити мінімальні (порогові) зміни в ньому. За нижчих концентрацій речовина не має шкідливої дії і її наявність вважається безпечною для життя людини.

Оцінка якості води залежить від мети і характеру використання водних ресурсів. У різних водокористувачів вимоги до якості води різні. Вимоги до якості вод, які використовуються для господарсько-питних, культурно-побутових і рибогосподарських потреб, викладено в «Правилах охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами» (1990 р.).

Правилами встановлено загальні вимоги щодо попередження забруднення поверхневих вод, введена вимога дотримання ГДК шкідливих речовин у воді, введено поняття лімітуючої ознаки шкідливості (ЛОШ) речовин у воді, рекомендовані контрольні створи (пункти) за видами водокористування, в яких має забезпечуватися дотримання нормативів ГДК.

Склад і властивості води водних об'єктів господарсько-питного і культурно-побутового водокористування мають відповідати нормативам у створі, розташованому на водотоках на відстані одного кілометра вище найближчого за течією пункту водокористування (водозабору для господарсько-питного водопостачання, місця купання, організованого відпочинку, території населеного пункту тощо), а на водоймах – на відстані 1 км по обидва боки від пункту водокористування. При скиданні стічних вод у межах населеного пункту вимоги, встановлені до складу і властивостей води водотоку чи водойми, мають стосуватися і самих стічних вод.

Склад і властивості води водних об'єктів, які використовуються для рибогосподарських цілей, мають відповідати нормативним вимогам в створі на відстані 500 м від місця випуску.

У Правилах приведені технічні умови відведення стічних вод, вказується, в яких випадках скидання їх у водні об'єкти заборонене, даються загальні рекомендації для розрахунків змішування і розведення стічних вод, визначено порядок узгодження умов відведення у водні об'єкти та порядок контролю за ефективністю очистки, знешкодження та знезаражування стічних вод [20].

2.2 Вимоги до якості питної води

Основні вимоги до якості вод, які використовуються для господарсько-питних і культурно-побутових потреб, такі:

- на поверхні води не повинно бути плаваючих домішок (плям масел, нафтових плівок тощо);
- вода не повинна набувати запаху і присмаку інтенсивністю більше 2 балів, що виявляється безпосередньо або при наступному хлоруванні;
- повна біохімічна потреба в кисні при 20 °С має не перевищувати 3 мг/л;
- загальна мінералізація має не перевищувати 1000 мг/л (за сухим залишком);
- у воді не повинно бути збудників кишкових захворювань, а число кишкових паличок в 1 мл води (колі-індекс) має не перевищувати 1000;
- вміст завислих речовин у воді після спускання стоків не повинен збільшуватись більше ніж на 0,25 мг/л для водних об'єктів, які використовуються для питного водопостачання, і більш як на 0,75 мг/л для водотоків і водойм, призначених для купання, водного спорту та відпочинку населення;
- температура у водних об'єктах при спусканні у них різних стоків має підвищуватися не більше ніж на 3°С порівняно з максимальною середньомісячною температурою води в літній період;
- забарвлення води не повинне виявлятися в стовпчику висотою 20 см;
- показник рН має становити 6,5...8,5;
- у воді не допускається вміст отруйних речовин у концентраціях, які можуть шкідливо впливати на людей і тварин.

Для вироблення єдиних вимог щодо показників якості води країнами-членами колишньої Ради економічної взаємодопомоги були прийняті єдині критерії якості вод, згідно з якими під нормативами якості слід розуміти допустимі (граничні величини) показники фізико-хімічного складу і біологічного стану вод та їх властивості, які відповідають вимогам різних водокористувачів. Ці властивості мають зберігатися за певних величин параметрів середовища: гідрологічних, гідрогеологічних, гідробіологічних, кліматичних та інших. Введено також поняття клас якості води, під яким розуміють стан якості вод, що визначається комплексом нормативних

величин показників, пов'язаних із функціонуванням водних екосистем і вимогами водокористувачів [20].

2.3 Основні вимоги до водокористування у різних сферах господарської діяльності

Для задоволення питних і господарсько-побутових потреб населення використовуються води, якісні характеристики яких відповідають встановленим державним стандартам, нормативам екологічної безпеки водокористування і санітарним нормам.

У разі невиконання цих умов їх використання припиняється за рішенням державних органів санітарного нагляду.

Під час здійснення спеціального водокористування для задоволення питних і побутових потреб населення в порядку централізованого водопостачання підприємства, установи та організації, у віданні яких перебувають питні та господарсько-побутові водопроводи, здійснюють забір води безпосередньо з водних об'єктів відповідно до затверджених у встановленому порядку проектів водозабірних споруд, нормативів якості води і дозволів на спеціальне водокористування.

На централізованих водозаборах підземних вод в межах їх родовищ та на прилеглих територіях водокористувачі повинні облаштовувати локальну мережу спостережувальних свердловин.

Під час використання води для питних і господарсько-побутових потреб населення в порядку нецентралізованого водопостачання юридичні і фізичні особи здійснюють її забір безпосередньо з поверхневих або підземних водних об'єктів у порядку загального і спеціального водокористування.

Підземні води питної якості повинні використовуватися у першу чергу для задоволення потреб питного і господарсько-побутового водопостачання населення, а також харчової промисловості та тваринництва.

Водні об'єкти, що мають природні лікувальні властивості, належать до категорії лікувальних, якщо їх включено до спеціального переліку.

Перелік водних об'єктів, віднесених до категорії лікувальних, із зазначенням запасів вод та їх лікувальних властивостей, а також інших сприятливих для лікування і профілактики умов, затверджується Кабінетом Міністрів України.

Водні об'єкти, віднесені у встановленому порядку до категорії лікувальних, використовуються виключно у лікувальних і оздоровчих цілях в порядку загального та спеціального водокористування.

Місця користування водами в оздоровчих, рекреаційних та спортивних цілях встановлюються відповідними Радами у порядку, встановленому законодавством.

Користування водами для потреб сільського і лісового господарства здійснюється у порядку як загального, так і спеціального водокористування.

Під час зрошення земель сільськогосподарського призначення водокористувачі зобов'язані здійснювати заходи щодо попередження підтоплення, заболочення, засолення та забруднення цих земель. Якість води, що використовується для зрошення земель сільськогосподарського призначення, повинна відповідати встановленим нормативам.

Зрошення сільськогосподарських угідь стічними водами може бути дозволено державними органами охорони навколишнього природного середовища за погодженням з державними органами санітарного і ветеринарного нагляду.

Зрошення сільськогосподарських угідь та скидання дренажних вод у водні об'єкти здійснюються на підставі дозволу на спеціальне водокористування.

Під час осушення земель сільськогосподарського призначення повинні здійснюватися заходи щодо запобігання деградації та вітровій ерозії цих земель, а також погіршення стану водних об'єктів.

Під час користування водними об'єктами для промислових потреб водокористувачі зобов'язані дотримувати встановлених умов спеціального водокористування, екологічних вимог, а також вживати заходів щодо зменшення витрат води (особливо питної) та припинення скидання забруднених зворотних вод шляхом удосконалення виробничих технологій, схем водопостачання та очищення стічних вод.

Гідроенергетичні підприємства зобов'язані дотримувати встановлених правил експлуатації водосховищ, режимів накопичення та спрацювання запасів води, режимів коливань рівня у верхньому і нижньому б'єфах та пропускання води через гідровузли, забезпечувати у встановленому порядку безперебійний пропуск суден, а також пропуск риби до місць нересту відповідно до проектів рибопропускних споруд.

