

**В.К. ХІЛЬЧЕВСЬКИЙ, О.В. ЧУНАРЬОВ, М.І. РОМАСЬ,
М.В. ЯЦЮК, М.Я. БАБИЧ**

ВОДНІ РЕСУРСИ ТА ЯКІСТЬ РІЧКОВИХ ВОД БАСЕЙНУ ПІВДЕННОГО БУГУ

За редакцією В.К. Хільчевського

Київ
Ніка-Центр
2009

УДК 556.530.2
ББК 26.222
В62

Рецензенти:

В.І. Осадчий, доктор географічних наук (Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут МНС України та НАН України);

М.Р. Забокрицька, кандидат географічних наук, доцент (Волинський національний університет імені Лесі Українки).

Затверджено Вченою радою географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка 12 жовтня 2009 р.

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.

ISBN 978-966-521-516-5

У монографії розглядаються питання загального впливу господарської діяльності на водні ресурси Південного Бугу, окремо – Південно-Українського енергокомплексу. Охарактеризовано гідрологічний та гідрохімічний режими річок басейну, антропогенна складова їх іонного стоку. Наведена екологічна оцінка якості вод.

УДК 556.530.2
ББК 26.222

© В.К. Хільчевський, О.В. Чунарьов, М.І. Ромась,
М.В. Яцюк, М.Я. Бабич, 2009
ISBN 978-966-521-516-5

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	5
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНИХ УМОВ ТА ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В БАСЕЙНІ	
Р. ПІВДЕННИЙ БУГ	7
1.1. Фізико-географічні умови формування стоку	7
1.2. Кліматичні умови	9
1.3. Геолого-геоморфологічна будова та гідрогеологічні умови	11
1.4. Загальна характеристика господарської діяльності в басейні	13
РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ВИХІДНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ТА МЕТОДИКА ЇЇ ОБРОБКИ	19
2.1. Характеристика вихідної інформації	19
2.2. Методика досліджень	27
2.2.1. Методика обробки гідролого-гідрохімічної інформації	27
2.2.2. Методика екологічної оцінки якості води	39
РОЗДІЛ 3. ПРОСТОРОВО-ЧАСОВИЙ РОЗПОДІЛ ГІДРОЛОГО-ГІДРОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ У ПОВЕРХНЕВИХ ВОДАХ БАСЕЙНУ Р. ПІВДЕННИЙ БУГ	43
3.1. Гідрологічні показники	43
3.2. Гідрохімічний режим	50
3.3. Антропогенна складова іонного стоку	89
РОЗДІЛ 4. ОЦІНКА ВПЛИВУ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА ВОДНІ РЕСУРСИ БАСЕЙНУ ПІВДЕННОГО БУГУ	97
4.1. Водні ресурси та гідрографічна мережа басейну	97
4.2. Оцінка впливу господарської діяльності на водні ресурси басейну Південного Бугу	101
4.2.1. Методичні аспекти	101
4.2.2. Оцінка впливу господарської діяльності на водні ресурси окремих ділянок басейну Південного Бугу	107
4.3. Вплив Південно-Українського енергокомплексу на кількісні показники водного стоку	129

РОЗДІЛ 5. ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ БАСЕЙНУ	
Р. ПІВДЕННИЙ БУГ ТА ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ПІВДЕННО-УКРАЇНСЬКОГО ЕНЕРГОКОМПЛЕКСУ	141
5.1. Оцінка якості води за критеріями мінералізації та забруднення компонентами сольового складу.....	141
5.2. Оцінка якості води за еколого-санітарними показниками.....	145
5.3. Оцінка якості води за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної та радіаційної дії.....	153
5.4. Інтегральна екологічна оцінка якості води басейну Південного Бугу	160
5.5. Екологічна оцінка якості води у водних об'єктах Південно-Українського енергокомплексу	164
ВИСНОВКИ.....	169
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	171

ПЕРЕДМОВА

В умовах постійного антропогенного впливу на навколишнє природне середовище досить актуальним стає вибір оптимальних територіальних одиниць для управління природокористуванням. До ряду таких традиційних фізико-географічних і економічних таксонів, як ландшафт, геосистема, економічний район, належить також поняття “басейн річки”. Басейновий підхід при вирішенні різних екологічних проблем за свою майже піввікову історію повністю довів життєвість і перспективність. Починаючи із застосування в гідрології суші та в інших науках фізико-географічного напрямку, він у даний час дедалі більше використовується в геоекологічних дослідженнях для вирішення завдань збалансованого природокористування. А для вирішення конкретних гідроекологічних проблем річки необхідно досліджувати гідрологічні умови та водогосподарську діяльність усього басейну, оскільки лише так можна врахувати більшість чинників, які мають вплив на формування хімічного складу та якості води.

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.

Важливою складовою Державної науково-технічної програми пріоритетних напрямів підтримання безпеки об'єктів ядерно-енергетичного комплексу до 2010 р., ухваленої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 21.08.2001 № 398-р, є оцінка забезпеченості АЕС природоресурсним потенціалом, особливо водними ресурсами. Ця проблема набула значної актуальності для Південного Бугу, водні ресурси якого повинні забезпечити роботу трьох блоків Південно-Української АЕС (ПУ АЕС) і Ташлицької гідроакумуляуючої електростанції (ТГАЕС), перший агрегат якої введено в експлуатацію 5 жовтня 2006 р. Тому актуальним питанням залишається оцінка впливу роботи Південно-Українського енергокомплексу (ПУ ЕК) при введенні нових потужностей на кількісні та якісні показники водних ресурсів р. Південний Буг.

Основою даної монографії стали науково-дослідні роботи, які виконувалися у 2001–2007 рр. у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка в рамках державних тем № 01БФ050-03 „Дослідження регіональних змін гідролого-гідрохімічних процесів та явищ, клімату України, їх наслідків” та № 06БФ050-03 „Аналіз антропогенного впливу на гідрологічний, русловий та гідрохімічний режим річок та рівень забрудненості атмосферного повітря території України”, а також госпдоговірних тем Т-70/04ДП050-02 „Оцінити сучасний вплив Південно-Української АЕС на якість водних ресурсів р. Південний Буг та дати прогноз цього впливу при введенні в експлуатацію Ташлицької ГАЕС” (2005 р.), Т-363/06ДП050-05 „Визначення гідролого-гідрохімічних характеристик мінімального стоку річок басейну Південного Бугу” (2006–2007 рр.), виконаних на кафедрі гідрології та гідроекології і в науково-дослідній лабораторії гідроекології та гідрохімії географічного факультету за договорами з Держводгоспом України.

Використані також дані, отримані раніше у науково-дослідній лабораторії гідроекології та гідрохімії в рамках державної теми, присвяченої дослідженню антропогенного впливу на хімічний склад річкових вод басейну Південного Бугу (1986 – 1990 рр.). Залучалися також матеріали гідрохімічної зйомки Південного Бугу від витoku до гирла з дистанційним відбором проб води з гелікоптера в 1987 р., що була здійснена спільно експедиційним загonom співробітників Гідрохімічного інституту (м. Ростов-на-Дону, Росія) і Київського національного університету імені Тараса Шевченка (кандидат географічних наук, старший науковий співробітник В.К. Хільчевський).

Монографія є результатом тісної співпраці між Київським національним університетом імені Тараса Шевченка (завідувач кафедри гідрології та гідроекології, доктор географічних наук, професор В.К. Хільчевський; завідувач науково-дослідної лабораторії гідроекології та гідрохімії, доктор географічних наук М.І. Ромась) та Державним комітетом України по водному господарству (начальник управління, кандидат географічних наук О.В. Чунар'ов; заступник Голови комітету, кандидат географічних наук М.В. Яцюк; заступник Голови комітету М.Я. Бабич).

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНИХ УМОВ ТА ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В БАСЕЙНІ Р. ПІВДЕННИЙ БУГ

1.1. Фізико-географічні умови формування стоку

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 господарюванн і раціонального управління водними ресурсами необхідно здійснювати кількісну і якісну оцінку формування стоку. Така оцінка ускладнюється коливаннями в часі та нерівномірністю розподілу стоку по сезонах, а також значним впливом антропогенних чинників, особливо зарегульованості [32, 53, 56].

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, середній похил – 0,00040 (40 см/км), коефіцієнт звивистості –1,57 [9, 10, 62].

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 [65].

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 [9].

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, 9, 65].

Подільський район характеризується яскраво вираженим весняним водопіллям і низькою меженню, яка порушується літніми та зим-

овими 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.

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.

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 [10].

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 % [115].

Таблиця 1.1. Внутрішньорічний розподіл витрат води (Q , м³/с) р. Південний Буг – с. Олександрівка по місяцях (I–XII) та їх частка від стоку за рік (%)

Водність року	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II
Багатоводний рік												
Q	652,3	249,9	104	141,2	96,8	67	140,6	90,7	72,4	189	123,8	92,9
%	32,4	12,5	5,1	6,9	4,7	3,3	6,9	4,4	3,5	9,3	6,0	4,5

Продовження таблиці 1.1

Водність року	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II
Середній рік												
<i>Q</i>	241,3	146,9	76,7	76,8	51,8	40,1	83,1	64,7	51,1	110,2	75,6	62,9
%	22,3	13,5	7,1	7,1	4,8	3,7	7,6	5,9	4,8	10,2	7,0	5,8
Маловодний рік												
<i>Q</i>	101,6	73,7	53,6	37,6	29,3	22,8	39,6	32,6	23,3	55,6	41,6	33,6
%	18,6	13,5	9,8	6,9	5,4	4,2	7,2	6,0	4,3	10,2	7,6	6,1

Також, в окремі роки, багатоводним буває лютий місяць. Найбільш маловодні місяці: липень, серпень. У багатоводний період загальна їх частка у стоку не перевищує 8 %, а в середні і маловодні роки вона збільшується до 8,5 – 9,6 %

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) [3, 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°C.

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

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 [44].

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°C (м. Кіровоград) до 9,8°C (м. Миколаїв).

Найхолодніший місяць – січень, середньомісячна температура повітря становить мінус 3,5 – 5,4°C [75].

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

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 [118].

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

Переважаючими 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, що являє собою докембрійську складчасту структуру, складену гранітами, граніто-гнейсами, 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.

Четвертинні породи представлені також (крім лесів) лесовидними суглинками, алювіальними та делювіальними відкладами. На схилах, а також у відшаруваннях ярів, у яких четвертинні (леси) та третинні породи розмиті, на денну поверхню виходять кристалічні породи, на продуктах вивітрювання яких утворюються щебнюваті ґрунти [2, 3].

Басейн ріки розташований в кількох геоморфологічних областях: верхня і середня частини знаходяться на Подільській та Придніпровській височинах, нижня - на Причорноморській низовині [16, 91].

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.

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.

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 [7, 74]. Товща лесових відкладів досягає 20–30 м. У будові річкових долин беруть участь піщані алювіальні відклади і піскуваті лесовидні суглинки [2]. На схилах балок розповсюджені делювіальні лесовидні суглинки, часто з домішкою 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 підстилаючих порід.

На території поширення кристалічного щита ґрунтові води залягають на різних глибинах [16]. Водонесний горизонт на кристалічних породах і в їх тріщинах 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 [97]. 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 [19, 55].

У районі розміщення Ташлицького водоймища–охолоджувача Південно-Української АЕС ґрунтові води розповсюджені в четвертинних алювіальних відкладах заплави 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,

грунтові 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 [83].

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 ГАЕС 6 балів. Підземні води приурочені до тріщинуватої зони кристалічних порід і підшви кори вивітрювання.

1.4. 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) семи областей – Хмельницької, Вінницької, Київської, Черкаської, Кіровоградської, Одеської, Миколаївської, 35 міст, 65 селищ, 2 878 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. 1.2) [8].

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% [9, 13].

Найбільш освоєними є басейни річок степової зони. В басейні р. Інгул на сільськогосподарські угіддя припадає 90%, р. Синюхи – 80–90%. Навіть в басейні р. Савранка, в якому розташований один з найбільших в Україні ландшафтний заповідник дубових лісів, сільськогосподарська освоєність території сягає 71%.

Розораність території складає переважно 57%, а в окремих басейнах малих річок досягає 80%, що значно перевищує екологічну межу. Різких змін зазнали лісові угіддя. На значній площі вони знищені. Нині лісовкриті площі становлять 9%, а у південних районах не перевищують 3–7% площі басейнів, що в 2–3 рази менше оптимального значення. Урбанізовані землі в басейні змінюються в межах 2–5%, а в середньому становлять 3–4%.

Таблиця 1.2. Господарська освоєність басейну Південного Бугу (обласний розріз) [14, 34, 35]

Область	Площа в межах басейну, тис. км ²	Населення, тис.чол.		Кількість населених пунктів			Площа, км ²						
		всього	міського	міст	селищ	сіл	з них				лісів	під водою	урбанізованих земель
							сільськогосподарських угідь	орних земель	зрешених	осушених			
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	2878	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, рр. Бужок, Ров, Савранка, Бакшала, Чертала, Мертвовід, Інгул). Щорічний змив ґрунту з 1 га досягає 1–30 тонн, 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 [14, 37].

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 [13, 34, 36, 78, 118].

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 (рис.1.1). Так, за осередненими даними по п'ятирічках (1990–2004 рр.) річний забір води [42] у басейні р. Південний Буг зменшився у 2,7 рази – з 1865 до 688 млн м³. При цьому, забір підземних вод зменшився з 225 до 90 млн м³, тобто у 2,5 рази, але його частка в сумарному заборі води майже не змінилася і становить 12–13 %.

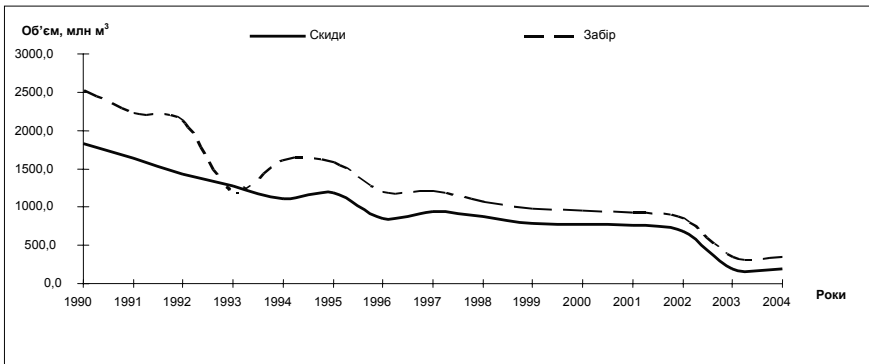


Рис. 1.1. Динаміка забору та скидів води в басейні р. Південний Буг за даними Державної статистичної звітності за формою 2–ТП (водгосп)

Таким чином, у басейні р. Південний Буг використовувалися, переважно, ресурси поверхневих вод. Вони становили 1641 млн м³ у середньому на рік за період 1990–1994 рр., а у 2000–2004 рр. зменшилися до 600 млн м³, тобто у 2,7 разу.

Різке зменшення забору води в басейні Південного Бугу спричинено, перш за все, відповідним зменшенням у 2,5 разу, використаної води на виробничі потреби – з 1158,9 до 460,7 млн м³ за періоди, що розглядаються (рис. 1.2). Виробничі потреби становили 64–73% від усього об’єму використаної води у басейні. Звертає увагу різке зменшення використаної води на зрошення – з 178,8 до 14,5 млн м³, тобто у 12 разів. При цьому частка використаної на зрошення води зменшилася з 10 до 2% від загальної кількості води.

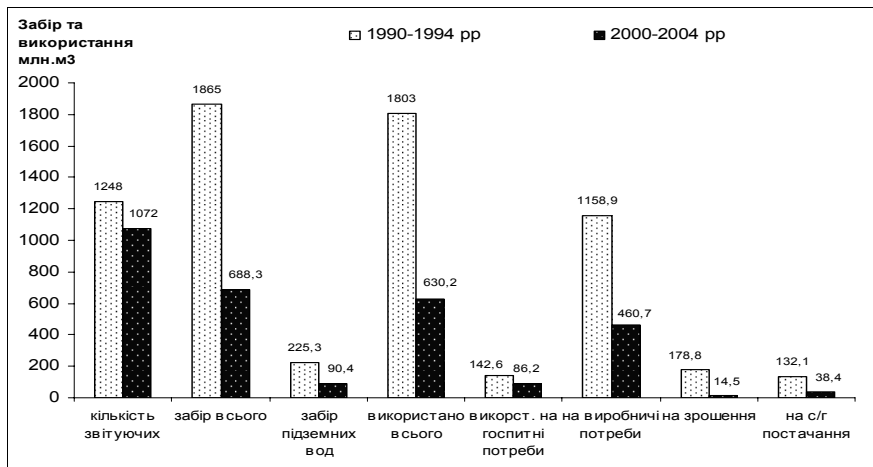


Рис. 1.2. Показники забору та використання води на різні потреби в басейні р. Південний Буг у порівнянні за відповідними періодами (1990–1994 рр., 2000–2004 рр.)

На господарсько-питні потреби використання води також зменшилося – з 142,6 до 86,2 млн м³, тобто у 1,6 разу. Але частка питної води від загальної кількості використаної води збільшилася з 9 до 14%. Зменшилося у 3,5 разу використання і для інших, менш значущих у загальному об’ємі, потреб.

Значне скорочення забору поверхневих вод у басейні Південного Бугу призвело до адекватного зменшення скидів стічних вод різної категорії якості та безповоротних втрат (рис. 1.3). Так, за період 1990–1994 рр. щорічно скидалося у середньому 1456,8 млн м³, а протягом 2000–2004 рр. – тільки 523 млн м³ стічних вод. Об’єм скидів у цілому зменшився у 2,8 разу, що відповідає і зменшенню забору води у басейні річки [107].

При цьому, скид нормативно очищених вод зменшився у 3,8 рази, з 126,3 до 33,1 млн м³, нормативно чистих без очистки – зменшився у 3,4 рази, з 1255,9 до 368,3 млн м³. Але скид недостатньо очищених вод натомість збільшився у 1,3 рази, з 66,7 до 88,7 млн м³, а скид стічних вод без очистки збільшився аж у 4,4 рази – з 7,5 до 32,9 млн м³ [116].

Таким чином, якщо частка нормативно очищених та нормативно чистих стічних вод у 1990–1994 рр. становила 95% від загального об'єму скидів, а скидалося без очистки та недостатньо очищених тільки близько 5%, то у 2000–2004 рр. частка останніх у загальному об'ємі стічних вод зросла вже до 25%.

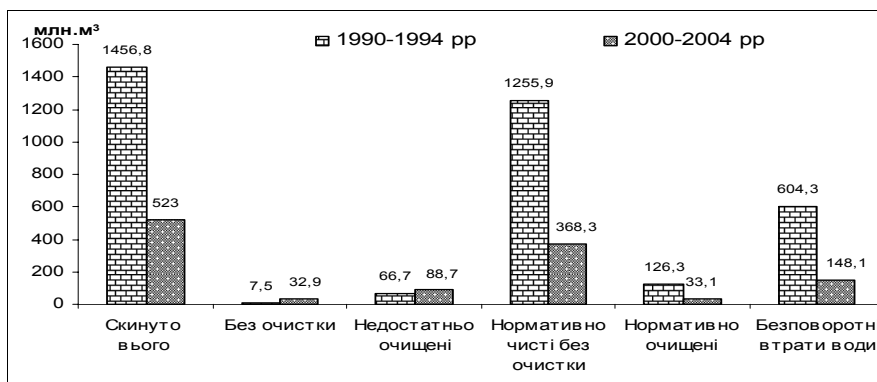


Рис. 1.3. Скиди стічних вод різної категорії якості та безповоротні втрати води в басейні р. Південний Буг за відповідними періодами (1990–1994 рр. і 2000–2004 рр.)

Зменшення забору поверхневих вод та відповідно і скидів стічних вод у басейні Південного Бугу за останні п'ятнадцять років пояснюється, в цілому, соціально-економічними негараздами в країні та зменшенням обсягів виробництва, про що свідчить також і зменшення кількості водокористувачів, які звітують за формою 2-ТП (водгосп). Так, у 1990–1994 рр. кількість звітуючих становила у середньому за рік приблизно 1250 користувачів, а у 2000–2004 рр. – вже 1070, тобто зменшилася майже у 1,2 раза. З цим чинником пов'язане також зменшення об'ємів безповоротних втрат води у басейні річки - з 604,3 до 148,1 млн м³, або у 4,1 раза (рис. 1.3) [87, 107, 116].

Скиди забруднюючих речовин із стічними водами в басейні Південного Бугу за відповідними періодами у цілому також зменшилися за такими показниками як залізо і мідь, відповідно у 2,4 і 3,2 рази, по азоту амонійному – 2,4 рази, а найбільше скорочення скидів (у кілька десятків разів) відбулося по нітратах і нітратах (рис. 1.4).

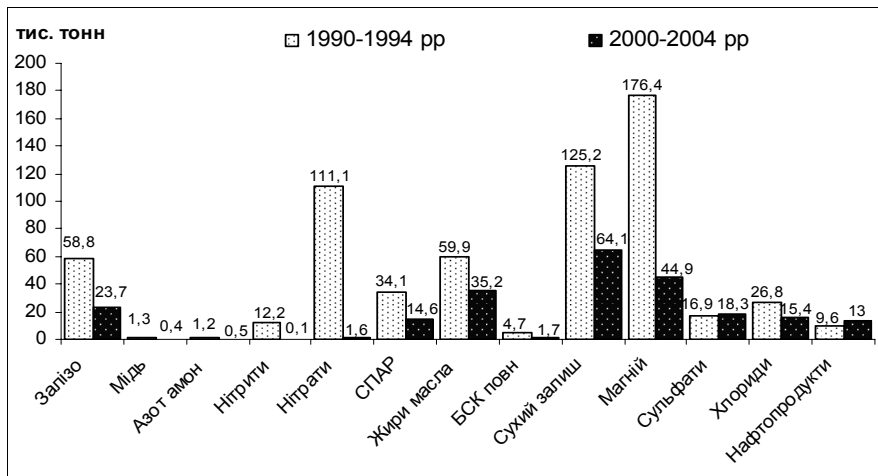


Рис. 1.4. Скиди забруднюючих речовин у водні об’єкти басейну Південного Бугу за відповідними періодами (1990–1994 рр. і 2000–2004 рр.)