Всі судна та інші плавучі засоби мають бути обладнані ємкостями для збирання лояльних та інших забруднених вод, які повинні систематично передаватися на спеціальні очисні споруди для очищення та знезараження.

Користування водними об'єктами для плавання на маломірних судах (веслових, моторних човнах) дозволяється з дотриманням правил, що встановлюються Верховною Радою Автономної Республіки Крим, обласними, Київською та Севастопольською міськими Радами за погодженням з Українською державною інспекцією Регістру і безпеки судноплавства.

На водних об'єктах, які використовуються для промислового добування риби та іншого водного промислу або мають значення для відтворення їх запасів, права водокористувачів можуть бути обмежені в інтересах рибного господарства та водного промислу.

Водокористувачі, яким надано в користування рибогосподарські водні об'єкти (їх частини), зобов'язані здійснювати заходи, що забезпечують

поліпшення екологічного стану водних об'єктів і умов відтворення рибних запасів, а також утримувати в належному санітарному стані прибережні захисні смуги в місцях вилову риби.

Проведення гідромеліоративних робіт у місцях, де перебувають водоплавні птахи, хутрові звірі, а також промисловий вилов риби в місцях, де розводяться бобри і хохулі, здійснюється за погодженням з державними органами рибного і мисливського господарства.

Для протипожежних потреб забір води здійснюється з будь-яких водних об'єктів без дозволу на спеціальне водокористування в кількості, необхідній для ліквідації пожежі. Використовувати воду в будь-яких інших цілях з водних об'єктів, спеціально призначених для протипожежних потреб, забороняється [20].

3 ОПИС ВИКОРИСТАНОЇ МЕТОДИКИ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД

Оцінка за комбінаторним індексом забруднення (КІЗ). Даний метод дозволяє класифікувати якість води за повторюваністю і кратністю забруднення окремими гідрохімічними показниками, виділити пріоритетні забруднювальні речовини. Метод КІЗ передбачає здійснення оцінки комплексності забруднення води в створі за допомогою умовного коефіцієнта комплексності, вираженого відношенням числа забруднювальних речовин, вміст яких перевищує функціонуючі в країні нормативи, до загального числа інгредієнтів, визначених програмою дослідження:

$$K = 100 \cdot \frac{n''}{n}, \quad (3.1)$$

де **K** – умовний коефіцієнт комплексності забруднення, %; **n''** – число інгредієнтів і показників якості води, склад яких перевищує встановлені ГДК; **n** – загальне число нормованих інгредієнтів і показників якості води.

Використання методу КІЗ з метою встановлення рівня якості води водних об'єктів передбачає проведення триступеневої класифікації: за ознаками повторюваності випадків забруднення; за кратністю перевищення нормативів ГДК; за характером забрудненості води окремими хімічними речовинами.

Класифікація за ознаками повторюваності випадків забруднення полягає у встановленні міри стійкості забрудненості за показником повторюваності випадків перевищення ГДК за певними гідрохімічними інгредієнтами

$$H_i = 100 \cdot \frac{N_{ГДК_i}}{N_i}, \quad (3.2)$$

де H_i – повторюваність випадків перевищення ГДК по i -му інгредієнту, %; $N_{ГДК_i}$ – число випадків, коли вміст i -го інгредієнта перевищує його ГДК; N_i – загальне число результатів аналізу по i -му інгредієнту.

При аналізі забрудненості вод за ознаками повторюваності виділяються як якісно помітні такі характеристики забрудненості: «одинична» (до 10 % випадків), «нестійка» (10 - 30 % випадків), «стійка» (30 - 50 % випадків), «характерна» (50 - 100 % випадків). Якісним виразам виділених характеристик забрудненості води присвоюються кількісні показники (a, b, c, d) в балах від 1 до 4.

Класифікація за кратністю перевищення нормативів ГДК передбачає встановлення рівня забрудненості за показником кратності перевищення ГДК

$$K_i = \frac{C_i}{C_{ГДК}}, \quad (3.3)$$

де K_i – кратність перевищення ГДК по i -му інгредієнту; C_i – концентрація i -го інгредієнта у воді водного об'єкта, мг/дм³; $C_{ГДК}$ – гранично допустима концентрація i -го інгредієнта, мг/дм³.

При аналізі загального ступеня забрудненості вод за показником кратності перевищення ГДК за рівнем забрудненості окремими речовинами виділяються як якісно помітні такі характеристики забрудненості: «низька» (до 2 ГДК), «середня» (2 - 10 ГДК), «висока» (10 - 50 ГДК), «дуже висока» (> 50 ГДК). Якісним виразам виділених характеристик забрудненості води присвоюються кількісні показники (a1, b1, c1, d1) в балах від 1 до 4.

При поєднанні першого та другого ступенів класифікації води по кожному з гідрохімічних інгредієнтів визначаються узагальнені оцінні бали (S_i), одержані як добуток оцінок (a, b, c, d) та (a1, b1, c1, d1) за окремими характеристиками. Значення S_i може становити від 1 до 16 – чим більша величина S_i , тим гірша якість води по окремому інгредієнту.

Класифікація за характером забрудненості води окремими хімічними речовинами полягає в узагальненні даних по окремих гідрохімічних показниках. Для цього обчислюється показник КІЗ (комбінаторний індекс

забрудненості) шляхом додавання всіх узагальнених оцінних балів (S_i) по окремих гідрохімічних показниках. При цьому ті гідрохімічні показники, для яких узагальнений оцінний бал $S_i \geq 11$ вважаються лімітуючими ознаками забруднення (ЛОЗ), тобто вони виступають найбільшими забруднювальними речовинами і погіршують якість води до категорії «неприпустимо брудна».

Надалі розраховується показник осередненої забрудненості – питомий комбінаторний індекс забруднення (ПКІЗ). За цим показником встановлюється клас і розряд якості води («слабко забруднена», «забруднена», «брудна», «дуже брудна») та здійснюється висновок щодо придатності води для певного виду водокористування [34].

4 ОПИС МЕРЕЖІ ПОСТІВ МОНІТОРИНГУ І ВИХІДНИХ ДАНИХ

Моніторинг якості води р. Південний Буг проводиться в пунктах смт. Чорний Острів, м. Хмельницький, с. Копистин, с. Меджибіж, с. Щедрове, м. Хмільник, с. Гущинці, м. Вінниця, смт. Сутиски, с. Маньківці, м. Ладижин, с. Глибочок, с. Ставки, м. Гайворон, м. Первомайськ, с. Олексіївка, с. Олександрівка, м. Вознесенськ, с. Ковалівка, м. Миколаїв, для яких часовий ряд складає з 2008 по 2018 рр. Для дослідження були взяті 12 інгредієнтів, за допомогою яких виконувалась оцінка якості води за методом КІЗ для рибогосподарських потреб.

Дані спостережень розміщено на інтернет ресурсі <http://watermon.iisd.com.ua/EcoWaterMon/MapEcoWaterMon/Index>.

За 2008 - 2018 на описаних вище постах було відібрано загалом 1420 проб води, найбільше проб (126) на посту р. Південний Буг – м. Вінниця, найменше (32 проби) – на посту р. Південний Буг – с. Ковалівка. В публічному доступі розміщено результати аналізів – концентрацій 12 гідрохімічних показників – біохімічного поживання кисню за 5 діб, завислих речовин, розчиненого кисню, сульфатів, хлоридів, азоту амонійного, нітратного, нітритного, фосфатів, СПАР аніоногенних, перманганатної окиснюваності, хімічного споживання кисню. Ці показники є типовими індикаторами забрудненості води та її якості, які використовуються в методиках оцінки якості води для певних потреб [2].

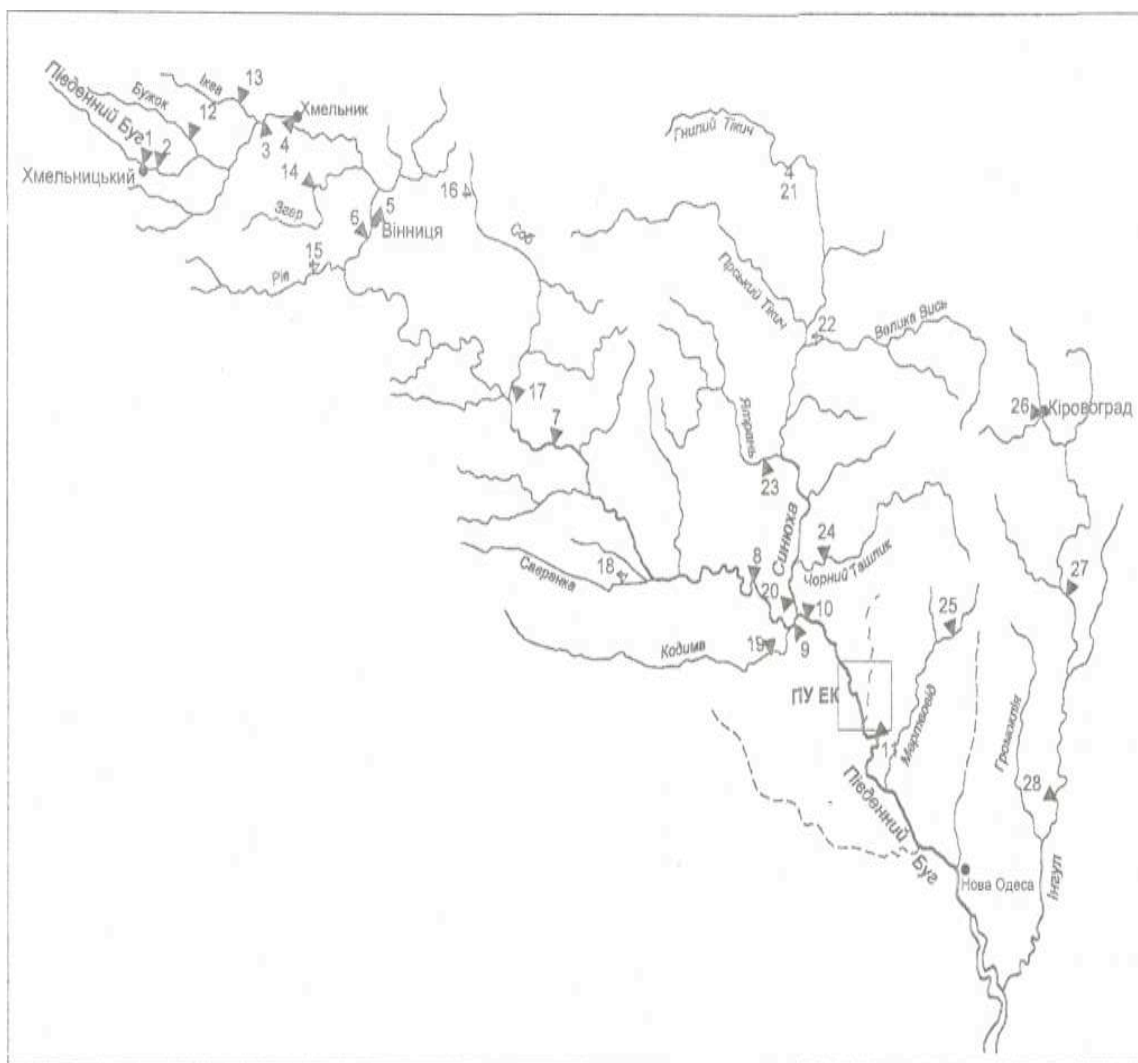


Рис 4.1 – Пункти спостережень на мережі Держгідрометслужби України за гідролого - гідрохімічним режимом річок басейну Південного Бугу [2]

5 АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ВОДИ БАСЕЙНУ РІЧКИ ПІВДЕННИЙ БУГ ЗА МЕТОДИКОЮ КІЗ

За методом КІЗ було здійснено статистичну оцінку якості води річки Південний Буг в постах спостереження ДАВР України за період 2008 - 2018 рр. Детальні результати наведені в табл. А.1 додатку А.

В цілому за зведеними даними (табл. 5.1) можна побачити, що показник комплексності забруднення К по різних постах складав щонайбільше 80% (р. Південний Буг – с. Копистин, с. Меджибіж, с. Гущинці, м. Миколаїв), мінімальним К був на посту р. Південний Буг – м. Первомайськ і складав 40%. В більшості постів речовин-ЛОЗ не виявлено, лише на постах р. Південний Буг – смт. Чорний острів, м. Хмельницьк, с. Копистин, с. Меджибіж, с. Щедрове, смт. Сутиски, с. Глибочок, с. Ставки, м. Гайворон вода найбільше забруднювалась азотом нітритним і амонійним. Якість води р. Південний Буг в більшості постів відповідала III – IV класам («брудна – дуже брудна») і лише окремих постах в нижній частині річки (р. Південний Буг – с. Олексіївка, с. Олександрівка, м. Вознесенськ) дещо покращувалась до II класу («забруднена»). Відповідний показник ПКІЗ змінювався в межах від 1,7 балів (р. Південний Буг – с. Олексіївка) до 5,2 балів (р. Південний Буг – с. Копистин).

Зміна показника ПКІЗ за довжиною р. Південний Буг (рис. 5.1) показує, що рівень забруднення річки на всій її протяжності лишається високим і таким, що вказує на непридатність її вод для безпечного ведення рибництва. Домінування за ступенем забруднення води сполук азоту, БСК₅ і ХСК пов'язано зі значним органічним забрудненням річки стічними водами і обмеженими можливостями її самоочищення внаслідок значного зарегулювання водоймами. Це пояснюється значним рівнем антропогенного навантаження на басейн річки Південний Буг і пов'язаним із цим скиданням в

неї стічних вод від різних галузей народного господарства. Ситуація дуже складна і потребує більш глибокого вивчення.