Так, якщо у 1990–1994 рр. у басейн річки нітратів скидалося щорічно близько 111,1 тис. тонн, то у 2000–2004 рр. – тільки 1,6 тис. тонн. Скиди таких забруднюючих речовин, як СПАР, жири і масла зменшилися у 2,3 та 1,9 рази, а скид органічних речовин (за показником БСК_{повн}) зменшився у 2,8 рази. Скиди мінеральних солей за таким показником, як “сухий залишок”, зменшився майже у 2 рази - з 125,2 до 64,1 тис. тонн. При цьому скиди іону магнію зменшилися у 3,8 разу, але кількість сульфат-іону навіть дещо зросла – з 16,9 до 18,3 тис. тонн, або в 1,1 раза. При загальній тенденції до зменшення скидів забруднюючих речовин у басейні Південного Бугу звертає увагу чітке збільшення скидів нафтопродуктів – з 9,6 до 13,0 тис. тонн, або у 1,4 рази. Слід зазначити, що обсяги стічних вод, за якими обчислені скиди забруднюючих речовин за даними 2-ТП (водгосп), зменшилися всього у 1,3 рази – з 200 до 150 тис. тонн [107, 116].

РОЗДІЛ 2

ХАРАКТЕРИСТИКА ВИХІДНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ТА МЕТОДИКА ЇЇ ОБРОБКИ

2.1. Характеристика вихідної інформації

Гідролого-гідрохімічна інформація та дані, що характеризують водогосподарську діяльність, формувалися за матеріалами Центральної геофізичної обсерваторії Держгідрометслужби, Державного комітету України по водному господарству, лабораторії охорони навколишнього середовища Південно-Української АЕС, науково-дослідної лабораторії гідроекології та гідрохімії географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

Гідрохімічна інформація. Гідрохімічна база даних сформована за 19 пунктами спостережень мережі Держгідрометслужби. Характеристика пунктів наведена у табл. 2.1, в якій щодо кожного пункту висвітлено період спостережень, кількість проб, які відібрані у цей період, та кількість визначень показників хімічного складу води. Всього до бази даних занесено результати аналізів 2850 проб води, у яких було визначено понад 97 тис. показників хімічного складу води. Кожна проба характеризувалась за 30–36 показниками – головними іонами (гідрокарбонати, хлориди, сульфати, кальцій, магній, сума натрію і калію) та мінералізацією води, біогенними речовинами (нітрати, амоній, нітрити, загальний азот і фосфор), показниками вмісту органічної речовини (біохімічне споживання кисню, перманганатна і біхроматна окиснюваності), забруднювальними речовинами (нафтопродукти, феноли, синтетичні поверхнево-активні речовини), важкими металами (залізо, марганець, хром, цинк), фізико-хімічними показниками (розчинений кисень, водневий показник, температура води). Враховувалися також витрати води, при яких відбиралися проби на хімічний аналіз.

Пункти спостережень Держгідрометслужби України за гідрохімічним режимом річок басейну Південного Бугу показані на картосхемі, представленій на рис. 2.1, а їх характеристика – у табл. 2.1.

Таблиця 2.1. Характеристика пунктів спостережень Держгідрометслужби за гідрохімічним режимом річок басейну Південного Бугу

№ з/п	№ на картосхемі *	Річка	Пункт спостереження	Період спостереження, роки	Кількість проб	Кількість показників хім. складу води	Примітки (відсутні визначення)
1	1	Південний Буг	вище м. Хмельницький	1969-2004	145	35	ПО
			нижче м. Хмельницький	1969-2004	169	35	ПО
2	4		вище м. Хмельник	1969-1993	90	34	ПО, Mn
			нижче м. Хмельник	1969-1993	93	34	ПО, Mn
3	5		вище м. Вінниця	1969-2004	204	35	Mn
			нижче м. Вінниця	1969-2004	194	35	Mn
4	10		вище м. Первомайськ	1969-2004	181	34	ПО, Mn
			нижче м. Первомайськ	1969-2004	181	34	ПО, Mn
5	29		смт Нова Одеса	1978-1993	71	34	ПО, Mn
6	11		с. Олександрівка	1971-2005	115	34	ПО, Mn
7	12	Бужок	смт Меджибіж	1978-2001	74	34	ПО, Mn
8	13	Іква	с. Стара Синява	1969-1981	49	19	HCO ₃ , Ca, Na, K, фосфор, метали, ПО, Mn
9	14	Згар	с. Літин	1969-1981	40	19	HCO ₃ , Ca, Na, K, фосфор, метали, ПО, Mn
10	15	Рів	с. Демидівка	1978-2004	78	34	ПО, Mn
11	16	Соб	с. Зозів	1978-2004	81	34	ПО, Mn
12	18	Савранка	с. Осички	1978-2001	90	34	ПО, Mn
13	19	Кодима	с. Катеринка	1978-2004	97	34	ПО, Mn
14	20	Синюха	с. Синюшин Брід	1978-2004	102	34	ПО, Mn
15	22	Велика Вись	смт Ямпіль	1978-2001	85	31	ПО, Mn, пестициди
16	24	Чорний Ташлик	с. Тарасівна	1978-2001	97	34	ПО, Mn
17	25	Мертвовід	с. Крива Пустош	1978-2001	78	34	ПО, Mn
18	26	Інгул	вище м. Кіровоград	1969-2004	230	36	
19	28	Інгул	м. Новогорожено	1978-2004	80	34	ПО, Mn

* Картосхема пунктів спостереження за гідрохімічним режимом річок басейну Південного Бугу наведена на рис. 2.1

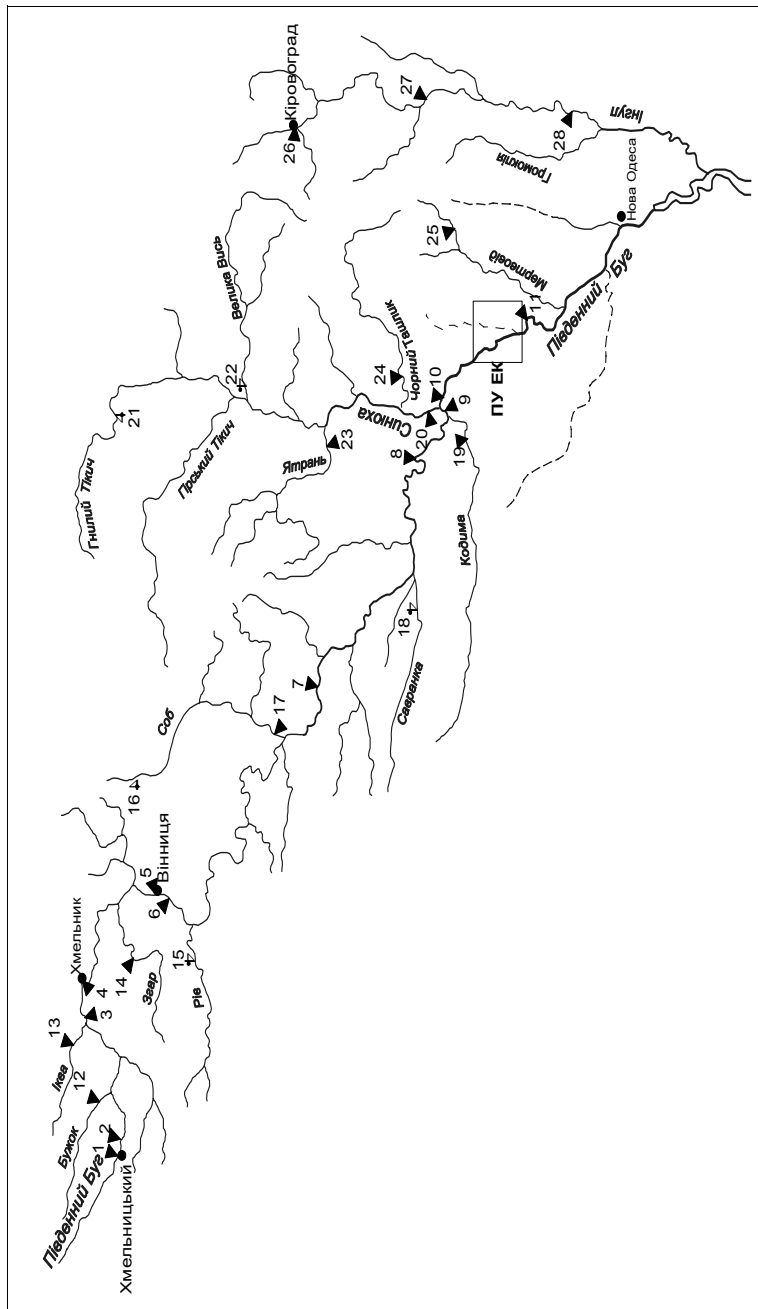


Рис 2.1. Пункти спостережень на мережі Держгідрометслужби України за гідролого-гідромічним режимом річок басейну Південного Бугу (пункт спостережень і його номер представлені у табл.2.1 та 2.2)

Гідрологічна інформація. База даних спостережень за витратами води річок басейну Південного Бугу сформована за 24 пунктами спостережень на мережі Держгідрометслужби. Характеристика цих пунктів наведена у табл. 2.2. Як видно з цієї таблиці, на самій річці Південний Буг функціонують 8 пунктів спостережень за витратами води, а на притоках – 16. Притоки Мертвовід та Інгул впадають у р. Південний Буг нижче Олександрівського водосховища і не мають значного впливу на її водний режим, особливо р. Інгул, яка впадає у Бузький лиман. До бази даних занесені середньомісячні за кожен із 12 місяців, середньорічні, максимальні та мінімальні річні витрати. Довжина рядів з початку спостережень по 2000–2005 роки, складає у середньому 60–70 років, що дозволяє одержати надійні статистичні характеристики витрат різної забезпеченості та дослідити динаміку зміни стоку річок як за середньорічними витратами, так і за витратами за кожен із 12 місяців.

Таблиця 2.2. Характеристика пунктів спостережень Держгідрометслужби за гідрологічними показниками річок басейну Південного Бугу

№ з/п	№ на карто-схемі	Річка	Пункт спостереження	Період спостережень, роки	Відстань від гирла, км	Площа водозбору, км ²
1	2	3	4	5	6	7
1	13	Іква	смт Стара Синява	1945-2000	12	439
2	14	Згар	смт Літин	1931-2000	36	692
3	15	Рів	с. Демидівка	1916-2000	7,4	1130
4	16	Соб	с. Зозів	1945-2000	102	92,5
5	17	Соб	Дмитренківська ГЕС	1957-2000	2,6	2840
6	18	Савранка	с. Осички	1936-2000	6,1	1740
7	10	Південний Буг	м. Первомайськ	1945-2005	194	44000
8	11	Південний Буг	с. Олександрівка	1914-2005	132	46200
9	2	Південний Буг	с. Пирогівці	1964-1999	730	827
10	3	Південний Буг	с. Лелетка	1926-1999	654	4000
11	6	Південний Буг	с. Сабарів	1930-1991	571	9010
12	7	Південний Буг	с. Тростянчик	1932-1999	370	17400
13	8	Південний Буг	с. Підгір'я	1926-1999	219	24600

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6	7
14	9	Південний Буг	Первомайська ГЕС	1958-1999	196	27300
15	19	Кодима	с. Катеринка	1931-2000	12	2390
16	20	Синюха	с. Синюшин Брід	1925-2000	12	16700
17	21	Гнилий Тікич	смт Лисянка	1944-2000	75	1450
18	22	Велика Вись	смт Ямпіль	1925-2000	10	2820
19	23	Ятрань	с. Покотилове	1955-2000	4,6	2140
20	24	Чорний Ташлик	с. Тарасівка	1933-2000	18	2230
21	25	Мертвовід	с. Крива Пустош	1949-2000	88	252
22	26	Інгул	м. Кіровоград	1945-2000	316	840
23	27	Інгул	с. Седнівка	1934-2000	205	4770
24	28	Інгул	м. Новогорожено	1931-2000	118	6670

Екологічна оцінка якості річкових вод басейну Південного Бугу за відповідними категоріями виконана за середньорічними та найгіршими значеннями показників якості води (критерієм мінералізації, сольовим складом, еколого-санітарними показниками, вмістом специфічних та радіоактивних речовин) за період спостережень з 1996 по 2005 рр. за даними моніторингової служби Держводгоспу України. Всього опрацьовано 29 пунктів, розташованих в басейні Південного Бугу; з них 19 - безпосередньо на річці Південний Буг та 10 – на її притоках (табл. 2.3).

Таблиця 2.3. Характеристика пунктів спостережень Держводгоспу за гідрохімічним режимом річок басейну Південного Бугу

№ з/п	Найменування створу	Місце розташування створу	Відстань від гирла, км
1	2	3	4
р. Південний Буг			
1	Мар'янівське водосховище	смт Чорний Острів Хмельницького району Хмельницької області	773
2	Хмельницьке водосховище	м. Хмельницький	755
3	р.Південний Буг	с. Копистин Хмельницького району, нижче м. Хмельницький Хмельницької області	744

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4
4	Меджибізьке водосховище	смт Меджибіж Летичівського району Хмельницької області	711
5	Щедрівське водосховище	с. Щедрове Летичівського району Хмельницької області	692
6	Питний водозабір м. Хмільник	Вище м. Хмільник Вінницької області	652
7	Питний водозабір м. Калинівка	с. Гушинці Калинівського району Вінницької області	607
8	Питний водозабір м. Вінниця	Вище м. Вінниця	582
9	Сутиське водосховище, нижній б'єф	смт Сутиски Тиврівського району Вінницької області	537
10	Питний водозабір м. Ладижин	с. Маньківка Тульчинського району, Ладижинське водосховище Вінницької області	413
11	Ладижинське водосховище, район пляжу	м. Ладижин Тростянецького району Вінницької області	400
12	Глибочокське водосховище	с. Глибочок Тростянецького району Вінницької області	372
13	р. Південний Буг, кордон Вінницької і Кіровоградської областей	с. Ставки Бершадського району	327
14	Гайворонське водосховище	м. Гайворон Кіровоградської області	316
15	Первомайське водосховище	м. Первомайськ Миколаївської області	206
16	Питний водозабір м. Південно-Українськ	с. Олексіївка Арбузинського району Миколаївської області	153
17	Олександрівське водосховище	с. Олександрівка Вознесенського району Миколаївської області	136

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4
18	Питний водозабір м. Вознесенськ	2 км до в'їзду у м.Вознесенськ по трасі із м.Миколаїв	97
19	Південно-Бузька ЗС	с. Ковалівка Миколаївського району Миколаївської області	50
р. Рів (права притока р. Південний Буг)			
20	р. Рів	Вище с. Могилівка Жмеринського району, Вінницької області	3
р. Соб (ліва притока р. Південний Буг)			
21	Дмитренківське водосховище	нижче с. Дмитренки Гайсинського району Вінницької області	3
р. Синюха (ліва притока р. Південний Буг)			
22	Питний водозабір м. Первомайськ	м. Первомайськ Миколаївської області	10
р. Плетений Ташлик (права притока р. Чорний Ташлик)			
23	Питний водозабір м.Новоукраїнка	м. Новоукраїнка, 10 м вище насосної станції	2
Балка Ташлик (ліва притока р. Південний Буг)			
24	Ташлицьке водосховище	район скиду стічних вод у р.Південний Буг (Миколаївська область)	6
р. Інгул (ліва притока р. Південний Буг)			
25	Питний водозабір м. Кіровоград	м. Кіровоград, Кіровоградське водосховище	307
26	р. Інгул – кордон Кіровоградської і Миколаївської областей	с. Розанівка Новобузького району	179
27	Софіївське водосховище (питний водозабір м. Новий Буг)	вище с. Софіївка Новобузького району Миколаївської області	163
28	Інгульська ЗС	с. Привільне Баштанського району	100
р. Грузька (права притока р. Інгул)			
29	Кіровоградська ЗС	Лелеківське водосховище	1

З метою оцінки водогосподарської ситуації у басейні Південного Бугу на основі Державної статистичної звітності за формою 2-ТП (водгосп) як єдиної достовірної інформації про фактичне використання води галузями економіки в цілому по Україні та у розрізі адміністративно-територіальних одиниць і басейнів річок сформовано базу даних за період 1990 - 2005 рр.

Необхідно зауважити, що дані обліку є основою для прийняття рішень щодо управління водними ресурсами та розрахунків сплати зборів за спеціальне використання водних ресурсів, які надходять до державного і місцевого бюджетів.

Облік використання водних ресурсів на території країни у системі Державного комітету України по водному господарству здійснюють: Дніпровське, Дністровське, Сіверсько-Донецьке, Південно-Бузьке, Кримське, Західно-Бузьке (в межах басейну р. Західний Буг) басейнові управління водних ресурсів та 9 облводгоспів – Волинський, Рівненський, Закарпатський, Одеський, Житомирський, Сумський, Тернопільський, Дніпропетровський, Київський. Крім того, наказом Держводгоспу від 30.01.98 № 6 на всі облводгоспи покладено повноваження щодо забезпечення обліку використання водних ресурсів у сільському та рибному господарстві. Така організація роботи зумовлюється необхідністю забезпечення ефективною взаємодією водогосподарських організацій Держводгоспу з водокористувачами. У сільському та рибному господарстві таку роботу забезпечують, у першу чергу, структурні підрозділи облводгоспів.

Основною метою здійснення державної статистичної звітності за формою 2-ТП (водгосп) є систематизація даних про забір та використання водних ресурсів, втрати при транспортуванні, скидання зворотних вод та забруднюючих речовин, наявність систем оборотного водопостачання та їх потужність, діючих систем очищення стічних вод та їх ефективність, а також розрахунків надходжень коштів за використання водних ресурсів та їх правильне обчислення від кожного окремого водокористувача.

Також зазначена інформаційно-довідкова система містить інформацію від кожного водокористувача про витрати води в системах оборотного та повторного постачання, потужності очисних споруд, у тому числі тих, що забезпечують нормативну очистку.

Сформована база даних, що характеризує водогосподарську діяльність у басейні річки Південний Буг у цілому та по окремих його

ділянках за період 1990-2005 рр., містить наступну інформацію: про загальні показники забору та використання вод (кількість звітуючих, забори води, у тому числі з підземних джерел, використання вод на виробничі, господарські потреби, використання вод у сільському господарстві, на зрошення тощо); про скиди стічних вод різної категорії якості (скиди стічних вод без очистки, скиди стічних недостатньо очищених вод, скиди нормативно чистих без очистки вод та скиди нормативно очищених стічних вод); про безповоротні втрати води; про скиди забруднюючих речовин (загальний обсяг скидів, сульфати, хлориди, магній, нітрити, нітрати, мідь, цинк, нікель, хром, СПАР, нафтопродукти, феноли тощо); про забори води з природних джерел за кожний місяць. Також сформовано базу даних за період 1990-2005 рр., що характеризує використання водних ресурсів басейну Південного Бугу у розрізі галузей економіки (енергетика, промисловість, сільське, комунальне господарство тощо) [120].

2.2. Методика досліджень

2.2.1. Методика обробки гідролого-гідрохімічної інформації

Методи математичної статистики є головними засобами для кількісної оцінки різних гідрологічних явищ і набули широкого використання в гідрології [11, 12, 20, 26, 73, 93, 94]. Вони дають змогу в імовірній формі прогнозувати зміни різноманітних характеристик стоку, без урахування часу їх настання і розкриття фізичної сутності. Основним завданням розрахунків стоку є визначення його характеристик на період експлуатації створених гідротехнічних та інших споруд у руслах і на водозаборах річок тощо [79]. Наявність нерегулярних коливань стоку, тобто відхилень від середніх значень, зумовлює необхідність здійснення оцінки таких змін [72]. Основою прийомів розрахунку стоку за наявності відповідних рядів спостережень є криві забезпеченості. Емпірична крива забезпеченості показує зростання відносних частот появи досліджуваної характеристики, тобто повторюваність, наприклад, витрат води вище заданого значення. Для екстраполяції гідрологічних величин за межі емпіричних спостережень, особливо за їх нерепрезентативності, використовують теоретичні криві розподілу, які розраховують за відомими класичними методами: моментів, найбільшої правдоподібності та графоаналітичним. Поряд з класич-

ними апробованими методами визначення гідрологічних характеристик на сучасному етапі досліджень розробляються альтернативні, менш трудомісткі, методи із застосуванням комп'ютерних програм. Так, наприклад, комп'ютерна програма STOK. STAT, яка розроблена Державним гідрологічним інститутом м. Санкт-Петербург, та метод апроксимації, розроблений співробітниками НДІ гідроекології та гідрохімії Київського національного університету імені Тараса Шевченка [18, 85, 114]. Тому доречно детальніше розглянути теоретичні засади застосування вищезгаданих методів визначення витрат води різної забезпеченості.

Для визначення витрат води різної забезпеченості широке практичне використання отримав графоаналітичний метод, розроблений Г.А. Алексєєвим, що застосовується до біноміального закону розподілу при будь-якому значенні коефіцієнта варіації [11, 20, 26, 73, 93, 94]. Графоаналітичний метод визначення параметрів кривих забезпеченості полягає в підборі чи установленні параметрів теоретичної кривої, яка більшою мірою відповідає розміщенню точок спостережуваних величин. За вказаною методикою для визначення забезпеченості характеристик стоку необхідно зняти з емпіричної кривої три опорні точки 5%, 50%, 95% забезпеченості, що спрямовує теоретичну криву в зони великої і малої забезпеченості. Метод моментів полягає у визначенні трьох основних моментів кривої розподілу випадкових величин, тобто середнього арифметичного значення, коефіцієнта варіації та коефіцієнта асиметрії. Зазначений метод є більш трудомістким порівняно з графоаналітичним методом, особливо при значних рядах спостережень.

Метод найбільшої правдоподібності полягає в тому, що для оцінки невідомого параметру використовують значення, при якому добуток ймовірностей досліджуваних величин (функція правдоподібності) досягає найбільш можливого значення. Коефіцієнти варіації і відношення коефіцієнта асиметрії до коефіцієнта варіації визначаються за номограмами Блохінова залежно від статистик λ_2 і λ_3 [94].

Використання альтернативних методів визначення витрат води різної забезпеченості із застосуванням комп'ютерних програм значно прискорює та полегшує роботу з великим масивом гідрологічної інформації. Метод апроксимації дає змогу швидко та якісно визначити ймовірність перевищення даної характеристики стоку і, найголовніше, аналіз із великим коефіцієнтом достовірності так

званих хвостів (характеристик малої і великої забезпеченості), що є суттєвою перевагою між вищезгадуваними класичними методами.

Для визначення витрат води різної забезпеченості за програмою STOK. STAT бажано її застосовувати у поєднанні з графоаналітичним методом. Вона дає змогу розраховувати статистичні параметри досліджуваного ряду, проводити кореляційний аналіз, перевіряти ряди на однорідність, розраховувати емпіричну забезпеченість за формулою Крицького–Менкеля та автоматично наносити на клітчатку ймовірності для трьохпараметричного гамарозподілу, яка застосовується для різних співвідношень C_s/C_v . Основним же недоліком цієї програми є не досить коректна екстраполяція теоретичної кривої в зонах малої та великої забезпеченості.

При застосуванні вищезазначених методів для визначення емпіричної забезпеченості в практиці гідрологічних розрахунків найчастіше використовуються формули Крицького–Менкеля, Чегодаєва, Блохінова та Хазена (остання застосовувалася в практиці гідрологічних розрахунків до 1948 р.). Формула Чегодаєва широко застосовувалася при розрахунках річного і мінімального стоку. Формула Крицького–Менкеля застосовувалась при розрахунках максимального стоку, а БНП 2.01.14–84 рекомендують її при розрахунках всіх характеристик стоку [73]. Проаналізуємо на прикладі річки Південний Буг – с. Тростянички значення емпіричної забезпеченості, визначену за різними формулами (табл. 2.4) [11].

При позитивній асиметричності розподілу як стокових рядів, так і їх забезпеченостей середні арифметичні значення вище медіанних, і криві забезпеченості, екстрапольовані за формулою Крицького–Менкеля, дають більш крутий похил порівняно з формулою Чегодаєва, в результаті чого розрахункові максимуми малої ймовірності перевищення виходять часто збільшеними. Формула Блохінова, що орієнтує верхні частини кривих на більш низькі значення забезпеченості при однакових витратах, дає менш крутий похил і менші значення, ніж вищезгадувані формули. Тобто приведені формули дають відчутну різницю в емпіричній забезпеченості переважно на кінцях кривої забезпеченості. Так, наприклад, емпірична забезпеченість максимумів ($m=1$) при періоді спостережень 50 років за формулою Хазена дорівнює 1%, за формулою Крицького–Менкеля - 1,96 %, а за формулою Чегодаєва і Блохінова – 1,39 і 1,20% відповідно (табл. 2.4) [11]. В середній

частині кривої розрахунки за цими формулами дають приблизно однакові результати. Таким чином, при однаковій довжині ряду перший член ряду буде мати найбільшу забезпеченість при розрахунку за формулою Крицького–Менкеля і найменшу за формулою Хазена, а для останнього члену ряду - навпаки. В роботі використана формула Крицького–Менкеля, бо вона найбільш чутлива щодо малих і великих значень забезпеченості і рекомендується багатьма дослідниками [11, 20, 26, 73, 101, 109].

Таблиця 2.4. Порівняльна таблиця визначення емпіричної забезпеченості за формулами Крицького–Менкеля, Чегодасєва, Блохінова, Хазена на прикладі середньорічних витрат води р. Південний Буг – с. Тростянич

№ з/п	Роки	Витрати, м ³ /с	Формула Крицького – Менкеля	Формула Чегодасєва	Формула Блохінова	Формула Хазена
1	2	3	4	5	6	7
1	1970	84,9	1,96	1,39	1,20	1
2	1969	82	3,92	3,37	3,19	3
3	1981	79,9	5,88	5,36	5,18	5
4	1979	75,9	7,84	7,34	7,17	7
46	1964	24,1	90,20	90,67	90,84	91
47	1993	23,8	92,16	92,66	92,83	93
48	1994	23,5	94,12	94,64	94,82	95
49	1954	22,1	96,08	96,63	96,81	97
50	1959	22	98,04	98,61	98,80	99

Для співставлення результатів розрахунків гідрологічних характеристик, одержаних різними методами, використані матеріали Держгідрометслужби, за якими сформована база гідрологічних даних за стоковими характеристиками (середньомісячні та середньорічні витрати води) р. Південний Буг (с. Олександрівка, с. Підгір'я) та деяких її приток. Серед розглянутих методів визначення витрат води різної забезпеченості, безумовно, найбільш продуктивним є метод апроксимації емпіричних кривих теоретичними, коли будуються точкові графіки (емпіричні криві) та підбираються теоретичні (лінії тренду) криві забезпеченості. Лінії тренду можуть бути побудовані на всіх двомірних діаграмах без накопичення (гістограми, лінійній діаграмі, точковому графіку, біржовій діаграмі тощо). Підібрано

шість видів апроксимації і згладжування, які можуть бути використані в графіках Microsoft Excel. Вибір тієї чи іншої функції визначається характером рядів і найбільшою величиною коефіцієнта детермінації R^2 .

Лінійна функція – це пряма лінія, яка найкращим чином апроксимує емпіричні дані у найпростіших випадках, коли вони збільшуються або зменшуються з постійною швидкістю, і визначається за методом найменших квадратів відповідно до рівняння (2.1)

$$y = m \cdot x + b, \quad (2.1)$$

де m – кут нахилу, b – координати перетину осі абсцис.

Ковзаюче середнє використовується як наближення і дозволяє згладжувати коливання даних для більш наочного простеження тенденції розвитку змінної величини. Число точок, що утворює лінію ковзаючого середнього дорівнює числу точок у вихідному ряді мінус значення періоду. Для визначення витрат води різної забезпеченості вищезгадувані функції не використовуються, але набули широкого використання в гідрології, наприклад при просторово-часовому аналізі гідрологічних величин.

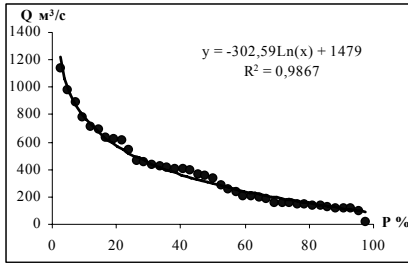
Логарифмічна функція добре апроксимує емпіричні величини, які зростають (або зменшуються), а потім поступово стабілізуються, що і є характерним для емпіричних рядів розподілу стокових характеристик. Описує як додатні, так і від'ємні величини. Використовується для апроксимації даних за методом найменших квадратів відповідно до рівняння (2.2)

$$y = c \cdot \ln \cdot x + b, \quad (2.2)$$

де b і c – константи.

Як приклад, на рис. 2.2 наведені емпірична та теоретична криві максимальних річних витрат води різної забезпеченості по р. Південний Буг – с. Підгір'я.

а)



б)

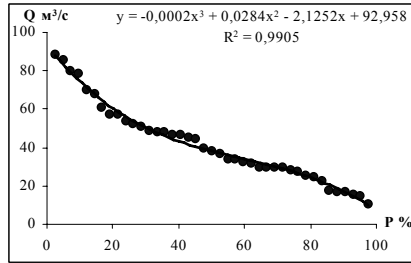


Рис. 2.2. Емпірична (точковий графік) та логарифмічна (а), поліноміальна (б) (суцільна лінія) криві максимальних (а) та середньомісячних (серпень) (б) витрат води різної забезпеченості по р. Південний Буг – с. Підгір'я

Поліноміальна функція використовується для апроксимації великого набору даних нестабільної величини, тобто змінюється хвилеподібно. Ступінь полінома визначається кількістю екстремумів (максимумів і мінімумів) кривої. Поліном другого ступеня може описати тільки один максимум або мінімум. Поліном третього ступеня має один або два екстремуми. Можливість використання поліноміальної апроксимації для визначення витрат води різної забезпеченості звичайно обмежується другим максимумом – третім ступенем полінома, особливо коли гідрологічні сукупності характеризуються генетичною однорідністю. Використовується для апроксимації емпіричних за методом найменших квадратів відповідно до рівняння (2.3)

$$y = b + c_1 \cdot x + c_2 \cdot x^2 + c_3 \cdot x^3 + \dots + c_6 \cdot x^6, \quad (2.3)$$

де b і c – константи.

Ступенева функція дає хороші результати, якщо залежність, яка є в даних, характеризується постійною швидкістю росту. Якщо в даних є нульові або від'ємні значення, використання ступеневого наближення неможливо. Наявність даної властивості функції обмежує її використання у розрахунках витрат води різної забезпеченості, особливо при нульовому стоку, коли річки перемерзають або пересихають, але в деяких випадках вона практично ідеально описує

емпіричні розподіли. Використовується для апроксимації даних за методом найменших квадратів відповідно до рівняння (2.4)

$$y = c \cdot x^b, \quad (2.4)$$

де b і c – константи.

Експоненціальну функцію слід використовувати в тому випадку, якщо швидкість зміни даних безперервно зростає. Але для даних, які мають нульові або від'ємні значення, цей вид наближення також не використовується. Апроксимації даних визначається за методом найменших квадратів відповідно до рівняння (2.5)

$$y = c \cdot e^{bx}, \quad (2.5)$$

де b і c – константи;

e – основа натурального логарифму.

Найбільш надійна лінія тренда, для якої значення R^2 дорівнює або близько до 1. При підборі лінії тренду для даних автоматично розраховується значення коефіцієнта детермінації R^2 , значення якого можна відобразити на графіку.

Для прикладу, результати розрахунків, у яких витрати води різної забезпеченості на досліджуваних річках у зимову (січень) межень отримані різними методами: графоаналітичним, методом моментів, методом найбільшої правдоподібності та методом апроксимації наведені в табл. 2.5. Порівняння результатів, отриманих методом апроксимації з графоаналітичним, який вважається найбільш універсальним та об'єктивним, показує їх незначну різницю. Так, для середньомісячних мінімальних витрат води р. Південний Буг у січні при забезпеченості 5–95% різниця між значеннями, одержаними за графоаналітичним методом і методом апроксимації, становить всього від десятих часток до кількох відсотків. Для інших методів (моментів, правдоподібності) ця різниця майже у всіх випадках помітно більша. Аналогічні співвідношення спостерігаються і для інших річок [85].

Таким чином, аналіз методів свідчить, що найбільш продуктивним методом визначення витрат води різної забезпеченості є запропонований метод апроксимації. Основними перевагами його є висока достовірність результатів, що забезпечується підбором функції з найвищим коефіцієнтом детермінації R^2 , який в усіх випадках вище або дорівнює 0,9. Другою позитивною ознакою є

коректна екстраполяція емпіричних даних з виділенням окремих зон великої і малої забезпеченості, також графічне та графоаналітичне визначення витрат води різної забезпеченості, що було детально розглянуто у роботі [114].

Таблиця 2.5. Середньомісячні мінімальні витрати води різної забезпеченості р. Південний Буг – с. Олександрівка у січні, м³/с

Розрахунковий метод	Забезпеченість, %							
	1	5	50	75	90	95	97	99
Графоаналітичний	245	157	52	36,8	24,5	22	17,3	12,4
Моментів	216	149	53,3	37,2	29,8	27,7	27,3	26,9
Найбільшої правдоподібності	213	138,3	56,5	41,2	31,3	26,6	23,9	20,6
Апроксимації	230	157,4	53,9	35,7	23,8	22,97	19,3	13,8

Створення електронних картосхем гідролого-гідрохімічних показників включає в себе кілька основних етапів проведених робіт:

- попередній збір необхідної інформації;
- частковий попередній аналіз на етапі занесення на магнітні носії;
- створення гідролого-гідрохімічної бази даних, в якій знаходиться вся необхідна інформація;
- автоматичний контроль, аналіз помилок, відкидання бракованих;
- підготовка електронних виборок для роботи програми;
- розрахунок „регулярної” сітки за даними виборок;
- підготовка оригінал-макетів і верстка для друку;
- друкування картосхем.

Збір необхідної інформації визначається тематикою, оперативністю картосхем, які необхідно отримати. Оскільки вихідна гідрохімічна інформація є найголовнішим чинником у створенні карт, то її розглянемо детальніше, а саме: форми подання гідрохімічної інформації та кількісні характеристики хімічного складу води.

При зборі й обробці гідрохімічної інформації необхідно звертати увагу на розмірність абсолютної концентрації компонентів, особливо якщо дані отримано з різних джерел. Розмірність абсолютних концентрацій різних груп складу води, як правило, передається таким

чином: для головних іонів – мг/дм³; для розчинених у воді газів – мг/дм³; біогенних елементів – мг/дм³, іноді мкг/дм³; мікроелементів – мкг/дм³. Різниця в поданні вимірів пов'язана з широким діапазоном концентрацій природних компонентів у воді.

Гідрохімічна інформація може подаватися у масовій, еквівалентній та процент-еквівалентній формах. Дані про масову форму передають абсолютні коливання вмісту елементів і частіше за все використовуються при гідрохімічних підрахунках. При еквівалентній формі подачі гідрохімічних даних всі речовини відображені в одиницях, пропорційно до яких вони вступають у реакцію. Процент-еквівалентна форма передає співвідношення між іонами, з її допомогою встановлюється хімічний тип води, виводиться сольова формула [21].

Крім кількісних характеристик, природна вода має якісні показники. Найважливіші з них є: жорсткість, лужність, прозорість, колір, смак, запах. При вивченні забрудненості води вводиться ще характеристика БСК (біохімічне споживання кисню). Якісні характеристики природних вод можуть бути використані при побудові гідрохімічних картосхем. Але необхідно звернути увагу на однорідність методики визначення, щоб у виборки не потрапляли величини, які визначено різними аналітичними методами. Наприклад, окиснюваність може бути біхроматна і перманганатна. В цьому випадку обов'язково в базі даних потрібно вказати на метод визначення окиснюваності.

Помилки і неточності при гідрохімічних дослідженнях можуть виникати в основному при відборі, зберіганні і аналізі проб. Серед загальної кількості помилок можна виділити систематичні, випадкові і грубі похибки. Систематичні похибки визначення концентрацій компонентів завжди близькі за своєю величиною і, як правило, викликані постійними чинниками: незворотними процесами в пробах, які зберігаються; похибками в підготовці розчинів у лабораторіях тощо. Випадкові похибки для аналізів можуть викликатися різними причинами як суб'єктивного, так і об'єктивного характеру. Грубі похибки виникають, як правило, завдяки неухважності виконавця при виконанні аналізу або при перенесенні результатів до книги або магнітного носія [21, 68].

Похибок неможливо уникнути навіть при повній автоматизації процесу отримання гідрохімічних даних: збій і неточність у роботі устаткування, електромагнітні та електронні перешкоди тощо. У

зв'язку з цим необхідно на етапі занесення на магнітні носії отриманих результатів хімічних аналізів програмним шляхом спробувати відбракувати хоча б частину помилок.

При занесенні первинної інформації на магнітні носії може виникнути ціла низка проблем. Основною з них є наявність „прогалин” і несистематизованість записів гідрохімічних спостережень. Досить важко занести до комп'ютера записи типу „не проводилися спостереження”, „дані втрачено” тощо. Багато уваги необхідно приділяти механічним описам: зайві нулі тощо. При наборі інформації до бази даних можна відкидати такі варіанти записів або коригувати їх.

Занесення даних до створеної гідрохімічної бази відбулося з дотриманням викладених вище застережень і з урахуванням всіх очікуваних проблем.

Для характеристики та просторово-часової оцінки гідрохімічного режиму Південного Бугу та його приток було визначено 19 пунктів спостережень за хімічним складом води: 6 – на р. Південний Буг, 13 – на її притоках (річки Бужок, Іква, Згар, Рів, Соб, Савранка, Кодима, Синюха, Велика Вись, Чорний Ташлик, Мертвовід та Інгул) (див. табл. 2.1).

Вихідну гідрохімічну інформацію за різний період по кожному пункту спостереження було сформовано відповідно до основних сезонів: весняної повені, літньо-осінньої та зимової межені. Це дало змогу виділити генетично однорідні сукупності, що характеризують періоди з переважанням тих чи інших процесів формування хімічного складу річкових вод під впливом сезонних змін.

Із сформованих за сезонами рядів гідрохімічних даних виводилися середні значення для наступних груп компонентів хімічного складу вод: 1) фізико-хімічні показники (рН, O_2 , CO_2 , біхроматна окиснюваність – БО, біохімічне споживання кисню за 5 діб – БСК₅); 2) головні іони – (HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+) та мінералізація води; 3) мікроелементи – ($Fe_{заг}$, Cu, Zn, Mn); 5) специфічні забруднювальні речовини – (СПАР, феноли, нафтопродукти) [21].

Виконану роботу зі створення гідролого-гідрохімічних електронних карт, які характеризують параметри стоку річок басейну Південного Бугу, можна умовно розділити на три етапи:

- створення картосхеми-основи басейну Південного Бугу з місцеположенням гідролого-гідрохімічних постів та внесення даних досліджень до таблиць;

- вибір способів зображень та побудова картографічних зображень за даними досліджень;

- остаточне оформлення картосхем, підготовка їх до друку.

Для роботи з даними досліджень були обрані такі програмні продукти:

- геоінформаційна система (ГІС), MapInfo v.7.0;

- Golden Software Surfer v.7.0;

- редактор векторної графіки CorelDraw v.11.

На першому етапі було використано геоінформаційну систему MapInfo як доступну і просту в користуванні ГІС, що має необхідний інструмент для створення подібних картосхем [81, 82]. Картосхему-основу було створено шляхом векторизації сканованого зображення карти басейну Південного Бугу з нанесеними на ній гідролого-гідрохімічними постами та пунктами відбору проб води для хімічного аналізу.

Скановане зображення було відкрите в MapInfo як растровий файл, тобто географічна прив'язка не виконувалася, оскільки не було потреби в подальшому поєднанні зображення з іншими картографічними об'єктами, що мають географічну прив'язку. При цьому був автоматично створений файл *gastg.tab*. Для ручної векторизації використовувалися такі операції:

- полілінії – для зображення лінійних об'єктів гідрографії (річок);

- полігони – для зображення площинних об'єктів гідрографії (озер, водосховищ тощо);

- символи – для зображення точкових об'єктів (гідропостів).

Інформація була внесена до двох шарів: гідрографія та гідрологічні пости. Відповідно в MapInfo було створено дві таблиці: *gidro.tab* та *gidropost.tab*.

Кожна табуляція складається, як мінімум, з чотирьох файлів:

- Назва *.tab*: цей файл описує структуру таблиці. Це невеликий текстовий файл, що описує формат файла даних.

- Назва *.dat* (або **.wks*, **.dbf*, **.xls*): ці файли містять табличні дані. Для растрових зображень, що входять до таблиці, відповідними розширеннями будуть **.bmp*, **.tif*, **.jpg* або **.gif*.

- Назва *.mar*: цей файл описує географічні об'єкти.

- Назва .id: цей файл є файлом перехресних посилань, що зв'язують дані з об'єктом.

Основним призначенням програми SURFER є обробка та візуалізація двовимірних наборів даних, що описуються функцією виду $z = f(x, y)$ [5]. Логіку роботи з пакетом можна подати у вигляді трьох основних функціональних блоків:

- побудова цифрової моделі поверхні;
- допоміжні операції з цифровою моделлю поверхні;
- візуалізація поверхні.

Цифрова модель поверхні традиційно подається у вигляді значень у кутах регулярної прямокутної сітки, дискретність якої визначається згідно з поставленими завданнями. Для зберігання цієї інформації SURFER використовує власні файли *.grd. Крім того, в програмі є графічний редактор для введення і корекції значень в області сітки. При цьому зміни відразу видно на карті ізоліній. Ця функція є необхідною для цілої низки задач (зокрема пов'язаних із дослідженням природних даних), які, зазвичай, неможливо задати точною математичною моделлю.

Побудова сітки – це створення регулярного масиву вузлових точок по нерегулярному масиву (масиву, в якому координати X,Y розповсюджені по площині карти нерегулярно) методами інтерполяції або екстраполяції значень вихідних точок даних на рівномірно розподілені вузли сітки. Програма SURFER пропонує кілька методів побудови регулярних сіток, що використовують різні методи інтерполяції даних. Розрахунок регулярної сітки за нерегулярними даними провадиться за допомогою підрозділу GRID програми SURFER. Підпрограмою GRID передбачено кілька методів створення регулярних сіток, серед яких виділено нами метод Крігінг (Kriging), який використовувався нами раніше при побудові гідрохімічних карт.

Геостатистичний метод KRIGING є одним з найбільш гнучких методів, був розроблений для застосування в багатьох галузях. Основною особливістю є те, що він шукає внутрішні залежності і тенденції запропонованих даних так, щоб значення, які виділяються на загальному фоні, були зв'язані з основними і ефект bull's-eye („коров'яче око”) не був присутнім окремими контурами на створюваній карті.

Розробники програми SURFER рекомендують вищезазначений метод як найбільш універсальний для будь-яких наборів даних. У

порівнянні з іншими, KRIGING–метод найкраще провадить інтерполяцію за великими наборами даних. Тому він найбільш придатний для виявлення регіональних закономірностей у розподілі модулів стоку і формуванні хімічного складу природних вод за багаторічними спостереженнями [5].

2.2.2. Методика екологічної оцінки якості води

Упродовж 1996–1998 рр. вченими провідних наукових центрів гідроекологічного напрямку (УкрНДІЕП, ІГБ НАН України, та УНДІВЕП) завдяки гранту, одержаному від Уряду Канади через Міжнародний центр досліджень і розвитку (IDRC) підготовлено міжвідомчий керівний нормативний документ „Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями”. Зазначена методика ґрунтується на вітчизняному, європейському та світовому досвіді класифікації та оцінки якості поверхневих вод в екологічному аспекті, а також враховує вимоги ЄС та ООН стосовно водної політики. Ця методика погоджена з Державним комітетом України по водному господарству і Державним комітетом України по гідрометеорології та затверджена наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України від 31.03.98 р. № 44 та набрала чинності з 01.01.99 р. [80].

Методика розроблена на виконання ст.20 Закону України „Про охорону навколишнього природного середовища” та відповідно до вимог статей 35 і 37 „Водного кодексу України” щодо розробки нормативних документів у галузі охорони, раціонального використання та відтворення водних ресурсів, а також з урахуванням вимог „Директив Європейського Союзу про поетапне застосування санітарних, екологічних, ветеринарних і фіто-санітарних норм” і міжнародних стандартів [15, 71].

Відповідно до методики, характеристика якості поверхневих вод здійснюється на основі екологічної класифікації, що включає широкий набір гідрофізичних, гідрохімічних, гідробіологічних, бактеріологічних та інших показників, які об’єднані в три блоки – сольовий склад води; трофо-сапробіологічні (еколого-санітарні) показники якості води; специфічні речовини токсичної та радіаційної дії – та відображають особливості абіотичної і біотичної складових водних екосистем.

Блок показників сольового складу води включає чотири спеціалізовані класифікації якості води за наступними критеріями: класифікація якості поверхневих вод суші та естуаріїв за критерієм мінералізації; класифікація якості поверхневих вод суші за критеріями іонного складу, класифікація якості прісних гіпо- та олігогалинних вод за критеріями забруднення компонентами сольового складу; класифікація якості солонуватих β -мезогалинних вод за критеріями забруднення компонентами сольового складу.

Екологічна класифікація якості поверхневих вод суші за трофо-сапробіологічними (еколого-санітарними) критеріями включає такі групи показників: 1) гідрофізичні; 2) гідрохімічні; 3) гідробіологічні; 4) бактеріологічні; 5) сапробні.

Блок специфічних речовин токсичної дії включає три спеціалізовані класифікації: за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної дії; екологічну класифікацію якості поверхневих гіпо- та олігогалинних і солонуватих β -мезогалинних вод за рівнем токсичної дії та екологічну класифікацію поверхневих вод за критеріями специфічних показників радіаційної дії.