Таблиця 5.1 – Оцінка якості води р. Південний Буг за даними ДАВР за 2008 - 2018 рр. за методом КІЗ (рибогосподарські норми ГДК)

Пункт контролю	Відстань від гирла, км	n	n'	K, %	Речовини -ЛОЗ	КІЗ	ПК ІЗ	Клас якості води
сmt. Чорний Острів, Марянівське водосховище,	773	10	8	80	азот нітритний	35	3,5	III б - брудна
м. Хмельницький, Хмельницьке водосховище	755	10	6	60	азот нітритний	28	2,8	III б - брудна
с. Копистин, нижче м. Хмельницький	744	10	8	80	азот нітритний, азот амонійний	52	5,2	IV б - дуже брудна
сmt. Меджибіж, Меджибізьке водосховище	711	10	8	80	азот нітритний, азот амонійний	47	4,7	IV а - дуже брудна
с. Щедрове, Щедрівське водосховище	692	10	7	70	азот нітритний	41	4,1	IV а - дуже брудна
м. Хмільник, питний водозабір, вище міста	652	10	7	70	-	29	2,9	III а - брудна
с. Гуцинці, нижче села, питний водозабір м.Калинівка	607	10	8	80	-	29	2,9	III а - брудна
м. Вінниця, Сабарівське водосховище, питний водозабір міста, вище	582	10	7	70	-	29	2,9	III а - брудна
500 м нижче скиду ВОКВП "Вінницяводоканал", 1,5 км нижче греблі Сабарівського водосховища	569,5	10	8	80	азот нітритний	43	4,3	IV а - дуже брудна
сmt. Сутиски, Сутиське водосховище, нижній беф	537	10	7	70	азот нітритний	38	3,8	IV а - дуже брудна
с. Маньківка, вище села, питний водозабір м.Ладизин	413	10	7	70	-	25	2,5	III а - брудна

Продовження таблиці 5.1

м. Ладизин, Ладизинське водосховище	400	1 0	6	60	-	20	2	III а - брудна
с. Глибочок, Глибочиське водосховище	372	1 0	7	70	азот нітритни й	32	3,2	III б - брудна
с. Ставки	327	1 0	7	70	азот нітритни й	31	3,1	III б - брудна
м. Гайворон, Гайворонське водосховище	316	1 0	6	60	азот нітритни й	29	2,9	III б - брудна
м. Первомайськ, Первомайське водосховище	206	1 0	4	40	-	23	2,3	III а - брудна
с. Олексіївка, питний водозабір м.Південно-Українськ	153	1 0	7	70	-	17	1,7	II - забруднен а
с. Олександрівка, Олександрівське водосховище	136	1 0	7	70	-	18	1,8	II - забруднен а
м. Вознесенськ, питний водозабір м. Вознесенськ, 2 км вище	97	1 0	5	50	-	20	2	II - забруднен а
с. Ковалівка, Південно Бузька ЗС	50	1 0	6	60	-	25	2,5	III а - брудна
м. Миколаїв, Бузький лиман, технічний водозабір Миколаївської ТЕЦ	0,5	1 0	8	80	-	42	4,2	IV а - дуже брудна

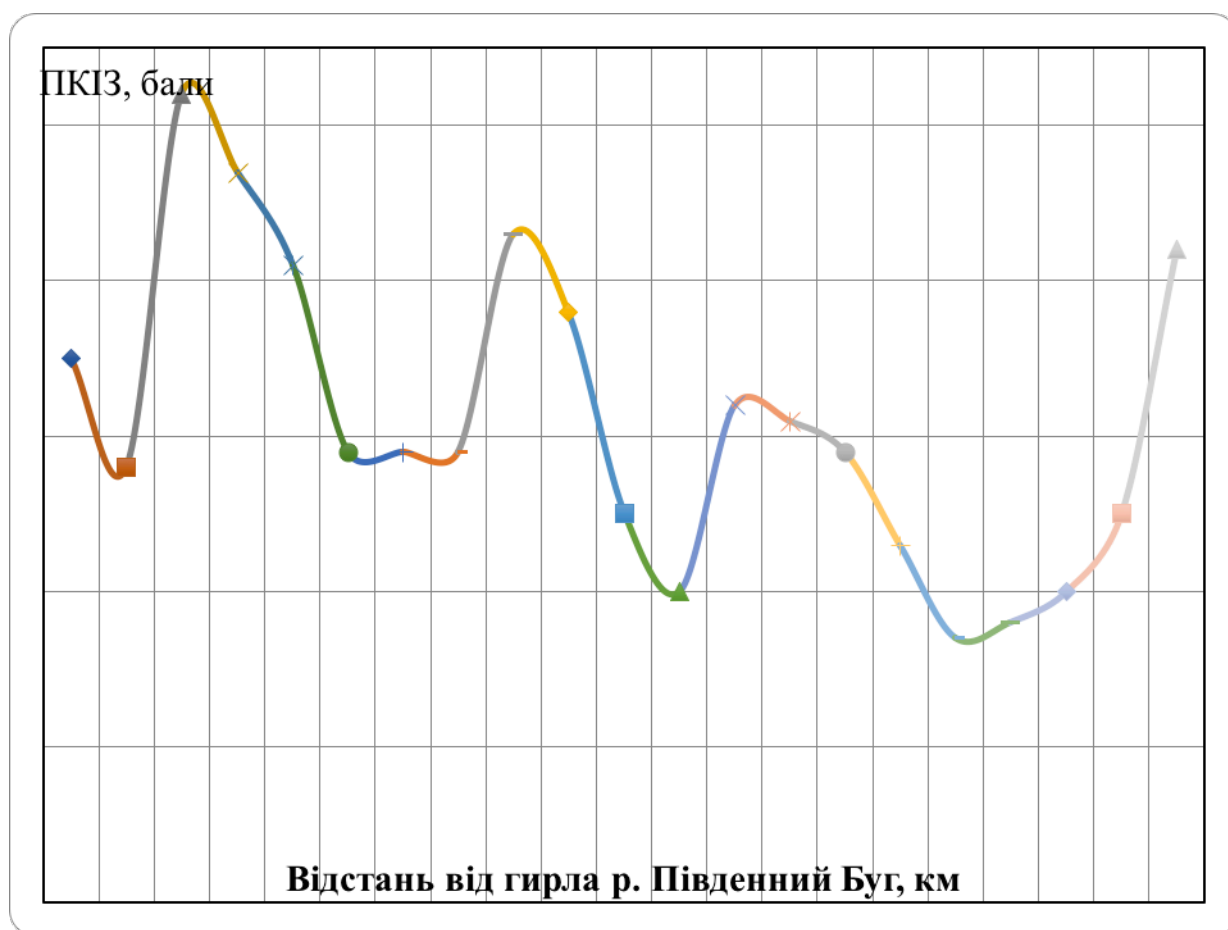


Рис. 5.1 – Зміна показника ПКІЗ вздовж течії р. Південний Буг

ВИСНОВКИ

За останні півтора десятиріччя у басейні р. Південний Буг спостерігається чітка тенденція до зменшення забору та використання води, а також до зменшення обсягів скидів стічних вод і забруднювальних речовин. Незважаючи на певне зменшення антропогенного навантаження на басейн необхідно відзначити, що загальна гідроекологічна ситуація залишається напруженою, зокрема, за рахунок збільшення частки скидів неочищених стічних вод та значної зарегульованості стоку.

Метою роботи був аналіз якості води в басейні річки Південний Буг за методикою КІЗ та аналіз сучасного стану річки.

В роботі було досліджено якість вод річки Південний Буг за даними спостережень Державного водного агентства України по багатьом постам в період 2008 - 2018 рр. На режим річки впливає значний ступінь зарегульованості її стоку, велика кількість населених пунктів, промислових об'єктів і аграрних підприємств в басейні.

За методом КІЗ було отримано, що показник комплексності забруднення К по різних постах складав щонайбільше 80 % (р. Південний Буг – с. Копистин, с. Меджибіж, с. Гущинці, м. Миколаїв), мінімальним К був на посту р. Південний Буг – м. Первомайськ і складав 40 %. В більшості постів речовин-ЛОЗ не виявлено, лише на постах р. Південний Буг – смт. Чорний острів, м. Хмельницьк, с. Копистин, с. Меджибіж, с. Щедрове, смт. Сутиски, с. Глибочок, с. Ставки, м. Гайворон вода найбільше забруднювалась азотом нітритним і амонійним. Якість води р. Південний Буг в більшості постів відповідала III – IV класам («брудна – дуже брудна») і лише окремих постах в нижній частині річки (р. Південний Буг – с. Олексіївка, с. Олександрівка, м. Вознесенськ) дещо покращувалась до II класу

(«забруднена»). Показник ПКІЗ змінювався в межах від 1,7 балів (р. Південний Буг – с. Олексіївка) до 5,2 балів (р. Південний Буг – с. Копистин).