У цілому екологічна оцінка зводиться до визначення блокових індексів якості води для кожного з трьох блоків (I_1 , I_2 , I_3) за середніми та найгіршими значеннями показників якості води. Визначення об'єднаної оцінки якості води полягає у обчисленні інтегрального, або екологічного, індексу (I_E) як середнього значення з суми $I_1+I_2+I_3$. Екологічний індекс якості води, як і блокові індекси, обчислюється для середніх і для найгірших значень категорій окремо: $I_{E\text{сеп}}$ та $I_{E\text{макс}}$.

За допомогою цих індексів визначається приналежність вод до певного класу та категорії якості води з використанням відповідних класифікацій за критеріями сольового складу води, трофо-сапробіологічними (еколого-санітарними) та вмістом специфічних речовин токсичної та радіаційної дії [80].

Слід зазначити, що дана методика побудована на трьох принципових засадах: сучасність, універсальність і практичність. Сучасність методики полягає у дотриманні екосистемної парадигми, тобто панівної ідеї про захист і відновлення цілісності водних екосистем. „Водна політика і водогосподарська діяльність повинні базуватися на екосистемному підході ” – така рекомендація урядам країн Європейської економічної комісії (ЄЕК) ООН була прийнята

старшими радниками урядів СЕК з проблем довкілля і водних ресурсів ще в березні 1992 р. Відповідно до рекомендацій, оцінка стану водних екосистем повинна ґрунтуватися на комплексних параметрах з точки зору якості і кількості цих ресурсів, а також з точки зору збереження флори і фауни.

Також сучасність розробленої методики полягає в тому, що комплекс екологічних класифікацій якості води має гнучку систему ранжування критеріїв якості води. В 6-ти випадках з 8-ми вони нараховують 5 класів і одночасно 7 категорій якості води. Поділ усього можливого спектру величин показників якості поверхневих вод України на 5 класів відповідає вимогам проекту „Основної рамкової Директиви ЄС по воді” і співпадає з такою ж кількістю класів у класифікаціях якості води у багатьох європейських країнах (Фінляндія, Норвегія, окремі землі Німеччини, Чехія, Словаччина тощо).

Необхідно зазначити, що якість води у водних об'єктах України здебільшого відповідає за своєю природою II і III класам, тому кожен з цих класів поділений ще на дві категорії. Таким чином, наявність в екологічній класифікації якості води шкали із семи категорій дозволяє не тільки усувати невизначеність щодо приналежності вод, які знаходяться на межі класів, а і чітко поділяти води за якістю в межах найпоширеніших в Україні II і III класів.

Універсальність методики полягає в тому, що вона є системою досить відмінних між собою, але необхідних екологічних класифікацій, кожна з яких, в свою чергу, є певною системою ранжованих кількісних критеріїв якості води. Ця, на перший погляд, складність забезпечує водночас універсальність застосування методики, гнучкість, дає можливість вибору варіантів (повної та неповної) екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями.

Практичність методики полягає в тому, що в її основу покладені ті первинні, елементарні показники якості води, які в переважній більшості визначаються в моніторингових системах Держгідрометслужби, Держводгоспу та Мінприроди України [80].

Також необхідно зазначити, що не досить забезпечене визначення показників біотестування потребує підсилення визначення гідробіологічних показників, у першу чергу, індексів сапробності.

Цінним доповненням до „Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями” є „Методика картографування екологічного стану поверхневих вод”, що розроблена фахівцями Інституту географії НАН України разом із спеціалістами трьох вищезазначених наукових установ [60].

РОЗДІЛ 3

ПРОСТОРОВО-ЧАСОВИЙ РОЗПОДІЛ ГІДРОЛОГО-ГІДРОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ У ПОВЕРХНЕВИХ ВОДАХ БАСЕЙНУ Р. ПІВДЕННИЙ БУГ

3.1. Гідрологічні показники

Як свідчить аналіз гідрологічних даних з 1918 по 1999 рр., незважаючи на значну зарегульованість (близько 200 водосховищ і 6,9 тис. ставків із сумарним об'ємом $1,5 \text{ км}^3$) та широке використання водних ресурсів для різних галузей економіки, витрати р. Південний Буг – с. Олександрівка у 1918–1950 рр. становили $88,1 \text{ м}^3/\text{с}$. Після створення більшості водосховищ і ставків у 1951–1980 рр. – близько $92,8 \text{ м}^3/\text{с}$, а після спорудження водоймища-охолоджувача Південно-Української АЕС у 1981–1999 рр. – $92,1 \text{ м}^3/\text{с}$. Підвищення водності р. Південний Буг, що простежується за хронологічним графіком та різницевою інтегральною кривою (рис. 3.1–3.2), пояснюється багатоводним періодом, який розпочався з кінця 70-х років минулого століття [9, 113].

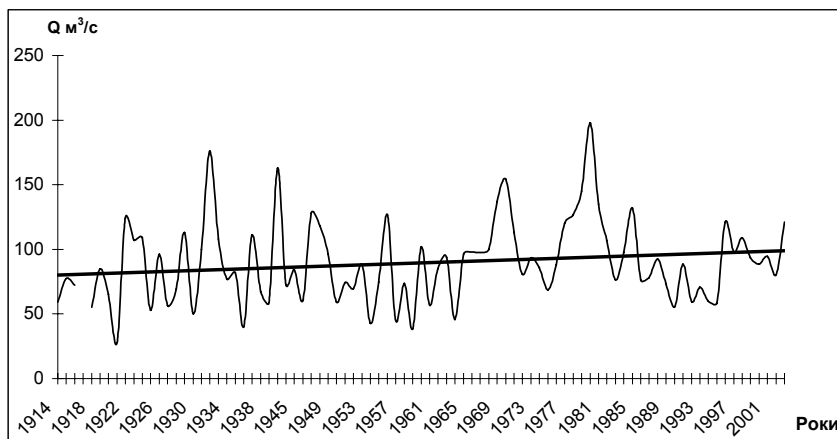


Рис. 3.1. Хронологічний графік розподілу середньорічних витрат води р. Південний Буг – с. Олександрівка (1918 – 1999 рр.)

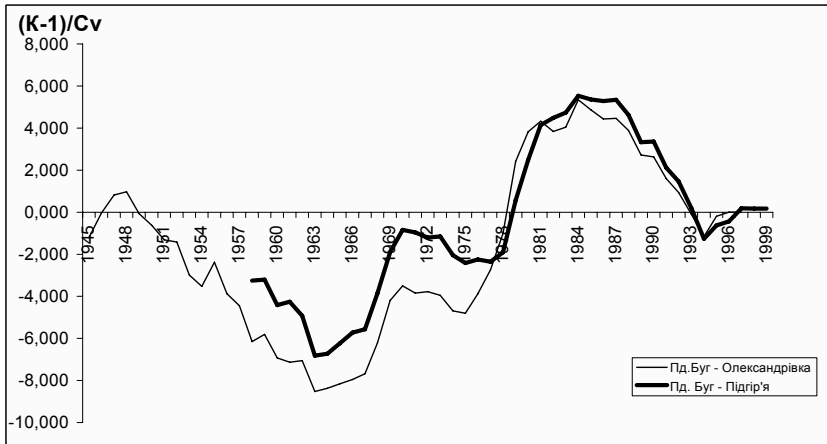


Рис. 3.2. Різницева інтегральна крива р. Південний буг у районі с. Підгір'я та с. Олександрівка (1945 – 1999 рр.)

Після створення більшості ставків та водосховищ, з початку 60-х років минулого сторіччя середньомісячні мінімальні витрати води у створі посту Олександрівка в меженний період збільшилися майже в 1,5 рази, а максимальні витрати у повінь зменшилися практично в 2 рази (рис. 3.3) [89, 117, 119].

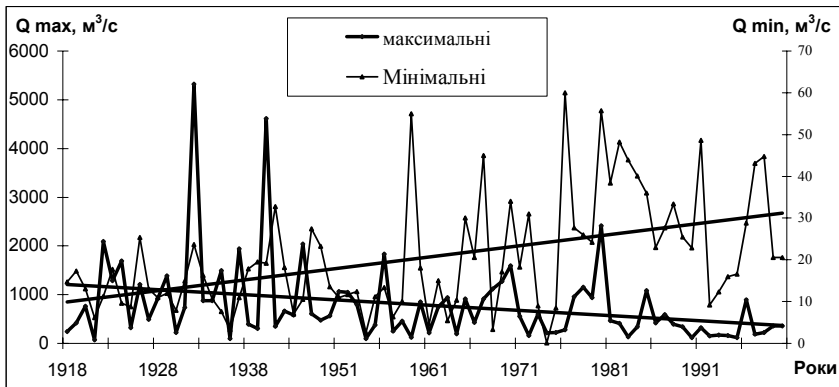


Рис. 3.3. Максимальні і мінімальні витрати води р. Південний Буг – с. Олександрівка (1918 – 1999 рр.)

Неоднорідна ситуація у формуванні стоку р. Південний Буг спостерігається по його довжині. Так, у пункті спостережень в районі с. Лелетка, який розташований за 654 км від гирла річки та має площу водозбору 4000 км², середньорічні витрати зростають. А вже у пункті спостережень в районі с. Тростянич, який розташований за 370 км від гирла з площею водозбору 17400 км², середньорічні витрати води зменшується, що чітко простежується на відповідних графіках (рис. 3.4–3.5) [33, 110].

Натомість, на замикаючому створі Олександрівка, що розташований за 132 км від гирла з площею водозбору 46200 км², динаміка середньорічних витрат води має певну тенденцію до збільшення (див. рис. 3.1).

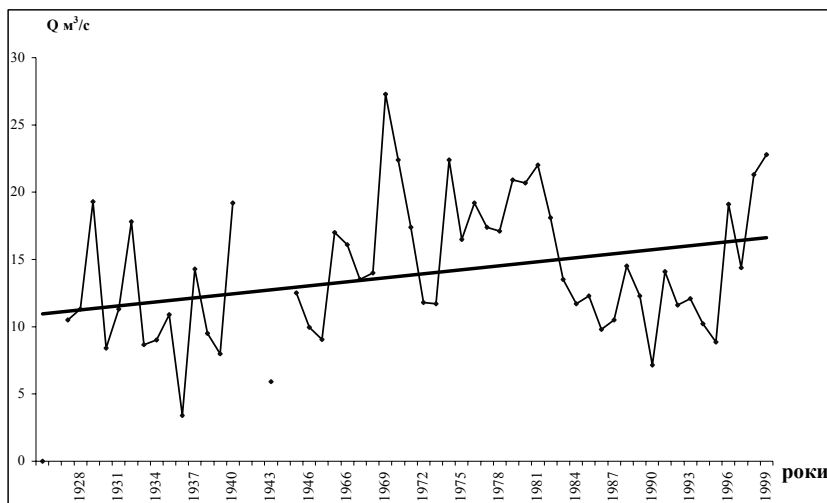


Рис. 3.4. Хронологічний графік розподілу середньорічних витрат води р. Південний Буг – с. Лелетка (1918 – 1999 рр.)

Зменшення середньорічних витрат води на посту Тростянич пояснюється наявністю Ладижинського водосховища руслового типу, що розташоване вище водпоста. Водосховище має комплексне призначення: воно є охолоджувачем Ладиженської ТЕС і водночас слугує для роботи ГЕС. Водосховище може здійснювати і певне сезонне регулювання стоку.

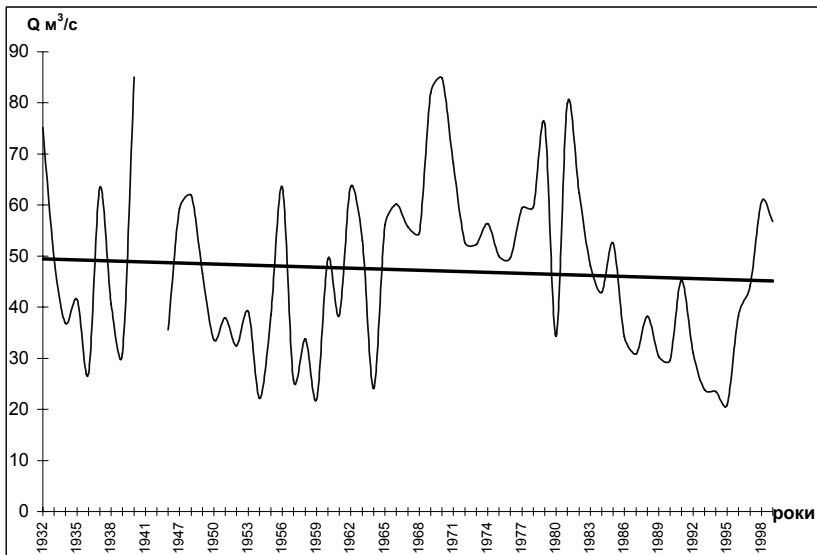


Рис. 3.5. Хронологічний графік розподілу середньорічних витрат води р. Південний Буг – с. Тростяничик (1932 – 1999 рр.)

Внутрішньорічний розподіл стоку в середній по водності 50% та маловодний рік 95% забезпеченості характеризується більшою рівномірністю протягом року, але вересневі витрати води 50% забезпеченості на посту Тростяничик дещо перевищують ці самі витрати води на посту Олександрівка, що пояснюється більшими скидами води із водосховища за найбільш несприятливих умов формування стоку р. Південний Буг в кінці літа – на початку осені (рис. 3.6–3.7).

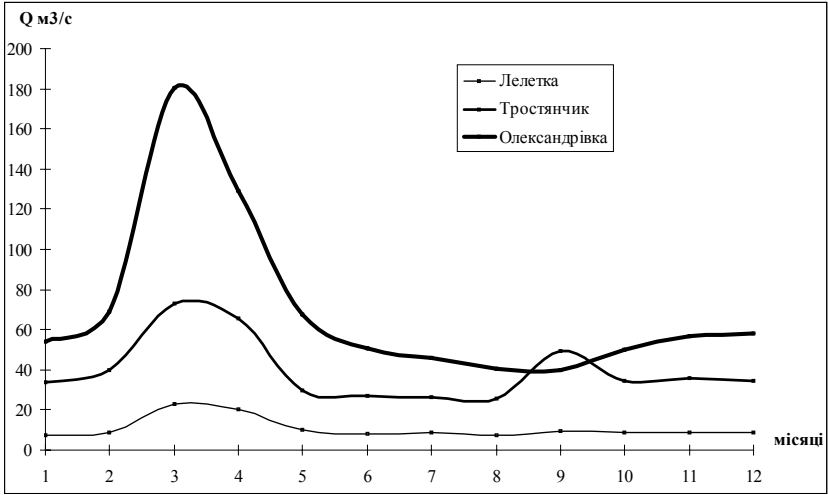


Рис. 3.6. Внутрішньорічний розподіл стоку витрат 50% забезпеченості в районі сіл Лелетка, Тростянчик та Олександрівка

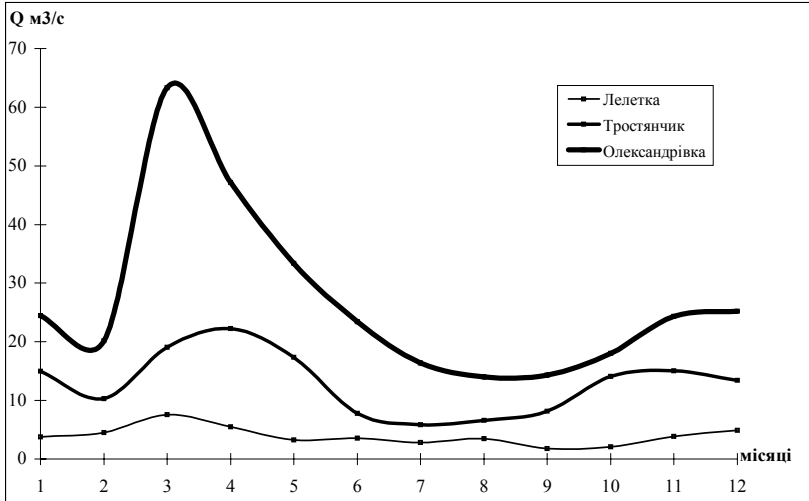


Рис. 3.7. Внутрішньорічний розподіл стоку витрат 95% забезпеченості в районі сіл Лелетка, Тростянчик та Олександрівка

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 складі Південно-Українського енергокомплексу.

За допомогою геоінформаційної системи MapInfo та комп'ютерної програми SURFER, з метою просторової оцінки умов формування стоку р. Південний Буг були побудовані картосхеми розподілу середньорічних (50%, 95%) та середньомісячних (50%) модулів стоку зазначеної забезпеченості.

Розподіл мінімальних модулів стоку річок басейну Південного Бугу 95% забезпеченості за кожен з 12 місяців наведено на картосхемах рис. 1–12.

Мінімальний стік формується у зиму та літньо-осінню межень. У зиму межень, найменші модулі стоку спостерігаються у січні, змінюючись у межах $0,65 - 0,25 \text{ дм}^3/\text{с}\cdot\text{км}^2$ у верхній та середній частинах басейну Південного Бугу, і різко зменшуючись, до $0,05 \text{ дм}^3/\text{с}\cdot\text{км}^2$, 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 $0,2 \text{ дм}^3/\text{с}\cdot\text{км}^2$.

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.

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.

Найбільші значення 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.

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 ($0,35\text{--}0,1 \text{ дм}^3/\text{с}\cdot\text{км}^2$), 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 [50, 54].

З урахуванням фізико-географічних особливостей на території басейну Південного Бугу можна виділити 4 райони [98].

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.

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.

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.

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%.

Четвертий район охоплює басейни річок Чичикля, Мертвотид, Гнилий Єланець, 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 Єланець, 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.

3.2. 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 [40, 47, 95].

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 [45, 83].

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 [1]. Шосту групу – забруднювальні речовини – виділив А. Никаноров [63], а сьома група – радіоактивні елементи – виділена В. Хільчевським [25, 70].

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 [67]. 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.

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.

Використано 14 пунктів спостереження за хімічним складом річкових 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^{2-} , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ та \sum_i)

- фізико-хімічні показники (рН, O_2 – вміст та насичення %) та показники вмісту органічної речовини (через БО – біохроматнау окиснюваність, БСК₅ – біохімічне споживання кисню за 5 діб та колірність води);

- біогенні речовини (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , $\text{N}_{\text{мін}}$, $\text{P}_{\text{мін}}$, $\text{P}_{\text{орг}}$, $\text{P}_{\text{зар}}$, Si);

- мікроелементи (Fe_{зар}, 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.

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 ($\text{N}_{\text{мін}}$) та фосфор в органічній формі ($\text{P}_{\text{орг}}$), одержані розрахунковим методом.

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 Причорно-

морській 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.

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 [70].

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.

Головні іони та мінералізація води. Головними називаються іони, вміст яких у природних водах досягає найбільших – до сотень і тисяч мг/дм³ – концентрацій. До них належать гідрокарбонатні та карбонатні аніони, які формуються у межах карбонатної системи, сульфатні та хлоридні, а також катіони – кальцій, магній, натрій і калій. Калій, крім того, дуже важливий елемент, що впливає на біогенні процеси, тому калійні добрива разом з азотними і фосфорними, широко використовуються в сільському господарстві. Поверхневі та підземні води зони активного водообміну кожної фізико-географічної зони і навіть провінції мають свої характерні риси, які визначаються в основному вмістом та співвідношенням головних іонів. Різноманітність хімічного складу природних вод пояснюється зміною фізико-географічних умов та взаємодією водних розчинів з різними ґрунтами і гірськими породами [25, 39, 70]. На вміст головних іонів, особливо сульфатів та хлоридів натрію, магнію, в сучасний період значною мірою впливають антропогенні фактори.

Головні іони є основою майже всіх класифікацій природних вод за хімічним складом. Тип хімічного складу природних вод наочно відображає формула іонного складу води Курлова. Це псевдодріб, в

чисельнику якого розміщені аніони (у процент-еквівалентах) в порядку їх зменшення, а у знаменнику – в такому ж порядку катіони. Зліва від формули наводиться мінералізація води у г/дм³.

У роботі середні величини вмісту головних іонів для кожної статистичної сукупності перераховувалися в мг–еквівалентну, а потім – у процент-еквіваленту форму, яка використана при складанні формули іонного складу, оскільки у цих формулах наведені тільки головні іони. Таким чином для кожної вибіркової сукупності розрахована одна формула, яка відображає найбільш ймовірний тип хімічного складу води. При найменуванні типу хімічного складу води враховувалися ті іони, вміст яких був на рівні 25%–екв. і більше. Тип води поіменованій в спадаючому порядку, спочатку по аніонах, а потім по катіонах. Такий підхід до узагальнення гідрохімічних даних, за допомогою формул іонного складу, запропонований гідрохіміками Київського національного університету імені Тараса Шевченка у 70-і роки минулого сторіччя [21, 69]. Він дозволяє за зміною %-еквівалентного вмісту головних іонів у формулах оцінити динаміку зміни хімічного складу природних вод у просторово-часових аспектах.

Мінералізація та головні іони належать до важливих гідрохімічних показників, за якими оцінюється якість води для різного виду водокористування. Так, за лімітуючими показниками шкідливості (ЛПШ), вміст сульфат-іонів не має перевищувати 500 мг/дм³, хлоридних – 350, кальцію – 180, магнію – 40, натрію – 120 та калію – 50 мг/дм³, а мінералізація води для господарсько-питного та культурно-побутового водокористування не має перевищувати 1 г/дм³ [96].

Середні концентрації головних іонів і величин мінералізації у річкових водах у весняну повинь, літньо-осінню та зимову межень показані в таблицях 3.1 – 3.3, а тип хімічного складу води за цими середніми величинами – у табл. 3.4. В іонному складі річкових вод основний внесок належить гідрокарбонатам кальцію та магнію. У весняну повинь середня концентрація *гідрокарбонатних іонів* змінюється від 235–295 мг/дм³ у верхній частині Південного Бугу до 312–350 мг/дм³ у нижній його частині. У воді правобережних приток у повинь середня концентрація HCO_3^- становить 290–412 мг/дм³, з меншими концентраціями у притоках верхів'я Південного Бугу (р. Рів). У притоках середньої та нижньої частини басейну концентрація HCO_3^- досягає найбільших величин (рр. Савранка, Кодима). Подібна

тенденція спостерігається і для лівобережних приток. Якщо у воді р. Соб у верхів'ях середня концентрація іонів HCO_3^- становить 315 мг/дм^3 то південніше вона підвищується до $376\text{--}390 \text{ мг/дм}^3$ (рр. Синюха, Велика Вись, Чорний Ташлик). У воді р. Інгул у повинь середні концентрації гідрокарбонатних іонів коливалися у різних пунктах у межах $379\text{--}340 \text{ мг/дм}^3$. При цьому більші величини характерні для верхів'я Інгулу (м. Кіровоград), а менші – для нижньої течії (с. Новогорожене).