Зміна показника ПКІЗ за довжиною р. Південний Буг (рис. 5.1) показує, що рівень забруднення річки на всій її протяжності лишається високим і таким, що вказує на непридатність її вод для безпечного ведення рибництва. Домінування за ступенем забруднення води сполук азоту, БСК₅ і ХСК пов'язано зі значним органічним забрудненням річки стічними водами і обмеженими можливостями її самоочищення внаслідок значного зарегулювання водоймами. Це пояснюється значним рівнем антропогенного навантаження на басейн річки Південний Буг і пов'язаним із цим скиданням в неї стічних вод від різних галузей народного господарства. Ситуація дуже складна і потребує більш глибокого вивчення.

Вплив Південно-Українського енергокомплексу на кількісні та якісні показники водних ресурсів р. Південний Буг на фоні загального водокористування є незначним. Враховуючи значну залежність України від енергоносіїв інших держав, слабкий розвиток альтернативних видів енергії та поступове підключення української енергосистеми до єдиної європейської, пріоритетом на сучасному етапі розвитку господарської діяльності у басейні Південного Бугу має бути забезпечення водними ресурсами Південно-Українського енергокомплексу. Рішення щодо басейнового принципу управління водними ресурсами у межах сьомої (від м. Первомайськ до с. Олександрівка – 132 км від гирла) ділянки мають полягати у контролі дотримання режимів функціонування (регламентів) водних об'єктів енергокомплексу (Олександрівського водосховища та Ташлицького водоймища - охолоджувача Південно - Української АЕС).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алехин О.А. Основы гидрохимии. - Л.: Гидрометеиздат, 1970. - 444 с.
2. Атлас почв Украинской ССР. - К.: Урожай, 1979. - 160 с.
3. Атлас природных условий и естественных ресурсов Украинской ССР. - М.: ГУГК, 1978. - 183 с.
4. Атмосфера. Справочник. - Л.: Гидрометиздат, 1991. - 510 с.
5. Вернандер Н.Б., Годлин М.М., Самбур Г.Н., Скорина С.А. Почвы УССР. - К.: Гос.изд.-во с/х литературы, 1951. - 264 с.
6. Вишневський В.І. Районування території України за особливостями використання річок // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. - 2003. - Т. 5. - С. 42-49.
7. Вишневський В.І. Річки і водойми України. Стан і використання. - К.:Вінол, 2000.-376 с.
8. Вишневський В.І., Косовець О.О. Гідрологічні характеристики річок України. - К.: Ніка-центр, 2003. - 324 с.
9. Водне господарство в Україні / За ред. А.В.Лщика, В.М.Хорєва. - К.: Генеза, 2000. - 456 с.
10. Водне господарство України: сучасний стан та перспективи розвитку / Дорогунцов С.І., Хвесик М.А., Головинський І.Л. та ін.
11. Водні ресурси та гідроекологічний стан Тилігульського лиману: Монографія / за ред. Ю.С. Тучковенко, Н.С. Лободи. Одес. держ. еколог. ун-т. Одеса: ТЕС, 2014. 278 с.
12. Водні ресурси та якість річкових вод басейну Південного Бугу / В62 [В.К. Хільчевський, О.В. Чунарьов, М.І. Ромась та ін.]; за ред. В.К. Хільчевського. - К. : Ніка-Центр, 2009. - 184 с.
13. Геоморфология Украинской ССР. Под ред. И.М. Рослого. - К.:

Вища школа, 1990. - 287 с.

14. Гидрогеология СССР. Украинская ССР/Под ред. Ф.А. Руденко. - М.: Недра, 1971. - Т.5. - 614 с.

15. Горев Л.М., Пелешенко В.І., Хільчевський В.К. Гідрохімія України. К.: Вища школа, 1995. - 307 с.

16. Дорогунцов С.І., Хвесик М.А., Головинський І.Л. Водні ресурси України (проблеми теорії та методології) - К.: Видавничо- поліграфічний центр "Київський університет", 2002. - 227 с.

17. Закорчевна Н.Б. Еколого-економічна оцінка водогосподарського комплексу басейну Південного Бугу // Водне господарство України. - 1998. - № 5-6. - С. 153-162.

18. Зенин А.А., Белоусова Н.В. Гидрохимический словарь. - Л.: Гидрометеиздат, 1988. - 239 с.

19. Клімат України / За ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. - К.: Вид-во Раєвського, 2003. - 343 с.

20. Колодєєв Є.І. Гідроекологічна експертиза водогосподарського комплексу: Конспект лекцій, 2009.

21. Коненко Г.Д. Гідрохімія ставків і малих водосховищ України. - К.: Наукова думка, 1971.-311 с.

22. Корж В.Д. Геохимия элементного состава гидросферы. - М.: Наука, 1991. - 243 с.

23. Кузин П.С., Бабкин В.И. Географические закономерности гидрологического режима рек. - Л.: Гидрологоиздат, 1979. - 200 с.

24. Левківський С.С., Падун М.М. Раціональне використання і охорона водних ресурсів: Підручник. - К.: Либідь, 2006. - 280 с.

25. Лысенко К.А. Минимальный сток рек Украины и Молдавии // Тр. УкрНИГМИ. - 1965. - Вып. 64. - С. 143-154.

26. Маков К.И. О гидрогеологических условиях подземного питания рек УССР. - К.: Геологічний журнал, т. VI, 1938. - С. 8-17.

27. Маковский Э.Э., Волчкова В.В. Автоматизированные автономные системы трансформации неравномерного стока. - Фрунзе: Илим, 1981. - 378 с.
28. Нежиховский Р.А. Русловая сеть бассейна и процессе формирования стока воды. - Л.: Гидрометеиздат, 1971. - 474 с.
29. Никаноров А.М. Гидрохимия. - Л.: Гидрометеиздат, 1989. - 351 с.
30. Palamarchuk, M.M., Zakorchevna, N.B. Water Fund of Ukraine. Dovidkova ambassador I For ed. V.M. Khoreva, K.A. Aliev - K.: Nika-Center, 2001. - 392 p.
31. Пелешенко В.І. Фізико-географічне районування території як основа її гідрохімічного вивчення // Фізична географія та геоморфологія. - 1976.-Вип. 16.-С. 87-96.
32. Природа Украинской ССР. Почвы. - К.: Наукова думка, 1986. – 216 с.
33. Rational use of water resources: Textbook, manual S.V. Yakovlev, I.V. Prozorov, E.N. Ivanov, I.G. Lips - M.: Higher school, 1991. - S.400
34. Розрахунок топографічних та морфометричних характеристик водосховища і зміни якості води в ньому. Яров Я.С., ст.. викл. – Одеса, ОДЕКУ, 2014. – 54 с.
35. Ромась М.І. Гідрохімія водних об'єктів атомної і теплової енергетики - К.: ВПЦ “Київський університет”, 2002. - 532 с.
36. Руденко Ф.А. Гідрогеологія Української РСР. - К.: Вища школа, 1972. - 174 с.
37. Соботович Э.В., Олынтынский С.П. Геохимия техногенеза. - К.: Наукова думка, 1991 - С. 228.
38. Содержание микроэлементов в почвах Украинской ССР / Под ред. П.А. Власюка. - К.: Наукова думка, 1964.-С. 295.
39. Справочник по водным ресурсам / Под ред. Б.И. Стрельца. - К.:

Урожай, 1987. - С. 304.

40. Чунарьов О.В., Ромась М.І., Формування стоку річки Південний Буг та прогноз впливу на нього Південно-Українського енергокомплексу // Екологічні проблеми регіонів України. Матеріали VI Всеукраїнської наукової конференції студентів і аспірантів. - Одеса: ОДЕКУ, 2004. - С. 260-263.

41. Шерешевський А.І., Синицька Л.К. Випаровування з водної поверхні на території України 11 Тези Другої Всеукр. наук, конфер. «Гідрологія, гідрохімія і гідро екологія» - 2002. - Т. 3. - С. 65-71.

ДОДАТКИ

Таблиця А.1 - Оцінка якості води р. Південний Буг 2008 - 2018 рр. за методом КІЗ за рибогосподарськими нормами ГДК										
р. Південний Буг-сmt. Чорний Острів, Марянівське водосховище, 773 км,										
n=10; n'=8; K=80%; КІЗ=35; ПКІЗ=3,5; клас якості IIIб - "брудна"										
Показник	[БСК ₅]	[O ₂]]	[SO ₄ ²⁻]	[Cl ⁻]	[NH ₄ ⁺]	[NO ₃ ⁻]]	[NO ₂ ⁻]]	[P _{min}]]	СПА Р	[ХСК]
ГДК, мг/дм ³	2,25	6	100	300	0,39	9,1	0,02	1	0,2	20
N	41	41	38	38	28	41	41	41	37	41
N'	35	6	5	0	68,3	7	36	1	0	6
H _i	85,3	14, 6	13,2	0	4	17,1	87,8	2,4	0	14,6
Оцінні індекси	4	2	2	1	1,8	2	4	1	1	2
K _i	2,01	0,8 6	0,45	0,11	1	0,58	21,2	0,2	0,001	0,65
Оцінні індекси	2	1	1	1	4	1	3	1	1	1
Оцінні бали S _i	8	2	2	1	3	2	12	1	1	2
р. Південний Буг-м. Хмельницький, Хмельницьке водосховище, 755 км										
n=10; n'=6; K=60%; КІЗ=28; ПКІЗ=2,8; клас якості IIIб - "брудна"										
Показник	[БСК ₅]	[O ₂]]	[SO ₄ ²⁻]	[Cl ⁻]	[NH ₄ ⁺]	[NO ₃ ⁻]]	[NO ₂ ⁻]]	[P _{min}]]	СПА Р	[ХСК]
N	40	36	37	37	40	40	40	40	36	40
N'	37	0	2	0	20	5	32	0	0	4
H _i	92,5	0	5,4	0	50	12,5	80	0	0	10
Оцінні індекси	4	1	1	1	4	2	4	1	1	2
K _i	1,79	0,6 5	0,39	0,11	1,47	0,44	19,1	0,12	0,01	0,61
Оцінні індекси	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1
Оцінні бали S _i	4	1	1	1	4	2	12	1	1	1

р. Південний Буг-с. Копистин, нижче м. Хмельницький, 744 км										
n=10; n'=8; K=80%; KI3=52; PKI3=5,2; клас якості IVб - "дуже брудна"										
Показник	[БСК ₅]	[O ₂]	[SO ₄ ²⁻]	[Cl ⁻]	[NH ₄ ⁺]	[NO ₃ ⁻]	[NO ₂ ⁻]	[P _{min}]	СПАР	[ХСК]
ГДК, мг/дм ³	2,25	6	100	300	0,39	9,1	0,02	1	0,2	20
N	43	37	40	40	43	43	43	43	39	43
N'	43	20	1	0	42	12	43	17	0	25
H _i	100	54,1	2,5	0	97,6	27,9	100	39,5	0	58,1
Оцінні індекси	4	4	1	1	4	2	4	3	1	4
K _i	3,99	1,41	0,49	0,19	25,5	0,83	108	1,66	0,12	1,13
Оцінні індекси	2	1	1	1	3	1	4	1	1	1
Оцінні бали S _i	8	4	1	1	12	2	16	3	1	4
р. Південний Буг-смт. Меджибіж, Меджибізьке водосховище, 711 км										
n=10; n'=8; K=80%; KI3=47; PKI3=4,7; клас якості IVа - "дуже брудна"										
Показник	[БСК ₅]	[O ₂]	[SO ₄ ²⁻]	[Cl ⁻]	[NH ₄ ⁺]	[NO ₃ ⁻]	[NO ₂ ⁻]	[P _{min}]	СПАР	[ХСК]
N	39	36	36	36	39	39	39	39	36	39
N'	39	3	1	0	38	16	39	16	0	13
H _i	100	8,3	2,7	0	97,4	41	100	41	0	33,3
Оцінні індекси	4	1	1	1	4	3	4	3	1	3
K _i	2,72	0,77	0,45	0,15	13,8	1,03	68,6	1,96	0,06	0,86
Оцінні індекси	2	1	1	1	3	1	4	1	1	1
Оцінні бали S _i	8	1	1	1	12	1	16	3	1	3

р. Південний Буг-с. Щедрове, Щедрівське водосховище, 692 км										
n=10; n'=7; K=70%; KI3=41; PKI3=4,1; клас якості IVa - "дуже брудна"										
Показник	[БСК ₅]	[O ₂]	[SO ₄ ²⁻]	[Cl ⁻]	[NH ₄ ⁺]	[NO ₃ ⁻]	[NO ₂ ⁻]	[P _{min}]	СПАР	[ХСК]
ГДК, мг/дм ³	2,25	6	100	300	0,39	9,1	0,02	1	0,2	20
N	40	37	37	37	40	40	40	40	37	39
N'	37	3	0	0	30	8	35	8	0	5
H _i	92,5	81,1	0	0	75	20	87,5	20	0	12,8
Оцінні індекси	4	4	1	1	4	2	4	2	1	2
K _i	2,24	0,67	0,35	0,12	3,23	0,57	15,6	0,59	0,03	0,74
Оцінні індекси	2	1	1	1	2	1	3	1	1	1
Оцінні бали S _i	8	4	1	1	8	2	12	2	1	2
р. Південний Буг-м. Хмільник, питний водозабір, вище міста, 652 км										
n=10; n'=7; K=70%; KI3=29; PKI3=2,9; клас якості IIIa - "брудна"										
Показник	[БСК ₅]	[O ₂]	[SO ₄ ²⁻]	[Cl ⁻]	[NH ₄ ⁺]	[NO ₃ ⁻]	[NO ₂ ⁻]	[P _{min}]	СПАР	[ХСК]
N	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122
N'	104	31	0	0	29	8	109	10	0	77
H _i	85,2	25,4	0	0	23,8	6,5	89,3	8,2	0	63,1
Оцінні індекси	4	2	1	1	2	1	4	1	1	4
K _i	2,16	0,8	0,33	0,097	1,08	0,39	7,47	0,36	0,34	1,4
Оцінні індекси	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1
Оцінні бали S _i	8	2	1	1	2	1	8	1	1	4