У літньо-осінню межень середні концентрації HCO_3^- дещо підвищуються – до $322\text{--}332 \text{ мг/дм}^3$ у верхній частині басейну та до 352 мг/дм^3 біля м. Первомайськ. Ще нижче за течією, біля с. Олександрівка середня концентрація HCO_3^- становить 340 мг/дм^3 , що можна пояснити впливом скидів води, з меншими концентраціями HCO_3^- , із Олександрівського водосховища. У воді правобережних приток середній вміст гідрокарбонатних іонів збільшується з півночі на південь – з 323 мг/дм^3 (р. Рів) до $392\text{--}423 \text{ мг/дм}^3$ (рр. Савранка, Кодима). У лівобережних притоках ці величини також збільшуються у цьому напрямку до 307 мг/дм^3 (р. Соб) та $376\text{--}423 \text{ мг/дм}^3$ (рр. Синюха, Чорний Ташлик). Для р. Інгул підвищення концентрації HCO_3^- незначне – середні величини становлять $386\text{--}380 \text{ мг/дм}^3$ (м. Кіровоград) та 360 мг/дм^3 (с. Новогорожене).

Для зимової межені, коли річки басейну Південного Бугу переходять, головним чином, на живлення підземними водами, вміст HCO_3^- у річкових водах найбільший. Так, середні концентрації цього аніону у верхів'ях становлять $368\text{--}370 \text{ мг/дм}^3$, а у нижній частині досягають 380 мг/дм^3 (див. табл. 3.3). Подібна тенденція характерна і для приток Південного Бугу – у воді правобережних приток середні концентрації HCO_3^- з півночі на південь збільшуються до 350 мг/дм^3 (р. Рів) та до $404\text{--}461 \text{ мг/дм}^3$ (рр. Савранка, Кодима). У воді лівобережних приток ці величини збільшуються до 374 мг/дм^3 р. Соб) та $397\text{--}448 \text{ мг/дм}^3$ (рр. Синюха, Чорний Ташлик).

Таким чином, для розподілу середніх концентрацій гідрокарбонатних іонів у річкових водах басейну Південного Бугу спостерігається класична закономірність – збільшення цих величин у літньо-осінню і, особливо, зимову межень, що пов'язано зі зміною джерел живлення. Але ця закономірність проявляється у дещо згладженому вигляді, через значну зарегульованість стоку Південного Бугу. У просторовому плані спостерігається збільшення вмісту HCO_3^- у річкових водах з півночі на південь, що пов'язано з

впливом фізико-географічних та геолого-гідрологічних чинників, про що вже йшлося.

Таблиця 3.1. Середня концентрація головних іонів і величини мінералізації води р. Південний Буг та її приток за період весняної повені (1980–2004 рр.), мг/дм³

№ з/п	Річка - пункт	Головні іони							
		НСО ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	СГ	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ _i
1	р. Південний Буг – м. Хмельницький, 0,5 км нижче міста	235	51	69	72	27	30	6	490
2	р. Південний Буг – м. Вінниця, 0,5 км нижче міста	295	39	38	88	24	28	4,9	514
3	р. Південний Буг – м. Первомайськ, 0,5 км нижче міста	312	78	44	78	30	41	17	600
4	р. Південний Буг – с. Олександрівка	350	90	46	70	35	42	16	650
5	р. Рів – с. Демидівка	290	46	38	76	18	27	12	507
6	р. Соб – с. Зозів	315	50	27	66	24	19	9	510
7	р. Савранка – с. Осички	385	81	35	86	31	37	20	675
8	р. Кодима – с. Катеринка	412	133	65	82	39	71	33	835
9	р. Синюха – с. Синюшин Брід	390	86	47	82	32	47	24	708
10	р. Велика Вись – смт Ямпіль	376	80	46	81	33	42	33	681
11	р. Чорний Ташлик – с. Тарасівка	382	189	73	87	43	76	42	842
12	р. Інгул – м. Кіровоград, 0,5 км вище міста	375	161	92	100	32	108	14	882
13	р. Інгул – м. Кіровоград, 0,5 км нижче міста	379	173	97	98	32	104	18	901
14	р. Інгул – с. Новогорожене	340	234	102	92	45	98	35	766

Таблиця 3.2. Середня концентрація головних іонів і величини мінералізації вод р. Південний Буг та її приток за період літньо-осінньої межени (1980–2004 рр.), мг/дм³

№ з/п	Річка - пункт	Головні іони							
		НСО ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Сl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ _i
1	р. Південний Буг – м. Хмельницький, 0,5 км нижче міста	322	48	42	90	28	28	5	583
2	р. Південний Буг – м. Вінниця, 0,5 км нижче міста	332	42	36	76	21	26	4	537
3	р. Південний Буг – м. Первомайськ, 0,5 км нижче міста	352	89	50	78	33	50	17	669
4	р. Південний Буг – с. Олександрівка	340	105	52	74	34	49	20	674
5	р. Рів – с. Демидівка	323	42	41	78	23	25	12	544
6	р. Соб – с. Зозів	307	46	30	72	26	20	7,4	508
7	р. Савранка – с. Осички	392	78	38	87	31	38	24	690
8	р. Кодима – с. Катеринка	423	128	70	88	41	70	30	850
9	р. Синюха – с. Синюшин Брід	376	87	51	77	32	49	25	697
10	р. Велика Вись – смт Ямпіль	423	83	48	79	37	48	27	745
11	р. Чорний Ташлик – с. Тарасівка	396	216	92	93	51	83	44	975
12	р. Інгул – м. Кіровоград, 0,5 км вище міста	386	158	110	82	33	130	30	929
13	р. Інгул – м. Кіровоград, 0,5 км нижче міста	380	167	112	89	33	132	31	944
14	р. Інгул – с. Новогорожене	360	283	149	96	49	94	26	1056

Таблиця 3.3. Середня концентрація головних іонів і величини мінералізації води р. Південний Буг та її приток за період зимової межени (1980–2004 рр.), мг/дм³

№ з/п	Річка - пункт	Головні іони							
		НСО ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	СГ	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ _i
1	р. Південний Буг – м. Хмельницький, 0,5 км нижче міста	368	52	47	105	32	29	5	638
2	р. Південний Буг – м. Вінниця, 0,5 км нижче міста	370	55	40	102	25	21	6	619
3	р. Південний Буг – м. Первомайськ, 0,5 км нижче міста	378	82	46	79	33	35	17	670
4	р. Південний Буг – с. Олександрівка	380	93	52	75	39	42	20	701
5	р. Рів – с. Демидівка	350	51	43	98	24	20	8,8	595
6	р. Соб – с. Зозів	374	52	40	102	25	17	8,2	618
7	р. Савранка – с. Осички	404	113	39	95	38	39	19	747
8	р. Кодима – с. Катеринка	461	190	93	99	53	83	40	1019
9	р. Синюха – с. Синюшин Брід	448	104	61	87	44	52	28	824
10	р. Велика Вись – смт Ямпіль	397	84	51	81	42	49	27	731
11	р. Чорний Ташлик – с. Тарасівка	398	220	96	110	50	76	40	990
12	р. Інгул – м. Кіровоград, 0,5 км вище міста	450	146	94	95	36	102	18	941
13	р. Інгул – м. Кіровоград, 0,5 км нижче міста	451	160	113	103	37	103	25	992
14	р. Інгул – с. Новогорожене	363	283	137	118	41	82	66	1090

Сульфатні іони зазвичай у прісних водах посідають серед аніонів другу позицію після гідрокарбонатних іонів. На їх формування поряд із природними чинниками певною мірою впливають антропогенні

фактори, особливо скид господарсько-побутових та промислових стічних вод. У весняну повинь вміст сульфат-іонів помітно збільшується з півночі на південь. Якщо у верхів'ях р. Південний Буг їх середній вміст становить 51–39 мг/дм³, то у нижній частині збільшується до 78–90 мг/дм³, тобто майже у два рази. Слід зазначити, що на збільшення вмісту сульфатів та хлоридів у воді нижче м. Хмельницький впливають стічні води. Стічні води м. Вінниця у цьому відношенні впливають на сольовий склад води р. Південний Буг менше. У воді правобережних приток у весняну повинь вміст SO₄²⁻ різко зростає з півночі на південь – від 46 мг/дм³ (р. Рів) до 81–131 мг/дм³ (рр. Савранка, Кодима). Аналогічна тенденція спостерігається і для приток – тут середні концентрації сульфат-іонів збільшуються від 50 мг/дм³ (р. Соб) до 80–189 мг/дм³ (рр. Синюха, Велика Вись, Чорний Ташлик). Найбільший вміст SO₄²⁻ спостерігається у воді р. Інгул – від 161–173 мг/дм³ (м. Кіровоград) до 234 мг/дм³ (с. Новогорожене).

У літньо-осінню та зимову межень вміст сульфат-іонів у воді самого Південного Бугу підвищується незначною мірою, порівняно з весняною повинню, що пояснюється значною зарегульованістю річки. Але для приток, як правобережних, так і лівобережних, збільшення середніх концентрацій у меженні періоди, особливо взимку, досить помітне. Так, у зимову межень середній вміст SO₄²⁻ у воді рр. Кодима, Чорний Ташлик досягає 190–220 мг/дм³. У воді р. Інгул вміст SO₄²⁻ досягає максимального, для басейна Південного Бугу значення – 283 мг/дм³ у зимову межень (с. Новогорожене).

У цілому для розподілу сульфат-іонів більш характерні високі значення у зимову межень у воді приток середньої та нижньої частин басейну Південного Бугу, особливо рр. Кодима, Чорний Ташлик, Інгул. У просторовому плані значно чіткіше, ніж для гідрокарбонатних іонів, проявляється тенденція у збільшенні вмісту цього аніону у воді приток з півночі на південь.

Для розподілу іонів хлору по сезонах року характерні дещо інші моменти, порівняно із розподілом розглянутих вже аніонів – HCO₃⁻ і SO₄²⁻. Так, найбільша середня концентрація Cl⁻ у весняну повинь у верхів'ях Південного Бугу спостерігалась нижче м. Хмельницький – 69 мг/дм³ (див. табл. 3.1). Нижче за течією річки середня концентрація хлор-іону змінювалася мало – від 38 мг/дм³ (м. Вінниця) до 44–46 мг/дм³ (м. Первомайськ, с. Олександрівка). У воді правобережних приток середній вміст Cl⁻ у весняну повинь зростає від

38 мг/дм³ (р. Рів) до 65 мг/дм³ (р. Кодима). Ще більше зростає вміст СГ у воді лівобережних приток – від 27 мг/дм³ (р. Соб) до 73 мг/дм³ (р. Чорний Ташлик). Найбільші середні концентрації хлор-іонів спостерігалися у весняну повінь р. Інгул, від 92 до 102 мг/дм³. У літньо-осінню межень середні концентрації СГ у річкових водах басейну Південного Бугу зростають, у цілому, незначною мірою. Лише у воді р. Інгул зростання досить значне – до 149 мг/дм³ (с. Новогорожене). У зимову межень середні концентрації хлор-іону у річкових водах басейну Південного Бугу змінюються порівняно із літньо-осінньою меженню незначною мірою.

У цілому вміст хлор-іону в річках по сезонах року змінюється менше, порівняно з гідрокарбонатними та сульфатними іонами, але тенденція до збільшення вмісту в напрямку з півночі на південь виявляється досить чітко у всі фази гідрологічного режиму.

Серед катіонів найбільший внесок дають кальцій, а на другому і третьому місці – магній або натрій. Вміст калію значно менший. У весняну повінь середні концентрації кальцію у воді Південного Бугу коливаються у межах 70–88 мг/дм³, а у воді приток – майже у таких же межах, від 66 мг/дм³ у р. Соб до 87 мг/дм³ у воді р. Чорний Ташлик. Найбільший вміст кальцію у цей період спостерігається у р. Інгул – до 100 мг/дм³. У літньо-осінню межень вміст кальцію практично на такому ж рівні, що пояснюється значною зарегульованістю річок басейну Південного Бугу, і в цей період водний стік формується переважно за рахунок води, яка акумульована у водосховищах і ставках у весняну повінь. У зимову межень концентрація кальцію помітно зростає у верхів'ях Південного Бугу (до 102–105 мг/дм³), що пояснюється підвищенням ролі підземних вод у живленні річки. Цим чинником можна пояснити і підвищення вмісту кальцію у воді приток – до 95–110 мг/дм³, а у воді р. Інгул – і до 118 мг/дм³. Таким чином, у сезонному розподілу вмісту кальцію відзначається його певне підвищення тільки у зимову межень.

Вміст магнію у річкових водах у цілому значно менший, ніж кальцію. Так, у верхів'ї Південного Бугу його середні концентрації становлять 24–27 мг/дм³ і дещо збільшуються у нижній частині – до 30–35 мг/дм³ у весняну повінь. В цей період спостерігається закономірне збільшення вмісту Mg²⁺ у воді приток з півночі на південь – від 18–24 мг/дм³ (рр. Рів, Соб) до 33–45 мг/дм³ (рр. Велика Вись, Чорний Ташлик, Інгул). У літньо-осінню та зимову межень спостерігається подібний розподіл вмісту магнію – тобто його

збільшення з півночі на південь. При цьому його концентрації змінюються по сезонах у досить незначних межах. Для *натрію*, порівняно з кальцієм та магнієм, спостерігається ще більша тенденція до збільшення його вмісту з півночі на південь. У весняну повинь концентрація Na^+ збільшується від 19–37 мг/дм³ (рр. Соб, Савранка) до 71–76 мг/дм³ (рр. Кодима, Чорний Ташлик), досягаючи найбільших величин у воді р. Інгул (98–108 мг/дм³). У воді Південного Бугу ця тенденція виявляється меншою мірою – якщо у верхів'ях річки вміст Na^+ становить 28–30 мг/дм³, то у нижній частині він збільшується до 41–42 мг/дм³. У літньо-осінню межень у розподілі середніх концентрацій натрію спостерігаються закономірності, які характерні і для весняної повені. При цьому, слід відзначити певне збільшення величин вмісту Na^+ у нижній частині р. Південний Буг до 49–50 мг/дм³ та, особливо у воді р. Інгул – до 130–132 мг/дм³. У зимову межень вміст Na^+ практично на такому ж рівні, як і у весняну повинь, з такими ж характерними відмінностями у розподілі в просторовому аспекті – тобто чітке збільшення з півночі на південь.

Для розподілу середніх концентрацій *калію* по басейну Південного Бугу характерно найбільш чітке їх збільшення з півночі на південь. Так, у верхів'ї р. Південний Буг вміст калію у воді під час весняної повені мінімальний – всього 5–6 мг/дм³, а у нижній частині збільшується до 16–17 мг/дм³. У воді приток вміст калію збільшується при цьому від 9–12 мг/дм³ (рр. Соб, Рів) до 33–42 мг/дм³ (рр. Кодима, Велика Вись, Чорний Ташлик). Подібний розподіл вмісту K^+ спостерігається і у меженні періоди. Таким чином, у просторовому аспекті розподіл концентрацій калію у річкових водах басейну Південного Бугу подібний до розподілу інших головних іонів – сульфатів, хлоридів, магнію і, особливо, натрію.

Мінералізація річкових вод, завдяки зростанню вмісту сульфатів та хлоридів, магнію, натрію і калію, має чітку тенденцію до збільшення з півночі на південь. У верхів'ях р. Південний Буг найменша мінералізація води спостерігається у весняну повинь і складає 490–514 мг/дм³. У літньо-осінню межень вона зростає до 537–583 мг/дм³, а у зимову межень – до 619–638 мг/дм³. У нижній частині річки, відповідно до вказаних періодів, мінералізація води зростає до 600–650, 669–674 та 670–701 мг/дм³. Тобто, за величинами мінералізації води досить чітко виділяються різні фази гідрологічного режиму, хоча за окремими іонами така закономірність виявляється менше. Для приток Південного Бугу збільшення мінералізації води з

півночі на південь у різні періоди року ще більш помітне. Так, у весняну повінь мінералізація води річок Рів, Соб складає 507–510 мг/дм³, збільшуючись у воді річок Кодима, Чорний Ташлик до 835–842 мг/дм³. У літньо-осінню межень мінералізація води цих річок дещо зростає – до 508–544 та 850–975 мг/дм³. Ще більш помітне таке зростання у зимову межень, коли у рр. Рів і Соб вона підвищується до 595–618 мг/дм³, а у рр. Чорний Ташлик і Кодима – до 990–1019 мг/дм³. Найбільш мінералізована вода р. Інгул – у меженні періоди вміст солей навіть перевищує 1 г/дм³. У цілому ж за величинами мінералізації (менше 1 г/дм³), річкові води відносяться, за класифікацією О. Алекіна, до прісних.

Таблиця 3.4. Тип хімічного складу води р. Південний Буг та його приток у різні сезони року за формулою іонного складу (%-еквівалентна форма), 1980–2004 рр.

Річка-пункт	Сезони року		
	весняна повінь	літньо-осіння межень	зимова межень
р. Південний Буг – м. Хмельницький	0,49 $\frac{HCO_3,55Cl,29SO_4,16}{Ca49Mg30Na21}$	0,58 $\frac{HCO_3,74SO_4,14Cl,12}{Ca56Mg29Na15}$	0,64 $\frac{HCO_3,71Cl,16SO_4,13}{Ca57Mg29Na14}$
р. Південний Буг – м. Вінниця	0,51 $\frac{HCO_3,72Cl,16SO_4,12}{Ca57Mg26Na16}$	0,54 $\frac{HCO_3,74Cl,14SO_4,12}{Ca56Mg26Na16}$	0,62 $\frac{HCO_3,73Cl,14SO_4,13}{Ca61Mg25Na14}$
р. Південний Буг – м. Первомайськ	0,60 $\frac{HCO_3,64SO_4,20Cl,16}{Ca45Mg29Na21K5}$	0,67 $\frac{HCO_3,64SO_4,21Cl,15}{Ca42Mg30Na24K4}$	0,67 $\frac{HCO_3,67SO_4,18Cl,15}{Ca45Mg32Na17K6}$
р. Південний Буг – с. Олександрівка	0,65 $\frac{HCO_3,64SO_4,21Cl,15}{Ca41Mg34Na21K5}$	0,67 $\frac{HCO_3,61SO_4,24Cl,15}{Ca40Mg30Na24K6}$	0,7 $\frac{HCO_3,64SO_4,20Cl,16}{Ca40Mg35Na20K5}$
р. Рів – с. Демидівка	0,51 $\frac{HCO_3,70Cl,16SO_4,14}{Ca56Mg22Na18K4}$	0,54 $\frac{HCO_3,72Cl,16SO_4,12}{Ca54Mg26Na15K5}$	0,6 $\frac{HCO_3,71Cl,15SO_4,14}{Ca61Mg25Na11K3}$
р. Соб – с. Зозів	0,51 $\frac{HCO_3,73SO_4,16Cl,11}{Ca55Mg32Na13K3}$	0,51 $\frac{HCO_3,73SO_4,15Cl,12}{Ca56Mg32Na11K1}$	0,62 $\frac{HCO_3,72Cl,15SO_4,13}{Ca64Mg25Na9K2}$
р. Савранка – с. Осички	0,68 $\frac{HCO_3,70SO_4,19Cl,11}{Ca48Mg29Na18K5}$	0,69 $\frac{HCO_3,70SO_4,18Cl,12}{Ca50Mg30Na14K6}$	0,75 $\frac{HCO_3,65SO_4,24Cl,11}{Ca47Mg31Na17K5}$
р. Кодима – с. Катеринка	0,84 $\frac{HCO_3,59SO_4,25Cl,16}{Ca36Mg28Na27K9}$	0,85 $\frac{HCO_3,63SO_4,25Cl,12}{Ca38Mg29Na26K7}$	1,02 $\frac{HCO_3,56SO_4,26Cl,16}{Ca36Mg31Na26K7}$

Річка-пункт	Сезони року		
	весняна повінь	літньо-осіння межень	зимова межень
р. Синюха – с. Синюшин Брід	0,7 $\frac{HCO_3,67SO_4,20Cl13}{Ca44Mg28Na22K6}$	0,72 $\frac{HCO_3,65SO_4,19Cl16}{Ca41Mg28Na24K7}$	0,82 $\frac{HCO_3,61SO_4,22Cl17}{Ca37Mg32Na20K11}$
р. Чорний Ташлик – с. Тарасівка	0,84 $\frac{HCO_3,51SO_4,32Cl17}{Ca35Mg30Na27K7}$	0,98 $\frac{HCO_3,48SO_4,33Cl19}{Ca34Mg31Na27K8}$	0,99 $\frac{HCO_3,47SO_4,34Cl19}{Ca39Mg30Na23K8}$
р. Інгул – м. Кіровоград	0,9 $\frac{HCO_3,49SO_4,28Cl23}{Ca39Mg36Na21K4}$	0,94 $\frac{HCO_3,49SO_4,27Cl24}{Na43Ca32Mg20K5}$	1,00 $\frac{HCO_3,51SO_4,25Cl24}{Ca39Na34Mg23K4}$
р. Інгул – с. Новогорожене	0,77 $\frac{HCO_3,43SO_4,36Cl21}{Ca34Na32Mg28K6}$	1,06 $\frac{SO_4,42Cl30HCO_3,28}{Ca34Mg33Na29K2}$	1,09 $\frac{SO_4,38HCO_3,32Cl30}{Ca40Na25Mg23K12}$

Тип хімічного складу води річок басейну Південного Бугу за переважаючими аніонами і катіонами, вміст яких більше 25%-екв., у більшості випадків – гідрокарбонатний, кальцієво-магнієвий (див. табл. 3.4). Такий тип хімічного складу води, незалежно від сезонів року, характерний для р. Південний Буг, а також її приток – Рів, Соб, Савранка, Синюха. Для приток, які знаходяться у межах степової зони, завдяки помітному збільшенню концентрацій сульфат-іону та натрію тип хімічного складу води у всі фази гідрологічного режиму є переважно гідрокарбонатно-сульфатним зі змішаним катіонним складом, переважно кальцієво-магнієви (рр. Кодима, Чорний Ташлик). Для води р. Інгул характерним є настільки значне підвищення вмісту сульфат- та хлорид-іонів, що у меженні періоди хімічний тип змінюється до змішаного також і за аніонами – тобто до сульфатно-хлоридно-гідрокарбонатного.

Таким чином, значне підвищення вмісту сульфатів та хлоридів магнію і натрію у воді приток Південного Бугу від лісостепової до степової фізико-географічних зон призводить до збільшення мінералізації води та зміни типу хімічного складу річкових вод.

За даними про концентрації головних іонів (1970–2005 рр.), у верхній течії Південного Бугу (водпости нижче міст Хмельницький, Вінниця) та нижній його течії (м. Первомайськ, с. Олександрівка) можна прослідкувати їх динаміку (табл. 3.5, 3.6).