р. Південний Буг-с. Гушинці, нижче села, питний водозабір м. Калинівка, 607 км										
n=10; n'=8; K=80%; KI3=29; PKI3=2,9; клас якості IIIa - "брудна"										
Показник	[БСК ₅]]	[O ₂]]	[SO ₄ ²⁻]]	[Cl ⁻]]	[NH ₄ ⁺]]	[NO ₃ ⁻]]	[NO ₂ ⁻]]	[P _{min}]]	СПА Р	[ХСК]
ГДК, мг/дм ³	2,25	6	100	300	0,39	9,1	0,02	1	0,2	20
N	125	126	125	125	125	125	125	125	125	125
N'	107	27	0	0	29	7	112	7	1	89
H _i	85,6	21, 4	0	0	23,2	5,6	89,6	5,6	0,8	71,2
Оцінні індекси	4	2	1	1	2	1	4	1	1	4
K _i	2,27	0,8 3	0,36	0,1	0,87	0,35	3,54	0,33	0,34	1,54
Оцінні індекси	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1
Оцінні бали S _i	8	2	1	1	2	1	8	1	1	4
р. Південний Буг-м. Вінниця, Сабарівське водосховище, питний водозабір міста, вище міста, 582 км										
n=10; n'=7; K=70%; KI3=29; PKI3=2,9; клас якості IIIa - "брудна"										
Показник	[БСК ₅]]	[O ₂]]	[SO ₄ ²⁻]]	[Cl ⁻]]	[NH ₄ ⁺]]	[NO ₃ ⁻]]	[NO ₂ ⁻]]	[P _{min}]]	СПА Р	[ХСК]
N	126	126	126	126	126	126	126	126	126	125
N'	111	18	0	0	31	10	111	4	0	95
H _i	88,1	14, 3	0	0	24,6	7,9	88,1	3,2	0	76
Оцінні індекси	4	2	1	1	2	1	4	1	1	4
K _i	2,31	0,7 7	0,37	0,1	0,93	0,31	3,89	0,29	0,37	1,58
Оцінні індекси	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1
Оцінні бали S _i	8	2	1	1	2	1	8	1	1	4

р. Південний Буг-500 м нижче скиду ВОКВП "Вінницяводоканал", 1,5 км ↓ греблі Сабарівського водосховища, 569,5 км										
n=10; n'=8; K=80%; KI3=43; PKI3=4,3; клас якості IVa - "дуже брудна"										
Показник	[БСК ₅]	[O ₂]]	[SO ₄ ²⁻]	[Cl ⁻]	[NH ₄ ⁺]	[NO ₃ ⁻]]	[NO ₂ ⁻]]	[P _{min}]]	СПА Р	[ХСК]
ГДК, мг/дм ³	2,25	6	100	300	0,39	9,1	0,02	1	0,2	20
N	124	12 4	124	124	124	124	124	124	124	124
N'	120	34	0	0	90	31	124	11	6	91
H _i	96,7	27, 4	0	0	72,6	25	100	88,7	4,8	73,4
Оцінні індекси	4	2	1	1	4	2	4	4	1	4
K _i	2,87	0,8 5	0,46	0,14	2,87	0,7	28,3	0,48	0,51	1,87
Оцінні індекси	2	1	1	1	2	1	3	1	1	1
Оцінні бали S _i	8	2	1	1	8	2	12	4	1	4
р. Південний Буг-снт. Сутиски, Сутиське водосховище, нижній беф, 537 км										
n=10; n'=7; K=70%; KI3=38; PKI3=3,8; клас якості IVa - "дуже брудна"										
Показник	[БСК ₅]	[O ₂]]	[SO ₄ ²⁻]	[Cl ⁻]	[NH ₄ ⁺]	[NO ₃ ⁻]]	[NO ₂ ⁻]]	[P _{min}]]	СПА Р	[ХСК]
N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
N'	42	15	0	0	12	3	47	3	0	29
H _i	87,5	31, 2	0	0	25	6,2	97,9	6,2	0	60,4
Оцінні індекси	4	3	1	1	2	1	4	1	1	4
K _i	2,41	0,7 5	0,35	0,13	1,23	0,46	51,6	0,34	0,33	1,36
Оцінні індекси	2	1	1	1	1	1	4	1	1	1
Оцінні бали S _i	8	3	1	1	2	1	16	1	1	4

р. Південний Буг-с. Маньківка, вище села, питний водозабір м.Ладизин, 413 км										
n=10; n'=7; K=70%; KI3=25; PKI3=2,5; клас якості IIIa - "брудна"										
Показник	[БСК ₅]	[O ₂]	[SO ₄ ²⁻]	[Cl ⁻]	[NH ₄ ⁺]	[NO ₃ ⁻]	[NO ₂ ⁻]	[P _{min}]	СПАР	[ХСК]
ГДК, мг/дм ³	2,25	6	100	300	0,39	9,1	0,02	1	0,2	20
N	121	121	121	121	121	121	121	121	121	121
N'	94	26	0	0	25	4	115	3	0	71
H _i	77,7	21,5	0	0	20,7	3,3	95	2,5	0	58,7
Оцінні індекси	4	2	1	1	2	1	4	1	1	4
K _i	1,97	0,83	0,35	0,1	0,74	0,32	5,67	0,28	0,24	1,32
Оцінні індекси	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
Оцінні бали S _i	4	2	1	1	2	1	8	1	1	4
р. Південний Буг-м. Ладизин, Ладизинське водосховище, 400 км										
n=10; n'=6; K=60%; KI3=20; PKI3=2,0; клас якості IIIa - "брудна"										
Показник	[БСК ₅]	[O ₂]	[SO ₄ ²⁻]	[Cl ⁻]	[NH ₄ ⁺]	[NO ₃ ⁻]	[NO ₂ ⁻]	[P _{min}]	СПАР	[ХСК]
N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
N'	35	9	0	0	3	1	38	0	0	26
H _i	87,5	22,5	0	0	7,5	2,5	9,5	0	0	6,5
Оцінні індекси	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1
K _i	2,72	0,82	0,32	0,13	0,54	0,39	27,1	0,26	0,25	1,43
Оцінні індекси	2	1	1	1	1	1	3	1	1	1
Оцінні бали S _i	8	2	1	1	1	1	3	1	1	1

р. Південний Буг-с. Глибочок, Глибочиське водосховище, 372 км										
n=10; n'=7; K=70%; KI3=32; PKI3=3,2; клас якості IIIб - "брудна"										
Показник	[БСК ₅]	[O ₂]	[SO ₄ ²⁻]	[Cl ⁻]	[NH ₄ ⁺]	[NO ₃ ⁻]	[NO ₂ ⁻]	[P _{min}]	СПАР	[ХСК]
ГДК, мг/дм ³	2,25	6	100	300	0,39	9,1	0,02	1	0,2	20
N	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
N'	30	6	0	0	3	1	34	1	0	20
H _i	85,7	17,1	0	0	8,6	2,9	97,1	8,6	0	57,1
Оцінні індекси	4	2	1	1	1	1	4	1	1	4
K _i	2,35	0,69	0,32	0,13	0,42	0,39	30,9	0,29	0,23	1,33
Оцінні індекси	2	1	1	1	1	1	3	1	1	1
Оцінні бали S _i	8	2	1	1	1	1	12	1	1	4
р. Південний Буг-с. Ставки, 327 км										
n=10; n'=7; K=70%; KI3=31; PKI3=3,1; клас якості IIIб - "брудна"										
Показник	[БСК ₅]	[O ₂]	[SO ₄ ²⁻]	[Cl ⁻]	[NH ₄ ⁺]	[NO ₃ ⁻]	[NO ₂ ⁻]	[P _{min}]	СПАР	[ХСК]
N	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
N'	29	3	0	0	7	1	31	0	1	17
H _i	82,8	8,6	0	0	20	2,9	88,6	0	2,9	48,6
Оцінні індекси	4	1	1	1	2	1	4	1	1	3
K _i	2,21	0,72	0,33	0,13	0,57	0,4	32,4	0,27	0,36	1,2
Оцінні індекси	2	1	1	1	1	1	3	1	1	1
Оцінні бали S _i	8	1	1	1	2	1	12	1	1	3