Таблиця 3.5. Порівняльна характеристика середньорічних концентрацій головних іонів і величин мінералізації води р. Південний Буг – м. Хмельницький та м. Вінниця за чотири періоди: I – 1970–1980 рр.; II – 1981–1990 рр. III – 1991–2000 рр.; IV – 2001–2005 рр., мг/дм³

Головні іони	р. Південний Буг – м. Хмельницький (0,5 км нижче міста)				р. Південний Буг – м. Вінниця (0,5 км нижче міста)			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
HCO ₃ ⁻	351	364	320	316	338	327	348	330
SO ₄ ²⁻	48	63	64	49	31	53	66	45
Cl ⁻	51	62	77	60	30	41	44	35
Ca ²⁺	81	97	69	74	78	86	91	88
Mg ²⁺	32	30	26	28	20	24	27	20
Na ⁺	22	36	28	29	21	20	25	19
K ⁺	12	14	13	21	11	12	13	10
Σ _i	597	670	600	577	530	563	614	547
Формула іонного складу	$\frac{HCO_3^-}{Ca^{2+}} \frac{70C19SO_4^{2-}}{50Mg^{2+}} \frac{1}{34Cl^-}$	$\frac{HCO_3^-}{Ca^{2+}} \frac{66C20SO_4^{2-}}{56Mg^{2+}} \frac{14}{25Na^+}$	$\frac{HCO_3^-}{Ca^{2+}} \frac{63C1722SO_4^{2-}}{49Mg^{2+}} \frac{15}{31Ni^{2+}}$	$\frac{HCO_3^-}{Ca^{2+}} \frac{64C23SO_4^{2-}}{47Mg^{2+}} \frac{13}{30Ni^{2+}}$	$\frac{HCO_3^-}{Ca^{2+}} \frac{78C13SO_4^{2-}}{57Mg^{2+}} \frac{9}{25Na^+}$	$\frac{HCO_3^-}{Ca^{2+}} \frac{70C116SO_4^{2-}}{57Mg^{2+}} \frac{14}{27Na^+}$	$\frac{HCO_3^-}{Ca^{2+}} \frac{68SO_4^{2-}}{60Mg^{2+}} \frac{16C116}{25Na^+}$	$\frac{HCO_3^-}{Ca^{2+}} \frac{73C145O_4^{2-}}{60Mg^{2+}} \frac{13}{25Na^+}$

Таблиця 3.6. Порівняльна характеристика середньорічних концентрацій головних іонів і величин мінералізації води р. Південний Буг – м. Первомайськ та с. Олександрівка за чотири періоди: I – 1970–1980 рр.; II – 1981–1990 рр. III – 1991–2000 рр.; IV – 2001–2005 рр., мг/дм³

Головні іони	р. Південний Буг – м. Первомайськ (1 км нижче міста)				р. Південний Буг – с. Олександрівка			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
HCO ₃ ⁻	340	331	340	351	348	338	354	352
SO ₄ ²⁻	52	74	82	96	52	82	91	100
Cl ⁻	42	50	54	42	37	43	52	43
Ca ²⁺	86	82	78	81	87	84	83	79
Mg ²⁺	26	32	30	39	27	28	35	37
Na ⁺	23	28	38	47	24	41	37	52
K ⁺	14	20	19	22	15	18	17	22
Σ _i	583	617	641	678	590	634	669	685
Формула іонного складу	$\frac{HCO_3}{Ca} \frac{71Cl}{54Mg} \frac{55Na}{25Na} \frac{14}{13K} 7$	$\frac{HCO_3}{Ca} \frac{64SO_4}{43Mg} \frac{18Cl}{28Na} \frac{17}{13K} 5$	$\frac{HCO_3}{Ca} \frac{64SO_4}{45Mg} \frac{19Cl}{30Na} \frac{16}{25K} 6$	$\frac{HCO_3}{Ca} \frac{64SO_4}{42Mg} \frac{22Cl}{33Na} \frac{14}{20K} 5$	$\frac{HCO_3}{Ca} \frac{72SO_4}{54Mg} \frac{14Cl}{28Na} \frac{14}{13K} 5$	$\frac{HCO_3}{Ca} \frac{65SO_4}{48Mg} \frac{20Cl}{27Na} \frac{15}{25K} 5$	$\frac{HCO_3}{Ca} \frac{64SO_4}{46Mg} \frac{21Cl}{32Na} \frac{15}{22K} 5$	$\frac{HCO_3}{Ca} \frac{58SO_4}{35Mg} \frac{20Cl}{31Na} \frac{11}{23K} 6$

За даними про концентрації головних іонів (1970–2005 рр.), у верхній течії Південного Бугу (водпости нижче міст Хмельницький, Вінниця) та нижній його течії (м. Первомайськ, с. Олександрівка) можна прослідкувати їх динаміку (табл. 3.5, 3.6). У цих таблицях порівнювалися середньорічні концентрації головних іонів, величин мінералізації та формули іонного складу води за чотири періоди – I (1970–1980 рр.), II (1981–1990 рр.), III (1991–2000 рр.) та IV (2001–2005 рр.). Не вдаючись до детального аналізу наведених даних, слід відзначити досить стабільний хімічний склад води р. Південний Буг у верхній течії. Проте за останні роки спостерігалася певна тенденція до зменшення середньорічних величин мінералізації, особливо у порівнянні з II та III періодами, що можна пояснити певним зменшенням антропогенного навантаження на річку.

При цьому хімічний тип води не змінювався практично протягом 35 років – гідрокарбонатний, кальцієво-магнієвий. У нижній течії р. Південний Буг тип хімічного складу води на обох пунктах спостережень за ці роки також не змінювався (див. табл. 3.6), але досить чітко прослідковується тенденція до збільшення величин мінералізації. Так, на водпосту м. Первомайськ за останні роки мінералізація води порівняно з I періодом збільшилася, переважно за рахунок сульфатів, магнію та натрію – з 583 до 678 мг/дм³ або майже на 15 %. Подібна тенденція відзначена і на водпосту с. Олександрівка – середньорічна мінералізація води збільшилася з 590 до 685 мг/дм³, тобто на 14 %.

Між вказаними пунктами спостережень у нижній течії Південного Бугу розміщена Південно-Українська АЕС із Ташлицьким водоймищем-охолоджувачем, але впливу цього енергетичного об'єкту на вміст головних іонів, мінералізацію та хімічний тип води річки за наведеними даними не прослідковується. Слід зазначити, що за санітарно-токсикологічними лімітуючими показниками шкідливості вміст головних іонів та величини мінералізації у річкових водах басейну Південного Бугу не перевищує нормативів [27].

Фізико-хімічні показники та органічна речовина води. Вміст розчиненого кисню та величина водневого показника (рН) є найважливішими показниками, які визначають фізико-хімічні умови у поверхневих водах та впливають на їх якість, будучи тісно взаємозв'язаними продукційно-деструкційними процесами. Вміст кисню, що нормується, має бути не меншим 4 мг/дм³, оскільки за нижчих його концентрацій у поверхневих водах виникають явища

задухи. Здатність водойм до самоочищення визначає найбільшою мірою саме вміст кисню, оскільки завдяки йому забезпечується процес окиснення органічних та мінеральних речовин. Концентрація водневих іонів, про що свідчить величина рН, для водних об'єктів, які використовуються для господарсько-питного водопостачання та рибного господарства не має виходити за нормативними вимогами за межі 6,5–8,5.

Розчинений кисень. Режим розчиненого кисню у поверхневих водах формується, у першу чергу, відповідно до температурного режиму, а також до внутрішньоводоймищних гідробіологічних та гідродинамічних процесів. При підвищенні температури води розчиненість газів зменшується і вміст кисню знижується через його евазію в атмосферу, а при пониженні температури спостерігається зворотний процес, тобто вміст кисню підвищується завдяки його інвазії з атмосфери. При нагріванні води влітку інтенсифікуються гідробіологічні та фізико-хімічні процеси різного спрямування: при посиленні фотосинтезу, аерації води, а взимку при відсутності льодового покриву вода збагачується киснем. Вміст кисню у воді зменшується при процесах деструкції органічних речовин, диханні гідробіонтів тощо. Важливу роль при цьому відіграють погодні умови. Так, у теплий період року за штильової, безвітряної погоди та відсутності вітрового перемішування водних мас у придонних шарах досить глибоких водосховищ та ставків виникає дефіцит кисню (який витрачається переважно на окиснення органічних речовин), а у верхніх шарах води за активізації процесів фотосинтезу може спостерігатися значне перенасичення киснем [70, 83]. Якщо насичення води киснем більше 100 %, що може спостерігатися у теплу пору року, то переважають процеси продукції органічної речовини, а якщо менше 100 %, то переважають процеси її деструкції. Як видно з наведених даних (табл. 3.7.–3.9.), у річкових водах басейну Південного Бугу, за багаторічними середніми даними, вміст кисню у весняну повинь близький до 100 % насичення (94–101 % нас.), коливаючись у межах 10,2–12,4 мг/дм³. Тільки у верхній частині р. Південний Буг, нижче міст Хмельницький та Вінниця, його вміст дещо менший – близько 7,5–9,1 мг/дм³ (71–80 % нас.). Подібне зменшення вмісту кисню спостерігається також у воді р. Інгул в районі м. Кіровоград. У цих випадках прослідковується вплив скидів стічних вод на окиснення органічних речовин, які з ними надходять у річку, витрачається розчинений кисень.

У літньо-осінній період для річкових вод у цілому характерне певне переважання процесів продукції, про що свідчить насичення води киснем на рівні 105–124 % (9,9–12,8 мг/дм³). Як і у весняну повінь, деяке зменшення величин насичення киснем (92–96 %) спостерігається у районі міст Хмельницький та Кіровоград. Для зимової межені, при значному абсолютному вмісті кисню 10,5–13,0 мг/дм³ насичення води киснем зменшується до 76–90 %, з меншими значеннями у районах зазначених міст.

Таким чином, у режимі розчиненого кисню для річкових вод басейну Південного Бугу спостерігаються особливості, які притаманні у цілому для поверхневих вод – тобто дефіцит насичення взимку та деяке перенасичення влітку. Можна відзначити і вплив скидів стічних вод міст протягом року на зменшення вмісту кисню. Але за середніми багаторічними даними вміст кисню у річкових водах відповідає нормативним вимогам.

Водневий показник. Величини водневого показника формуються, головним чином, у межах карбонатно-кальцієвої системи, компонентами якої є іони кальцію, карбонатні та бікарбонатні іони та вільний діоксид вуглецю. Стан рівноваги цієї системи визначається температурним режимом водойм, від якого залежить розчиненість CO₂, інтенсивність фізико-хімічних та гідробіологічних процесів. Найбільш мінливим компонентом карбонатно-кальцієвої системи є діоксид вуглецю, на вміст якого у воді, поряд з температурою, впливають парціальний тиск атмосфери, інтенсивність гідробіологічних та хімічних процесів деструкції органічної речовини. При зменшенні CO₂ у воді в процесі фотосинтезу або його виділенні в атмосферу, при підвищенні температури води, величини рН збільшуються, зростає концентрація бікарбонатів кальцію і вода перенасичується CaCO₃, який може випадати в осад. Навпаки, при збільшенні CO₂ у воді величина рН знижується і зростає вміст HCO₃⁻ (вміст іонів CO₃²⁻ зменшується до повного зникнення), тобто вода не перенасичується карбонатом кальцію [1]. Вказані фактори і визначають в основному режим рН у поверхневих водах.

Водневий показник відіграє важливу роль у формуванні якості води. У річкових водах його величина зазвичай коливається від 6,5 до 8,5, при цьому можуть спостерігатися зміни за сезонами року – в теплий період рН для більшості річок коливається у межах 7,4–8,2, а у холодний – у межах 6,8–7,4. Від величини рН залежать значною мірою життєдіяльність та розвиток гідробіонтів, стабільність різн

форм міграції металів, ступінь агресивності води щодо металів і бетону тощо. У весняну повінь (табл. 3.7) значення рН річкових вод басейну Південного Бугу коливаються у невеликих межах, близько 7,7–7,9. Дещо вищі значення (до 8,3) спостерігаються у нижній течії р. Південний Буг, що можна пояснити впливом фотосинтетичних процесів у Олександрівському водосховищі. Дещо підвищуються величини рН у літньо-осінню межень (табл. 3.8), в основному, до 7,8–8,0, а біля с. Олександрівка на р. Південний Буг – до 8,2, що у цілому пояснюється дією вищезазначеного чинника. В зимову межень величини рН зменшуються, до 7,7–7,8, а нижче Олександрівського водосховища – до 8,0.

Таким чином, певні зміни величини рН у річкових водах басейну Південного Бугу викликані дією таких природних чинників, як температурний режим та гідробіологічні процеси. Протягом року за середніми багаторічними даними значення рН не перевищують нормативних вимог.

Органічна речовина води. Незважаючи на відносно невеликий вміст у природних водах, органічна речовина (ОР) відіграє важливу роль у біохімічних процесах і значною мірою визначає біологічну продуктивність поверхневих вод та якість води. У природних водах ОР мігрує в колоїдному і розчиненому стані та у вигляді завислих часточок, які містять найдрібніші органічні та мінеральні рештки, що утворюються при розпаді гідрокарбонатів. У природних водах ОР з'являється в результаті багатьох процесів, пов'язаних з атмосферними опадами і поверхневим стоком, продукційними процесами у водоймах та антропогенними чинниками. Вміст ОР визначається за непрямими показниками – колірністю (в градусах платино-кобальтової шкали), біохімічним споживанням кисню за 5 діб (БСК₅), перманганатною та біхроматною окиснюваністю (ПО і БО). Біхроматну окиснюваність ще називають хімічними споживанням кисню (ХСК). Колірність, БСК₅ та БО є одними з важливих нормуючих показників якості води, які визначають екологічну оцінку поверхневих вод. Так, величина БСК₅ не має перевищувати 3,0 мгО₂/дм³, БО – 30,0 мгО/дм³, а колірність – 35°.

Сезонна динаміка ОР визначається як впливом алохтонних чинників, переважно їх надходженням із поверхнево-схиловим стоком та зі стічними водами, так і співвідношенням продукційно-деструкційних процесів у поверхневих водах, тобто автохтонними чинниками. Як видно із наведених даних (див. табл. 3.7–3.9), у

річкових водах басейну Південного Бугу спостерігається досить значний вміст ОР по всіх зазначених показниках, тобто як легко-, так і важкоокиснюваних фракцій. Так, у весняну повінь найвища колірність води спостерігається на р. Південний Буг нижче міст Хмельницький, Вінниця (35,1–28,8°), на р. Інгул (32,0–37,1°), а також у воді р. Кодима (32,1°). У нижній течії Південного Бугу та його приток колірність води зменшується, переважно до 21,4–28,0°. При цьому значення БО також найбільші і перевищують нормативи у воді р. Інгул у районі м. Кіровоград (38,0–41,0 мгО/дм³), а для річкових вод як самого Південного Бугу, так і його приток значення БО не перевищують нормативи і коливаються у межах 17,4–30,0 мгО/дм³. При цьому вміст легко окиснюваної фракції по БСК₅ практично у всіх випадках перевищував нормативні вимоги, коливаючись у межах 3,1–4,3 мгО₂/дм³. У літньо-осінню межень колірність води практично не змінилася, коливаючись у межах 21,5–30,0° та досягаючи найбільших значень, 32,4–32,8° у воді р. Кодима та р. Інгул (нижче м. Кіровоград). Значення БО при цьому також досягали найбільших величин, 36,7–48,8 мгО/дм³ у воді р. Інгул, перевищуючи нормативні вимоги. У всіх інших річках норматив по БО не перевищувався і середні значення коливалися у межах 18,4–29,1 мгО/дм³, тобто були на рівні весняної повені. Також, як і у повінь, значення БСК₅ у літньо-осінню межень у більшості випадків перевищували нормативні вимоги, коливаючись у межах 3,1–5,6 мгО₂/дм³, при цьому найбільші значення спостерігалися у р. Південний Буг нижче міст Хмельницький і Вінниця та у воді р. Інгул. На рівні нормативу значення БСК₅ спостерігалися у нижній течії р. Південний Буг та деяких його притоках. У розподілі показників вмісту ОР у зимову межень відзначаються особливості, характерні для весняної повені та літньо-осінньої межені (див. табл. 3.9).

Таким чином, за показниками вмісту легкоокиснюваної речовини (за БСК₅) річкові води басейну Південного Бугу можна вважати досить забрудненими. Особливо це стосується верхньої течії р. Південний Буг, нижче міст Хмельницький, Вінниця, а також р. Інгул, у районі м. Кіровоград. Найбільше перевищення нормативних вимог за БСК₅ спостерігається у весняну повінь, практично на всіх пунктах спостережень, що можна пояснити впливом природного фактора – поверхнево-схиловим стоком, з яким у річкову мережу надходять легкоокиснювані ОР, та впливом антропогенних чинників. За вмістом важкоокиснюваної ОР перевищення нормативів спостерігається

протягом року у воді річок нижче міст, що можна пояснити впливом, насамперед, антропогенного фактора – скидом господарсько- побутових стічних вод.

Біогенні речовини. Визначальну роль у життєдіяльності водних екосистем відіграють біогенні речовини (БР), до яких належать мінеральні форми азоту та фосфору, кремній. Формування БР у поверхневих водах, як і ОР, на відміну від мінеральних солей, визначається не тільки алохтонними джерелами, а також автохтонними. Це, головним чином, первинна продукція ОР, мінералізація відмерлих планктону та вищої водної рослинності, процеси сорбції, десорбції та седиментації БР завислими частками і донними відкладами. Тобто, концентрація БР у воді на кожний момент визначається як результат багатьох алохтонних та автохтонних процесів, що перебігають у різних напрямках та з різною інтенсивністю.

Таблиця 3.7. Середні значення фізико-хімічних показників та показників вмісту органічної речовини у річкових водах басейну Південного Бугу під час весняної повені 1980–2004 рр.

№ з/п	Річка – пункт	Фізико-хімічні показники			Показники органічної речовини		
		рН	O ₂		колірність, градуси	БО мг О/дм ³	БСК ₅ мг О/дм ³
			мг/дм ³	% насичення			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	р. Південний Буг – м. Хмельницький, 0,5 км нижче міста	7,7	9,1	80	35,1	20,2	4,1
2	р. Південний Буг – м. Вінниця, 0,5 км нижче міста	7,9	11,3	98	28,8	22,3	2,8
3	р. Південний Буг – м. Первомайськ, 0,5 км нижче міста	8,1	11,8	109	26,2	23,1	4,1
4	р. Південний Буг – с. Олександрівка	8,3	12,1	116	22,1	20,2	3,6
5	р. Рів – с. Демидівка	7,7	11,4	98	22,3	22,1	3,7
6	р. Соб – с. Зозів	7,7	10,2	94	21,4	30,0	3,1
7	р. Савранка – с. Осички	7,9	11,5	94	28,0	21,3	3,7
8	р. Кодима – с. Катеринка	7,9	12,4	98	32,1	17,4	3,6

Продовження таблиці 3.7.

1	2	3	4	5	6	7	8
9	р. Синюха – с. Синюшин Брід	7,8	12,2	101	25,0	21,1	3,8
10	р. Велика Вись – смт Ямпіль	7,8	11,7	95	29,0	20,3	4,3
11	р. Чорний Ташлик – с. Тарасівка	7,9	12,3	99	28,2	23,3	3,9
12	р. Інгул – м. Кіровоград, 0,5 км вище міста	7,8	9,3	88	32,0	38,1	3,8
13	р. Інгул – м. Кіровоград, 0,5 км нижче міста	7,8			8,9		
14	р. Інгул – с. Новогорожене	7,6			11,4		

Таблиця 3.8. Середні значення фізико-хімічних показників та показників вмісту органічної речовини у річкових водах басейну Південного Бугу під час літньо-осінньої межени 1980–2004 рр.

№ з/п	Річка – пункт	Фізико-хімічні показники			Показники органічної речовини		
		рН	O ₂		колірність, градуси	БО, мг O ₂ /дм ³	БСК ₅ , мг O ₂ /дм ³
			мг/дм ³	% насичення			
1	р. Південний Буг – м. Хмельницький, 0,5 км нижче міста	7,8	10,1	94	23,5	26,1	5,6
2	р. Південний Буг – м. Вінниця, 0,5 км нижче міста	7,7	12,8	110	25,1	28,5	3,3
3	р. Південний Буг – м. Первомайськ, 0,5 км нижче міста	8,2	12,6	115	24,2	18,4	2,9
4	р. Південний Буг – с. Олександрівка	8,2	12,5	126	25,0	19,1	3,0
5	р. Рів – с. Демидівка	7,8	9,9	104	22,5	29,1	3,4
6	р. Соб – с. Зозів	7,9	12,7	124	21,5	26,0	3,9
7	р. Савранка – с. Осички	8	11,9	115	25,4	19,5	3,4
8	р. Кодима – с. Катеринка	7,9	11,8	110	32,8	20,7	2,9
9	р. Синюха – с. Синюшин Брід	7,9	12	116	26,5	20,8	2,8
10	р. Велика Вись – смт Ямпіль	7,7	11,3	107	30,7	21,7	2,9
11	р. Чорний Ташлик – с. Тарасівка	7,9	12,4	105	27,4	24,1	3,7
12	р. Інгул – м. Кіровоград, 0,5 км вище міста	7,7	10,6	96	29,9	48,8	4,0
13	р. Інгул – м. Кіровоград, 0,5 км нижче міста	7,7	9,4	92	32,4	48,2	4,1

Таблиця 3.9. Середні значення фізико-хімічних показників та показників вмісту органічної речовини у річкових водах басейну Південного Бугу під час зимової межени 1980–2004 рр.

№ з/п	Річка – пункт	Фізико-хімічні показники			Показники органічної речовини		
		рН	O ₂		колірність, градуси	БО, мг O/дм ³	БСК ₅ , мг O ₂ /дм ³
			мг/дм ³	% насичення			
1	р. Південний Буг – м. Хмельницький, 0,5 км вище міста	7,8	10,9	79	24,1	19,1	3,6
2	р. Південний Буг – м. Вінниця, 0,5 км нижче міста	7,7	13,0	89	22,3	26,1	3,4
3	р. Південний Буг – м. Первомайськ, 0,5 км нижче міста	8,1	12,9	88	20,0	16,3	3,0
4	р. Південний Буг – с. Олександрівка	8,0	13,0	97	22,1	17,3	2,9
5	р. Рів – с. Демидівка	7,8	12,6	88	21,4	21,5	4,2
6	р. Соб – с. Зозів	7,7	12,6	90	22,0	25,8	3,6
7	р. Савранка – с. Осички	7,8	11,8	82	20,9	15,4	2,9
8	р. Кодима – с. Катеринка	7,8	11,7	79	27,1	21	2,8
9	р. Синюха – с. Синюшин Брід	7,8	11,8	82	20,8	28,2	2,9
10	р. Велика Вись – смт Ямпіль	7,7	10,4	76	24,9	28,9	2,6
11	р. Чорний Ташлик – с. Тарасівка	7,9	11,5	82	30,0	22,6	3,4
12	р. Інгул – м. Кіровоград, 0,5 км вище міста	7,7	9,9	76	35,0	38,1	3,6
13	р. Інгул – м. Кіровоград, 0,5 км нижче міста	7,7	9,8	70	39,0	46,6	3,3
14	р. Інгул – с. Новогорожене	7,7	11,5	80	31,0	32,1	3,2

Азот у природних водах знаходиться у вигляді мінеральних (NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻) та різноманітних органічних сполук. При біохімічному розпаді азотвмісних органічних речовин утворюються амонійні іони, які під впливом бактеріального окиснення

перетворюються на нітрати. У природних умовах вміст азоту знижується навесні і досягає мінімальних значень у літній вегетаційний період. У холодний період року при затуханні продукційних процесів та мінералізації ОР спостерігається збільшення мінеральних форм азоту, особливо NO_3^- як кінцевого продукту процесів нітрифікації амонійних іонів. Нітрати у зв'язку з цим є одним із важливих показників евтрофування водного об'єкта та ступеня його забрудненості азотвмісними органічними речовинами.

Неорганічні сполуки азоту є важливими показниками санітарного стану водного об'єкта і визначають якість води для різних видів водокористування. Так, вміст NH_4^+ не має перевищувати для водних об'єктів господарсько-питного і культурно-побутового призначення 2 мг/дм^3 , а вміст NO_2^- і NO_3^- , відповідно, 3,3 та 45 мг/дм^3 . Особливо важливе значення має NH_4^+ для водойм, що використовуються у рибному господарстві. Це пов'язано з тим, що кількісне співвідношення іонів амонію (NH_4^+) та недисоційованих молекул гідроксиду амонію (NH_3OH) порушується за підвищення температури води до $28\text{--}30^\circ\text{C}$ та величин рН до $9,0\text{--}9,5$. При цьому більша частина іонів NH_4^+ переходить у розчинений у воді газ – аміак (NH_3), що спричиняє загибель іхтіофауни [48].

Середні багаторічні величини концентрації мінеральних форм азоту у різні фази гідрологічного режиму наведені у табл. 3.10–3.12. Вміст азоту всіх мінеральних форм потім визначався у перерахунку на N і за їх сумою, тобто $\text{N} - \text{NH}_4^+$, $\text{N} - \text{NO}_2^-$ і $\text{N} - \text{NO}_3^-$, визначено $\text{N}_{\text{мін}}$.

Вміст амонію у весняну повінь у р. Південний Буг коливається у межах $0,62\text{--}1,40 \text{ мг/дм}^3$, при цьому більші величини спостерігаються у воді нижче міст ($1,0\text{--}1,40 \text{ мг/дм}^3$), що пояснюється впливом господарсько-побутових стічних вод. Найменша концентрація спостерігається у районі с. Олександрівка у нижній течії річки завдяки процесам самоочищення в Олександрівському водосховищі. У воді приток вміст NH_4^+ коливається у досить широкому діапазоні – від $0,73 \text{ мг/дм}^3$ (р. Соб) до $1,92 \text{ мг/дм}^3$ (р. Велика Вись). Підвищений вміст амонію спостерігається у воді р. Інгул у районі м. Кіровоград ($1,56\text{--}1,68 \text{ мг/дм}^3$) і помітно зменшується в нижній течії – до $0,79 \text{ мг/дм}^3$, що характерно і для Південного Бугу. У літньо-осінній вегетаційний період вміст амонію помітно зменшується у воді р. Південний Буг, особливо нижче Олександрівського водосховища, де досягає мінімального значення – $0,28 \text{ мг/дм}^3$. У воді приток вміст

амонію знижується до 0,46–0,98 мг/дм³ і тільки у р. Інгул, у районі м. Кіровоград, досягає 2,17–2,18 мг/дм³, але у нижній течії зменшується до 0,46 мг/дм³. У зимову межень вміст NH₄⁺ знову збільшується, особливо нижче міст Хмельницький, Первомайськ (1,30–2,10 мг/дм³) та у воді більшості приток – до 1,0–3,1 мг/дм³, досягаючи максимального значення у воді Інгула нижче м. Кіровоград – 4,42 мг/дм³, що значно (у 2,2 рази) перевищує встановлені нормативи. Деяке перевищення нормативів спостерігається тут і у літньо-осінню межень. У зимову межень перевищення ГДК за амонієм також спостерігається у воді річок Рів, Соб та Південний Буг – нижче м. Первомайськ.

Нітрити у воді річок басейну Південного Бугу знаходяться у невеликих концентраціях, коливаючись у межах 0,01–0,12 мг/дм³ у весняну повінь, дещо зменшуючись у літній період, до 0,01–0,05 мг/дм³. У зимову межень спостерігається деяке збільшення вмісту NO₂⁻ – до 0,02–0,09 мг/дм³. При цьому, як і для амонію, нижче міст вміст нітритів досягає найбільших величин у всі періоди року, досягаючи 0,21–0,35 мг/дм³ у воді Південного Бугу. За цим показником перевищення нормативу за багаторічними середніми величинами у річкових водах не спостерігалось.

Вміст *нітратів*, як і нітритів, у річкових водах басейну Південного Бугу, незначний і менший ГДК. Так, навесні концентрація NO₃⁻ коливається у межах 0,32–1,76 мг/дм³, знижуючись у літньо-осінню межень до 0,24–0,94 мг/дм³ і підвищуючись взимку до 0,43–1,90 мг/дм³.

У цілому вміст азоту у мінеральних формах (N_{мін}) навесні становить, зазвичай, у річкових водах басейну Південного Бугу 0,70–1,4 мг/дм³; знижується у літній вегетаційний період до 0,40–0,90 мг/дм³ і збільшується взимку до 0,80–2,1 мг/дм³. При цьому, за рахунок переважно вмісту амонійних іонів, найбільші концентрації N_{мін} спостерігаються у воді Південного Бугу нижче міст Хмельницький, Вінниця, Первомайськ та у воді р. Інгул у районі м. Кіровоград.

Таким чином, режим мінеральних форм азоту в річкових водах басейну Південного Бугу формується у відповідності з класичною динамікою – мінімальними значеннями у літньо-осінній вегетаційний період та підвищенням взимку, оскільки переважають процеси деструкції ОР над продукційними процесами. Слід відзначити, що завдяки значній зарегульованості річок у їх нижній течії, як видно по

Південному Бугу (с. Олександрівка) та Інгулу (с. Новогорожене), концентрація мінеральних форм азоту значно знижується завдяки процесам самоочищення водних мас у ставках та водосховищах. Вміст мінеральних форм азоту завдяки цим процесам у цілому не перевищує нормативних вимог і тільки для іонів амонію це перевищення спостерігається (особливо взимку) у кількох випадках, завдяки скидам стічних вод великих міст, особливо Первомайська та Кіровограду.

Фосфор, як і азот, у природних водах перебуває у вигляді органічних та неорганічних сполук. Неорганічний фосфор – у вигляді сполук фосфорної кислоти, при цьому співвідношення цих сполук залежить від водневого показника води. Органічний розчинений фосфор входить до складу фосфоліпідів, нуклеїнових кислот тощо, а в цілому сполуки фосфору входять до складу всіх живих організмів та продуктів їх метаболізму. Евтрофування водойм значною мірою залежить від їх забруднення сполуками фосфору. Фосфор, що надходить у водойми, значною мірою сорбується завислими у воді частками, або створює з іонами кальцію, заліза та амонію нерозчинні комплексні сполуки. Вміст фосфору у поверхневих водах визначається у цілому співвідношенням процесів перетворення мінерального фосфору на органічний і навпаки, терміном кругообігу між живими організмами та неорганічними фосфатами, процесами обміну на межі води і донних відкладів тощо. Вміст фосфору в природних водах не нормується.

У таблицях 3.10–3.12 представлені концентрації загального фосфору ($P_{\text{заг}}$), його мінеральної складової ($P_{\text{мін}}$) та органічного фосфору ($P_{\text{орг}}$), які розраховані за різницею між ними. Як видно з цих даних, вміст $P_{\text{мін}}$ у весняну повінь у річкових водах коливається, зазвичай, у межах 0,08–0,15 мг/дм³ і значно підвищується нижче міст – до 1,29–1,42 мг/дм³. При цьому, вміст органічного фосфору дещо вищий, змінюючись у воді приток Південного Бугу в межах 0,10–0,44 мг/дм³ та досягаючи нижче міст Хмельницький і Вінниця 1,84–2,29 мг/дм³. У літньо-осінню межень вміст $P_{\text{мін}}$ дещо знижується завдяки активізації продукційних процесів у поверхневих водах. У зимовий період тенденція до зміни вказаних форм фосфору виражена менше, що пов'язано з переважанням деструкційних процесів та переходу $P_{\text{орг}}$ у $P_{\text{мін}}$.

У цілому ж, для фосфору характерні такі ж зміни у просторово-часових аспектах, як і для азоту. Особливо помітне збільшення вмісту

у воді нижче великих міст завдяки надходженню господарсько-побутових стічних вод.

Таблиця 3.10. Середня концентрація біогенних речовин у річкових водах басейну Південного Бугу під час весняної повені (1980–2004 рр.), мг/дм³

№ з/п	Річка – пункт	Біогенні речовини							
		NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	N _{мін}	P _{мін}	P _{орг}	P _{заг}	Si
1	р. Південний Буг – м. Хмельницький, 0,5 км нижче міста	1,00	0,12	1,20	1,10	0,41	2,29	2,7	3,8
2	р. Південний Буг – м. Вінниця, 0,5 км нижче міста	1,20	0,21	1,40	1,32	0,47	1,84	2,31	1,5
3	р. Південний Буг – м. Первомайськ, 0,5 км нижче міста	1,40	0,20	0,62	1,30	0,08	0,07	0,15	4,3
4	р. Південний Буг – с. Олександрівка	0,62	0,04	0,86	0,69	0,10	0,07	0,17	4,6
5	р. Рів – с. Демидівка	0,85	0,03	0,40	0,76	0,05	0,08	0,13	1,1
6	р. Соб – с. Зозів	0,73	0,01	0,43	0,67	0,08	0,05	0,13	1,2
7	р. Савранка – с. Осички	1,00	0,04	0,64	0,93	0,11	0,26	0,37	1,1
8	р. Кодима – с. Катеринка	1,27	0,01	0,84	1,20	0,15	0,20	0,35	2,5
9	р. Синюха – с. Синюшин Брід	1,38	0,04	0,8	1,28	0,09	0,08	0,17	1,4
10	р. Велика Вись – смт Ямпіль	1,92	0,02	0,51	1,63	0,11	0,10	0,21	2,1
11	р. Чорний Ташлик – с. Тарасівка	1,54	0,04	1,76	1,41	0,20	0,24	0,44	3,6
12	р. Інгул – м. Кіровоград, 0,5 км вище міста	1,56	0,06	0,32	1,29	0,14	0,23	0,37	8,3
13	р. Інгул – м. Кіровоград, 0,5 км нижче міста	1,68	0,12	0,33	1,42	0,21	0,32	0,53	9,6
14	р. Інгул – с. Новогорожене	0,79	0,06	0,34	0,71	0,30	0,18	0,48	5,6

Сполуки кремнію необхідні для утворення твердих скелетних частин рослинних і тваринних організмів. У природних водах сполуки кремнію знаходяться у розчинному, завислому та колоїдному стані, кількісне співвідношення між якими визначається хімічним складом води, її температурою величинами рН тощо. Для кремнію ГДК становить 10 мг/дм³ [27].

Таблиця 3.11. Середня концентрація біогенних речовин у річкових водах басейну Південного Бугу під час літньо-осінньої межени (1980–2004 рр.), мг/дм³

№ з/п	Річка – пункт	Біогенні речовини							
		NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	N _{мін}	P _{мін}	P _{орг}	P _{заг}	Si
1	р. Південний Буг – м. Хмельницький, 0,5 км нижче міста	0,77	0,35	1,6	1,08	0,35	2,75	3,1	2,5
2	р. Південний Буг – м. Вінниця, 0,5 км нижче міста	0,80	0,04	0,82	0,82	0,15	0,19	0,34	3,2
3	р. Південний Буг – м. Первомайськ, 0,5 км нижче міста	0,64	0,05	0,71	0,68	0,09	0,15	0,24	4,1
4	р. Південний Буг – с. Олександрівка	0,28	0,02	0,55	0,36	0,08	0,10	0,18	4,6
5	р. Рів – с. Демидівка	0,46	0,03	0,35	0,45	0,09	0,10	0,19	1,4
6	р. Соб – с. Зозів	0,49	0,02	0,24	0,45	0,17	0,09	0,26	1,4
7	р. Савранка – с. Осички	0,67	0,02	0,39	0,62	0,16	0,24	0,40	1,6
8	р. Кодима – с. Катеринка	0,66	0,01	0,29	0,60	0,11	0,13	0,24	2,0
9	р. Синюха – с. Синюшин Брід	0,98	0,03	0,56	0,90	0,12	0,13	0,25	2,5
10	р. Велика Вись – смт Ямпіль	0,57	0,02	0,49	0,56	0,12	0,13	0,25	1,7
11	р. Чорний Ташлик – с. Тарасівка	1,39	0,05	0,94	1,32	0,10	0,14	0,24	2,4
12	р. Інгул – м. Кіровоград, 0,5 км вище міста	2,18	0,07	0,24	1,78	0,16	0,27	0,43	9,1
13	р. Інгул – м. Кіровоград, 0,5 км нижче міста	2,17	0,12	0,34	1,82	0,19	0,25	0,44	10,0
14	р. Інгул – с. Новогорожене	0,46	0,03	0,21	0,42	0,22	0,18	0,40	6,1

У річкових водах басейну Південного Бугу вміст кремнію у цілому невеликий. Навесні він коливається у межах 1,1–4,6 мг/дм³, підвищуючись тільки у воді р. Інгул до 5,6–9,6 мг/дм³. У меженні періоди вміст кремнію дещо збільшується – до 1,4–4,6 мг/дм³. При цьому, найбільші значення – 9,1–12,7 мг/дм³ спостерігаються, як і навесні, у воді р. Інгул.

Таблиця 3.12. Середня концентрація біогенних речовин у річкових водах басейну Південного Бугу під час зимової межени (1980–2004 рр.), мг/дм³

№ з/п	Річка – пункт	Біогенні речовини							
		NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	N _{мін}	P _{мін}	P _{орг}	P _{заг}	Si
1	р. Південний Буг – м. Хмельницький, 0,5 км нижче міста	1,30	0,13	1,10	1,30	0,16	0,68	0,84	6,1
2	р. Південний Буг – м. Вінниця, 0,5 км нижче міста	0,78	0,09	0,64	0,79	0,2	0,22	0,42	5,4
3	р. Південний Буг – м. Первомайськ, 0,5 км нижче міста	2,10	0,08	1,90	2,11	0,12	0,20	0,32	4,4
4	р. Південний Буг – с. Олександрівка	0,24	0,03	1,20	0,48	0,08	0,07	0,15	4,1
5	р. Рів – с. Демидівка	3,10	0,07	0,45	2,54	0,17	0,06	0,23	1,2
6	р. Соб – с. Зозів	2,5	0,02	0,46	2,07	0,08	0,18	0,26	0,5
7	р. Савранка – с. Осички	1,00	0,07	0,49	0,91	0,08	0,06	0,14	1,3
8	р. Кодима – с. Катеринка	0,99	0,02	0,43	0,89	0,07	0,07	0,15	2,9
9	р. Синюха – с. Синюшин Брід	1,46	0,03	0,76	1,32	0,08	0,09	0,17	2,1
10	р. Велика Вись – смт Ямпіль	1,15	0,02	0,51	1,03	0,12	0,07	0,19	2,5
11	р. Чорний Ташлик – с. Тарасівка	1,63	0,08	1,36	1,61	0,10	0,07	0,17	2,3
12	р. Інгул – м. Кіровоград, 0,5 км вище міста	1,67	0,07	0,33	1,38	1,14	0,18	0,32	9,4
13	р. Інгул – м. Кіровоград, 0,5 км нижче міста	4,42	0,17	0,38	3,59	0,20	0,24	0,44	12,7
14	р. Інгул – с. Новогорожене	0,63	0,06	0,49	0,63	0,32	0,29	0,61	7,2

Таким чином, для біогенних речовин, особливо азоту, сезонна динаміка у річкових водах басейну Південного Бугу відповідає природному стану, при цьому спостерігається значний вплив стічних господарсько-побутових вод міст Хмельницький, Вінниця, Первомайськ та Кіровоград.

Мікроелементи. До групи речовин, так званих важких металів, належать, як правило, елементи з масовими числами 50 і більше, які з хімічного погляду у більшості випадків є типовими металами. В

екологічному аспекті важливою рисою цих речовин є їх висока біологічна активність, що виявляється за великих концентрацій як токсичність щодо живих організмів. За поширеністю в природі всі важкі метали, за винятком заліза, належать до мікроелементів, оскільки їх вміст у природних водах вимірюється мікрограмами в 1 дм^3 [1]. Із досить великої групи важких металів виділяють пріоритетні елементи – забруднювальні речовини, які і розглядають, передусім, при оцінці рівня забрудненості водних об’єктів, вважаючи їх особливо небезпечними. Із важких металів, на які встановлені ГДК, Держгідрометслужбою визначаються мідь, цинк, марганець, хром та залізо. Середні концентрації цих важких металів, за фазами гідрологічного режиму, наведені у таблицях 3.13–3.15.

Таблиця 3.13. Середня концентрація мікроелементів у річкових водах басейну Південного Бугу під час весняної повені 1980–2004 рр., мг/дм³

№ з/п	Річка – пункт	Мікроелементи				
		Fe _{заг}	Cu	Zn	Mn	Cr
1	2	3	4	5	6	7
1	р. Південний Буг – м. Хмельницький, 0,5 км нижче міста	0,25	0,040	0,020	0,09	0,005
2	р. Південний Буг – м. Вінниця, 0,5 км нижче міста	0,28	0,090	0,140	0,12	0,010
3	р. Південний Буг – м. Первомайськ, 0,5 км нижче міста	0,22	0,060	0,070	0,01	0,009
4	р. Південний Буг – с. Олександрівка	0,23	0,080	0,065	0,04	0,007
5	р. Рів – с. Демидівка	0,12	0,002	0,005	0,01	0,008
6	р. Соб – с. Зозів	0,28	0,004	0,005	-	0,004
7	р. Савранка – с. Осички	0,20	0,004	0,005	-	0,009
8	р. Кодима – с. Катеринка	0,16	0,004	0,005	-	0,009
9	р. Синюха – с. Синюшин Брід	0,26	0,004	0,006	-	0,008
10	р. Велика Вись – смт Ямпіль	0,22	0,005	0,006	-	0,007
11	р. Чорний Ташлик – с. Тарасівка	0,14	0,004	0,008	-	0,006
12	р. Інгул – м. Кіровоград, 0,5 км вище міста	0,28	0,008	0,027	0,07	0,012
13	р. Інгул – м. Кіровоград, 0,5 км нижче міста	0,30	0,013	0,043	0,11	0,008
14	р. Інгул – с. Новогорожене	0,23	0,005	0,006	-	0,004

Таблиця 3.14. Середня концентрація мікроелементів у річкових водах басейну Південного Бугу під час літньо-осінньої межні 1980–2004 рр., мг/дм³

№ з/п	Річка – пункт	Мікроелементи				
		Fe _{заг}	Cu	Zn	Mn	Cr
1	2	3	4	5	6	7
1	р. Південний Буг – м. Хмельницький, 0,5 км нижче міста	0,21	0,030	0,030	0,14	0,001
2	р. Південний Буг – м. Вінниця, 0,5 км нижче міста	0,29	0,010	0,020	0,08	0,010
3	р. Південний Буг – м. Первомайськ, 0,5 км нижче міста	0,15	0,070	0,090	0,10	0,010
4	р. Південний Буг – с. Олександрівка	0,16	0,012	0,007	0,03	0,007
5	р. Рів – с. Демидівка	0,18	0,003	0,016	0,02	0,010
6	р. Соб – с. Зозів	0,23	0,003	0,004	-	0,012
7	р. Савранка – с. Осички	0,20	0,006	0,005	-	0,009
8	р. Кодима – с. Катеринка	0,20	0,004	0,005	-	0,007
9	р. Синюха – с. Синюшин Брід	0,20	0,004	0,005	-	0,004
10	р. Велика Вись – смт Ямпіль	0,16	0,003	0,005	-	0,009
11	р. Чорний Ташлик – с. Тарасівка	0,25	0,004	0,007	-	0,005
12	р. Інгул – м. Кіровоград, 0,5 км вище міста	0,34	0,008	0,043	0,09	0,007
13	р. Інгул – м. Кіровоград, 0,5 км нижче міста	0,47	0,009	0,056	0,12	0,008
14	р. Інгул – с. Новогорожене	0,19	0,005	0,005	-	0,002

Слід зазначити, що аспекти вивчення мікроелементів у природних водах численні та різнопланові. Це санітарно-епідеміологічні дослідження, оцінка еколого-фізіологічної ролі та особливостей накопичення їх гідробіонтами, вплив на продуктивність водойм. У цілому, мікроелементи відносять до “металів життя”, підкреслюючи їх значну біологічно активну функцію в розвитку живої речовини. Але при зростанні забрудненості біосфери їх почали відносити до “глобальних токсикантів”, оскільки їх активний вплив виявляється вже в інгібуванні процесів у біологічних системах.