р. Південний Буг-м. Гайворон, Гайворонське водосховище, 316 км										
n=10; n'=6; K=60%; KI3=29; PKI3=2,9; клас якості IIIб - "брудна"										
Показник	[БСК ₅]	[O ₂]	[SO ₄ ²⁻]	[Cl ⁻]	[NH ₄ ⁺]	[NO ₃ ⁻]	[NO ₂ ⁻]	[P _{min}]	СПАР	[ХСК]
ГДК, мг/дм ³	2,25	6	100	300	0,39	9,1	0,02	1	0,2	20
N	34	31	34	34	34	34	34	34	34	34
N'	26	2	0	0	5	4	31	0	0	19
H _i	76,4	6,5	0	0	14,7	11,8	91,1	0	0	55,8
Оцінні індекси	4	1	1	1	2	2	4	1	1	4
K _i	1,84	0,74	0,34	0,12	0,51	0,43	22,8	0,23	0,27	1,24
Оцінні індекси	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1
Оцінні бали S _i	4	1	1	1	2	2	12	1	1	4
р. Південний Буг-м. Первомайськ, Первомайське водосховище, 206 км										
n=10; n'=4; K=40%; KI3=23; PKI3=2,3; клас якості IIIа - "брудна"										
Показник	[БСК ₅]	[O ₂]	[SO ₄ ²⁻]	[Cl ⁻]	[NH ₄ ⁺]	[NO ₃ ⁻]	[NO ₂ ⁻]	[P _{min}]	СПАР	[ХСК]
N	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
N'	24	0	0	0	0	2	33	0	0	25
H _i	57,1	0	0	0	0	4,8	78,6	0	0	59,5
Оцінні індекси	4	1	1	1	1	1	4	1	1	4
K _i	1,28	0,53	0,46	0,13	0,17	0,36	3,29	0,25	0,13	1,1
Оцінні індекси	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
Оцінні бали S _i	4	1	1	1	1	1	8	1	1	4

р. Південний Буг-с. Олексіївка, питний водозабір м. Південно-Українськ, 153 км										
n=10; n'=7; K=70%; KIЗ=17; ПКІЗ=1,7; клас якості II - "забруднена"										
Показник	[БСК ₅]	[O ₂]	[SO ₄ ²⁻]	[Cl ⁻]	[NH ₄ ⁺]	[NO ₃ ⁻]	[NO ₂ ⁻]	[P _{min}]	СПАР	[ХСК]
ГДК, мг/дм ³	2,25	6	100	300	0,39	9,1	0,02	1	0,2	20
N	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125
N'	29	2	8	0	1	4	89	0	0	87
H _i	23,2	1,6	6,4	0	0,8	3,2	71,2	0	0	69,5
Оцінні індекси	2	1	1	1	1	1	4	1	1	4
K _i	0,88	0,6	0,74	0,15	0,16	0,4	1,8	0,32	0,13	1,12
Оцінні індекси	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Оцінні бали S _i	2	1	1	1	1	1	4	1	1	4
р. Південний Буг-с. Олександрівка, Олександрівське водосховище, 136 км										
n=10; n'=7; K=70%; KIЗ=18; ПКІЗ=1,8; клас якості II - "забруднена"										
Показник	[БСК ₅]	[O ₂]	[SO ₄ ²⁻]	[Cl ⁻]	[NH ₄ ⁺]	[NO ₃ ⁻]	[NO ₂ ⁻]	[P _{min}]	СПАР	[ХСК]
N	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
N'	11	3	9	0	1	1	39	0	0	25
H _i	26,2	7,1	21,4	0	2,4	2,4	92,8	0	0	59,5
Оцінні індекси	2	1	2	1	1	1	4	1	1	4
K _i	1,05	0,63	0,87	0,16	0,15	0,39	1,87	0,38	0,12	1,1
Оцінні індекси	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Оцінні бали S _i	2	1	2	1	1	1	4	1	1	4

р. Південний Буг-м. Вознесенськ, питний водозабір м. Вознесенськ, 2 км вище Вознесенськ, 97 км										
n=10; n'=5; K=50%; KI3=20; PKI3=2,0; клас якості II - "забруднена"										
Показник	[БСК ₅]]	[O ₂]	[SO ₄ ²⁻]]	[Cl ⁻]	[NH ₄ ⁺]]	[NO ₃ ⁻]]	[NO ₂ ⁻]]	[P _{min}]]	СПА Р	[ХСК]
N	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125
N'	22	0	68	0	0	4	89	0	0	90
H _i	17,6	0	54,4	0	0	3,2	71,2	0	0	72
Оцінні індекси	2	1	4	1	1	1	4	1	1	4
K _i	0,78	0,5 8	1,02	0,18	0,13	0,39	1,79	0,33	0,13	1,18
Оцінні індекси	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Оцінні бали S _i	2	1	4	1	1	1	4	1	1	4
р. Південний Буг-с. Ковалівка, Південно Бузька ЗС, 50 км										
n=10; n'=6; K=60%; KI3=25; PKI3=2,5; клас якості III а - "брудна"										
Показник	[БСК ₅]]	[O ₂]	[SO ₄ ²⁻]]	[Cl ⁻]	[NH ₄ ⁺]]	[NO ₃ ⁻]]	[NO ₂ ⁻]]	[P _{min}]]	СПА Р	[ХСК]
N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
N'	5	9	22	0	0	0	25	1	0	26
H _i	15,6	28, 1	68,8	0	0	0	78,1	3,1	0	81,3
Оцінні індекси	2	2	4	1	1	1	4	1	1	4
K _i	0,8	0,8 7	1,05	0,19	0,12	0,16	2,07	0,46	0,13	1,19
Оцінні індекси	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
Оцінні бали S _i	2	2	4	1	1	1	8	1	1	4

р. Південний Буг-м. Миколаїв, Бузький лиман, технічний водозабір Миколаївської ТЕЦ, 0,5 км										
n=10; n'=8; K=80%; KI3=42; PKI3=4,2; клас якості IV а - "дуже брудна"										
Показник	[БСК ₅]	[O ₂]	[SO ₄ ²⁻]	[Cl ⁻]	[NH ₄ ⁺]	[NO ₃ ⁻]	[NO ₂ ⁻]	[P _{min}]	СПАР	[ХСК]
N	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41
N'	30	1	41	40	4	15	36	0	0	39
H _i	73,1	2,4	100	97,6	9,8	36,6	87,8	0	0	95,1
Оцінні індекси	4	1	4	4	1	3	4	1	1	4
K _i	1,89	0,54	5,05	8,05	0,42	3,15	3,57	0,27	0,34	1,75
Оцінні індекси	1	1	2	2	1	2	2	1	1	1
Оцінні бали S _i	4	1	8	8	1	6	8	1	1	4