Таблиця 3.15. Середня концентрація мікроелементів у річкових водах басейну Південного Бугу під час зимової межени 1980–2004 рр., мг/дм³

№ з/п	Річка – пункт	Мікроелементи				
		Fe _{заг}	Cu	Zn	Mn	Cr
1	2	3	4	5	6	7
1	р. Південний Буг – м. Хмельницький, 0,5 км нижче міста	0,18	0,060	0,020	0,07	0,006
2	р. Південний Буг – м. Вінниця, 0,5 км нижче міста	0,23	0,010	0,040	0,10	0,010
3	р. Південний Буг – м. Первомайськ, 0,5 км нижче міста	0,18	0,009	0,010	0,18	0,007
4	р. Південний Буг – с. Олександрівка	0,26	0,012	0,021	0,03	0,005
5	р. Рів – с. Демидівка	0,22	0,010	0,007	0,03	0,005
6	р. Соб – с. Зозів	0,26	0,005	0,008	-	0,006
7	р. Савранка – с. Осички	0,22	0,005	0,005	-	0,007
8	р. Кодима – с. Катеринка	0,25	0,008	0,008	-	0,008
9	р. Синюха – с. Синюшин Брід	0,17	0,005	0,007	-	0,006
10	р. Велика Вись – смт Ямпіль	0,20	0,005	0,006	-	0,005
11	р. Чорний Ташлик – с. Тарасівка	0,17	0,007	0,009	-	0,009
12	р. Інгул – м. Кіровоград, 0,5 км вище міста	0,40	0,009	0,037	0,08	0,005
13	р. Інгул – м. Кіровоград, 0,5 км нижче міста	0,34	0,012	0,040	0,11	0,010
14	р. Інгул – с. Новогорожене	0,20	0,006	0,008	-	0,003

Специфічна особливість важких металів, що відрізняє їх від інших неорганічних та органічних забруднювальних речовин, – відсутність біодеградації, що дозволяє вважати їх індикаторами антропогенного впливу. Так, майже 90% міді та 9 % цинку, що надходять до водойм, мають антропогенне походження [61]. Це стічні води промислових та господарсько-побутових об'єктів, мінеральні добрива, що вносяться на поля тощо. На поведінку важких металів у поверхневих водах впливає багато факторів, які діють у різних напрямках та зумовлюють зміну їх концентрацій. Це осадження і співвідношення, сорбція та десорбція, взаємодія з організмами, комплексоутворення, окисно-

відновний потенціал, кислотно-лужні умови тощо. Концентрація мікроелементів може знижуватись зі збільшенням біологічної активності поверхневих вод. Особливу роль у режимі та кругообігу важких металів відіграють донні відклади, акумуляційна роль яких визначається, в основному, ступенем дисперсності мінеральної складової та наявності органічної речовини.

За лімітуючими показниками шкідливості метали, що досліджені в роботі, належать до небезпечних. Для водних об'єктів господарсько-питного та культурно-побутового призначення ГДК для заліза встановлено на рівні $0,3 \text{ мг/дм}^3$, для міді та цинку – на рівні $1,0 \text{ мг/дм}^3$, для марганцю – на рівні $0,10 \text{ мг/дм}^3$, а для хрому – на рівні $0,05 \text{ мг/дм}^3$. Ще суворіші вимоги до водойм рибогосподарського призначення (на один–три порядки нижче), оскільки перетворення мікроелементів із біостимуляторів на токсиканти може відбуватися і за порівняно невеликого збільшення їх концентрацій. Слід мати на увазі, що ГДК встановлені для іонних форм металів, які активно засвоюються живими організмами. В той же час, у воді визначається валовий, або сумарний вміст розчинених (псевдорозчинених) форм, до яких належать прості та комплексні іони, нейтральні комплексні сполуки з органічними та неорганічними речовинами, колоїди та псевдоколоїди. Вміст заліза ($\text{Fe}_{\text{заг}}$) у поверхневих водах басейну Південного Бугу у весняну повінь коливався у порівняно невеликих межах, від $0,12$ до $0,20 \text{ мг/дм}^3$. Дещо вищі концентрації (у межах $0,25$ – $0,30 \text{ мг/дм}^3$) спостерігалися в р. Південний Буг нижче міст Хмельницький, Вінниця, а також в р. Інгул, в районі м. Кіровоград. У літньо-осінню межень концентрація $\text{Fe}_{\text{заг}}$ зменшилася в р. Південний Буг у нижній течії, до $0,15$ – $0,16 \text{ мг/дм}^3$, а у воді приток коливалася у межах $0,16$ – $0,25 \text{ мг/дм}^3$. Тільки у воді Інгула в районі м. Кіровоград вміст $\text{Fe}_{\text{заг}}$ перевищував ГДК і становив $0,34$ – $0,47 \text{ мг/дм}^3$. Подібна тенденція зберігалася і в зимову межень, тобто, у воді Південного Буга та приток концентрація заліза коливалася у межах $0,17$ – $0,26 \text{ мг/дм}^3$ і тільки в р. Інгул у районі м. Кіровоград перевищувала ГДК ($0,34$ – $0,40 \text{ мг/дм}^3$).

Таким чином, для заліза чіткої сезонної динаміки у зміні концентрацій не виявляється, а за середніми багаторічними значеннями перевищення ГДК спостерігається тільки в меженні періоди у воді р. Інгул у районі м. Кіровоград.

Для міді та цинку також сезонних змін у концентраціях не виявлено. Так, вміст Cu у весняну повінь у воді приток Південного

Бугу коливається у межах 0,002–0,005 мг/дм³, а вміст Zn – у межах 0,005–0,008 мг/дм³. У літньо-осінню та зимову межень вміст міді та цинку у всіх притоках також незначний – відповідно, 0,003–0,008 і 0,005–0,007 мг/дм³ та 0,005–0,010 і 0,005–0,009 мг/дм³. Більші концентрації цих елементів характерні для р. Південний Буг – навесні для міді вони становлять 0,04–0,08 мг/дм³, а для цинку – 0,02–0,14 мг/дм³, а у меженні періоди змінюються, відповідно, від 0,10 до 0,07 мг/дм³ та від 0,01 до 0,09 мг/дм³. Підвищений вміст цинку спостерігається і в р. Інгул у районі м. Кіровоград. У цілому ж, вміст міді та цинку за середніми величинами у поверхневих водах басейну Південного Бугу значно менший за встановлені нормативи. *Марганець* визначався тільки у воді р. Південний Буг і його притоки – р. Рів, та р. Інгул, вище та нижче м. Кіровоград. За цими даними, його концентрації навесні змінювалися у досить широких межах – від 0,01 до 0,09 мг/дм³ та дещо перевищував ГДК у воді Південного Бугу (нижче м. Вінниця) та Інгулу (нижче м. Кіровоград), де становили, відповідно 0,12 і 0,11 мг/дм³. У меженні періоди перевищення ГДК для марганцю спостерігалось у воді Південного Бугу нижче м. Хмельницький та нижче м. Первомайськ, а також, як і навесні, нижче м. Кіровоград на р. Інгул. Подібна тенденція до перевищення ГДК для марганцю потребує більш детального вивчення.

Вміст *хрому*, як видно з наведених даних, у річкових водах басейну Південного Бугу досить незначний. У весняну повінь він становить 0,004–0,010 мг/дм³ і практично не змінюється у літньо-осінню (0,001–0,010 мг/дм³) та зимову (0,003–0,010 мг/дм³) межень, і не перевищує встановленого нормативу.

Для важких металів, які вивчалися за середнім багаторічним вмістом, чітких сезонних змін не виявлено. За цими величинами перевищення ГДК спостерігалось у кількох випадках тільки для заліза та марганцю, що потребує спеціального дослідження.

Забруднювальні речовини. Надходження забруднювальних речовин до природних водних об'єктів з промисловими, господарсько-побутовими та сільськогосподарськими стічними водами може перевищувати природні можливості цих об'єктів до самоочищення, що призводить у багатьох випадках до накопичення у водоймах та річках токсичних речовин. Найпоширенішими забруднювальними речовинами, окрім важких металів, є нафтові вуглеводні – нафтопродукти, аніонні синтетичні поверхнево-активні

речовини (СПАР), леткі феноли, пестициди. У таблицях 3.16–3.18 наведені середні концентрації СПАР, фенолів та нафтопродуктів.

До СПАР належать речовини, що можуть абсорбуватися на поверхні розділу фаз та знижувати внаслідок цього їх поверхневу енергію (поверхневий натяг). У поверхневих водах вони знаходяться в розчиненому та сорбованому стані, погіршуючи їх кисневий режим, органолептичні властивості та біологічний стан. Зниження вмісту СПАР у воді відбувається завдяки процесам біохімічного окиснення, які тісно пов'язані з температурними умовами, а також сорбції завислими частками та донними відкладами. У слабкозабруднених поверхневих водах вміст СПАР становить тисячні та соті частки мг/дм³, їх ГДК дорівнює 0,1 мг/дм³.

Як видно з наведених даних, вміст СПАР у річкових водах басейну Південного Бугу коливається у весняну повінь у широких межах, від 0,005 до 0,100 мг/дм³ і перевищує ГДК тільки у воді р. Інгул у районі м. Кіровоград, досягаючи 0,36–0,42 мг/дм³. У літньо-осінню межень вміст СПАР у цілому зменшується завдяки підвищенню температури води – до 0,005–0,020 мг/дм³, а у воді р. Інгул (м. Кіровоград) – до 0,30–0,31 мг/дм³ і перевищує тут ГДК у три рази. У зимову межень вміст СПАР знову дещо підвищується – до 0,008–0,055 мг/дм³, перевищуючи нормативи також у воді р. Інгул у районі м. Кіровоград. Таким чином, за вмістом СПАР річкові води басейну Південного Бугу відповідають нормативним вимогам, за винятком р. Інгул у районі м. Кіровоград, де перевищення ГДК спостерігається протягом року у 2–4 рази.

Феноли. Навіть у невеликих концентраціях належать до найтоксичніших забруднювальних речовин. Вони надають воді та рибі неприємного специфічного запаху, порушують режим біогенних речовин та розчинених газів – вміст кисню знижується. Фенольні сполуки надходять у природні води зі стічними водами, а також продукуються деякими гідробіонтами. У поверхневих водах обидва процеси – продукції та деструкції фенолів відбуваються одночасно і створюють своєрідну рівновагу. Переважаючим при самоочищенні води від фенолів є процес біохімічного окиснення. Найбільш інтенсивно він перебігає при температурі води 20–30 °С, а при 5–7 °С швидко згасає. Головними у фенольному забрудненні природних вод є промислові стічні води. Для летких одноатомних фенолів встановлено ГДК на рівні 0,001 мг/дм³.

У річкових водах басейну Південного Бугу вміст зазначених фенолів перевищує ГДК у кілька разів, коливаючись навесні у межах 0,001–0,004 мг/дм³ та досягаючи 0,005–0,008 мг/дм³ у воді р. Інгул у районі Кіровограда. Влітку вміст фенолів дещо менший, зазвичай змінюючись від 0,000 до 0,003 мг/дм³ і досягає найбільших значень у воді Південного Бугу в районі м. Кіровоград та у воді Південного Бугу біля м. Вінниця (0,005–0,006 мг/дм³). У зимову межень вміст фенолів знаходиться майже на такому ж рівні (0,001–0,003 мг/дм³), збільшуючись у рр. Інгул, Рів та Чорний Ташлик до 0,004–0,006 мг/дм³.

Таким чином, для фенолів, як і СПАР, помітна тенденція до зменшення їх вмісту в літній період. Але при цьому спостерігаються їх концентрації або на рівні ГДК, або перевищують у кілька разів, що є характерною особливістю цієї забруднювальної речовини. Зважаючи на складне завдання з оцінки просторово-часових закономірностей розподілу фенолів, як і інших забруднювальних речовин, для її вирішення потрібні спеціальні дослідження.

Нафтопродукти. Нафта та продукти її переробки за якісними показниками посідають одне з перших місць серед пріоритетних органічних речовин, які забруднюють гідросферу. Як правило, визначається не конкретно певний продукт переробки нафти (бензин, гас, дизельне пальне, мазут тощо), а сума вуглеводнів, які входять до складу даного нафтопродукту. Частка нафтових вуглеводнів у природних водах визначається процесами випаровування, утворення нафтових агрегатів (для важких вуглеводнів), седиментацією та біодеградацією. Для нафтових вуглеводнів встановлено досить жорсткі нормативи – для водойм господарсько-питного та культурно-побутового призначення ГДК становить 0,2 мг/дм³, а для водойм рибного господарства – 0,05 мг/дм³. Як видно з отриманих даних (табл. 3.16–3.18), вміст нафтопродуктів у річкових водах басейну Південного Бугу змінювався, зазвичай, у межах 0,01–0,05 мг/дм³. Лише у воді рр. Рів, Соб, Синюха підвищувався до 0,061–0,096 мг/дм³, що перевищує нормативи для водойм рибних господарств. Таке ж перевищення спостерігалось для води р. Інгул в районі м. Кіровоград, де вміст нафтопродуктів був на рівні 0,061–0,082 мг/дм³. У літньо-осінню межень вміст нафтопродуктів був помітно менший і складав у воді приток 0,002–0,032 мг/дм³, досягаючи 0,128–0,273 мг/дм³ в районі м. Кіровоград та 0,230 мг/дм³ нижче м. Вінниця. У зимову межень спостерігалася подібна тенденція – вміст

нафтопродуктів не перевищував встановлених ГДК практично на всіх пунктах спостережень, за винятком м. Кіровоград.

Таким чином, можна стверджувати, що концентрація нафтопродуктів у річкових водах не перевищувала нормативних вимог, встановлених для водойм господарсько-питного та культурно-побутового водокористування і тільки у деяких випадках, особливо навесні, перевищувала ГДК, встановлені для водойм рибних господарств. Найбільш забруднена протягом року вода р. Інгул у районі м. Кіровоград, що відзначалося і для інших забруднювальних речовин.

Таблиця 3.16. Середня концентрація специфічних забруднювальних речовин у річкових водах басейну Південного Бугу під час весняної повені (1980–2004 рр.), мг/дм³

№ з/п	Річка – пункт	Забруднювальні речовини		
		СПАР	Феноли	Нафтопродукти
1	р. Південний Буг – м. Хмельницький, 0,5 км нижче міста	0,100	0,003	0,032
2	р. Південний Буг – м. Вінниця, 0,5 км нижче міста	0,012	0,002	0,012
3	р. Південний Буг – м. Первомайськ, 0,5 км нижче міста	0,029	0,001	0,030
4	р. Південний Буг – с. Олександрівка	0,005	0,000	0,026
5	р. Рів – с. Демидівка	0,031	0,002	0,073
6	р. Соб – с. Зозів	0,028	0,004	0,096
7	р. Савранка – с. Осички	0,021	0,005	0,042
8	р. Кодима – с. Катеринка	0,007	0,002	0,021
9	р. Синюха – с. Синюшин Брід	0,012	0,002	0,061
10	р. Велика Вись – смт Ямпіль	0,010	0,000	0,010
11	р. Чорний Ташлик – с. Тарасівка	0,014	0,001	0,050
12	р. Інгул – м. Кіровоград, 0,5 км вище міста	0,360	0,005	0,061
13	р. Інгул – м. Кіровоград, 0,5 км нижче міста	0,420	0,008	0,082

Таблиця 3.17. Середня концентрація специфічних забруднювальних речовин у річкових водах басейну Південного Бугу під час літньо-осінньої межени (1980–2004 рр.), мг/дм³

№ з/п	Річка – пункт	Забруднювальні речовини		
		СПАР	Феноли	Нафтопродукти
1	р. Південний Буг – м. Хмельницький, 0,5 км нижче міста	0,016	0,005	0,042
2	р. Південний Буг – м. Вінниця, 0,5 км нижче міста	0,020	0,002	0,230
3	р. Південний Буг – м. Первомайськ, 0,5 км нижче міста	0,019	0,002	0,021
4	р. Південний Буг – с. Олександрівка	0,010	0,000	0,015
5	р. Рів – с. Демидівка	0,010	0,002	0,008
6	р. Соб – с. Зозів	0,031	0,003	0,006
7	р. Савранка – с. Осички	0,009	0,001	0,008
8	р. Кодима – с. Катеринка	0,005	0,001	0,006
9	р. Синюха – с. Синюшин Брід	0,005	0,002	0,002
10	р. Велика Вись – смт Ямпіль	0,007	0,001	0,009
11	р. Чорний Ташлик – с. Тарасівка	0,009	0,001	0,032
12	р. Інгул – м. Кіровоград, 0,5 км вище міста	0,302	0,005	0,273
13	р. Інгул – м. Кіровоград, 0,5 км нижче міста	0,311	0,006	0,128

Таблиця 3.18. Середня концентрація специфічних забруднювальних речовин у річкових водах басейну Південного Бугу під час зимової межени (1980–2004 рр.), мг/дм³

№ з/п	Річка – пункт	Забруднювальні речовини		
		СПАР	Феноли	Нафтопродукти
1	р. Південний Буг – м. Хмельницький, 0,5 км нижче міста	0,040	0,003	0,017
2	р. Південний Буг – м. Вінниця, 0,5 км нижче міста	0,055	0,003	0,014
3	р. Південний Буг – м. Первомайськ, 0,5 км нижче міста	0,020	0,001	0,030
4	р. Південний Буг – с. Олександрівка	0,008	0,001	0,045
5	р. Рів – с. Демидівка	0,027	0,006	0,025
6	р. Соб – с. Зозів	0,021	0,003	0,033

7	р. Савранка – с. Осички	0,016	0,001	0,065
8	р. Кодима – с. Катеринка	0,015	0,002	0,028
9	р. Синюха – с. Синюшин Брід	0,014	0,001	0,005
10	р. Велика Вись – смт Ямпіль	0,013	0,002	0,004
11	р. Чорний Ташлик – с. Тарасівка	0,006	0,004	0,017
12	р. Інгул – м. Кіровоград, 0,5 км вище міста	0,210	0,006	0,118
13	р. Інгул – м. Кіровоград, 0,5 км нижче міста	0,283	0,006	0,230

3.3. Антропогенна складова іонного стоку

Важливим показником геохімічних та біогеохімічних процесів, які перебігають на окремих ділянках земної поверхні (геохімічний ландшафт, річковий басейн), є хімічні характеристики стоку річок у вигляді виносу розчинених та завислих у воді речовин. Їх склад і кількість визначають напрям та інтенсивність процесів взаємодії води з біосферою та корою вивітрювання і тому відносяться до найважливіших геохімічних критеріїв для даної території. Вважається, що цей критерій є досить постійним у межах історичного часу [22].

З геохімічних позицій стік розчинених речовин характеризує кінцевий результат сукупності процесів, які перебігають на даній території: вивітрювання ґрунтів, стік продуктів вивітрювання порід, розчинення осадових порід, розклад органічних речовин, що характеризують міграцію елементів та обмін речовин у природі тощо. Кількісний та якісний склад окремих елементів стоку розчинених речовин визначається ландшафтом та його зональністю, а головною складовою хімічного стоку є річковий іонний стік. У сучасних умовах, коли на хімічний склад річкових вод значною мірою впливає господарська діяльність, спостерігаються і значні зміни у характеристиках стоку розчинених хімічних речовин, не тільки головних іонів, а й різних сполук азоту, фосфору, важких металів, органічних речовин тощо. Дослідження цих змін, їх інтерпретація та картографування – одне з важливих завдань гідрохімії [23].

Річковий стік є найбільш рухомою частиною гідросфери, що зумовлює переміщення не лише величезних об'ємів води, а й

величезної кількості розчинених і твердих речовин [41]. Величина іонного стоку, під яким розуміють кількість головних іонів, які виносяться з водним стоком з водозабору річки за певний проміжок часу (рік, сезон, місяць тощо), є одним з найважливіших геохімічних показників, що характеризує інтенсивність ерозійних та акумулятивних процесів у річковому басейні. Іонний стік кількісно характеризує процеси вивітрювання, ерозію порід і ґрунтів, утворення карсту, засолення або вилуговування території, тобто основні видаткові частини сольового балансу басейну річки. Іонний та твердий стік є основною зв'язуючою ланкою в обміні солей між континентами та океанами і є основним чинником утворення товщ осадових та сольових морських порід [24].

Розраховується іонний стік (R_i) за формулою:

$$R_i = WC, \quad (3.1)$$

де W – об'єм водного стоку, м^3 ;

C – концентрація іонів або їх сума, тобто величина мінералізації, мг/дм^3 ;

Розмірність R_i – т/рік, т/місяць тощо.

Важливу роль у формуванні іонного стоку відіграють різні види господарської діяльності. Серед них можна виділити ті, що спричиняють безпосереднє надходження у річки стічних вод різного ступеня забрудненості, а також ті, що формують стік хімічних компонентів за певних умов їх змиву з території, які несуть на собі антропогенні навантаження. Слід зазначити, що головні іони антропогенного генезису досить консервативні і перебувають у річкових водах практично в тих кількостях, в яких надходять у воду. Щодо інших хімічних речовин – біогенних, органічних, важких металів, нафтопродуктів, СПАР – цього не можна сказати. В результаті процесів самоочищення їх буде менше від кількості, яка безпосередньо потрапила у річку. Тобто антропогенна складова в концентраціях вказаних хімічних компонентів являє собою ту їх частину, яка формувалась у воді річки з надходжень забруднювальних речовин антропогенного генезису і була винесена з водним стоком з певної частини або з усього басейну річки.

Зважаючи на важливість такої геохімічної характеристики, як іонний стік, що враховує природні та антропогенні процеси на водозаборі, його вивчення було і завжди залишатиметься вельми

актуальним завданням, особливо для такої великої річки, якою є Південний Буг.

Першим фундаментальним дослідженням стоку розчинених речовин з території СРСР є робота О. Алекіна та Л. Бражникової (1964), де використаний матеріал щодо водного режиму та хімічного складу води річок, зібраний на мережі Гідрометслужби СРСР у 1936–1955 рр. За цими, досить обмеженими даними, показник іонного стоку для басейну Південного Бугу складав близько 20 т/(км²·рік). В Україні дослідження іонного стоку річок вперше проведено А. Алмазовим. За його даними іонний стік Південного Бугу за період досліджень з 1952 по 1957 рр. складав у середньому за рік 1,1 млн т, при мінімальному та максимальному значенні від 0,7 до 1,4 млн тонн (1962). У роботі В. Пелешенка (1975), з використанням даних Гідрометслужби за 1961 – 1970 рр., розрахований іонний стік великих річок України, розроблені методичні прийоми та виконана оцінка антропогенної складової іонного стоку з використанням відносного гідрохімічного фону.

В 1985 р. у проблемній науково-дослідній гідрохімічній лабораторії географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка було виконано роботу з оцінки хімічних характеристик стоку головних іонів, мінерального азоту, фосфору, заліза, кремнію, органічних речовин, міді, цинку та хрому з території України в Чорне та Азовське моря. Використані матеріали Гідрометслужби за 1971–1980 рр. по літньо-осінній і зимовій межній та весняній повені. Оцінений іонний стік великих річок та його антропогенна складова, показано вплив зрошувальних та осушувальних меліорацій на формування іонного стоку.

Результати розрахунку середньорічного іонного стоку р. Південний Буг, які одержані при вказаних дослідженнях за періоди 1961–1970 та 1971–1980 рр., наведені у табл. 3.19. У цій таблиці середньорічні величини іонного стоку за періоди 1981–1990, 1991–2000 та 2001–2005 рр. розраховані нами за фактичними матеріалами по стоку та гідрохімічними показниками, одержаними по мережі моніторингу Гідрометслужби України. За цими даними прослідковується тенденція, у цілому, до значного збільшення іонного стоку, особливо сульфат-іону, хлорид-іону, магнію, натрію, калію в сучасний період (2001–2005 рр.) порівняно з періодом 1961–1970 рр. Так, іонний стік сульфат-іону збільшився майже у три рази, хлорид-іону, магнію, лужних металів – майже у два рази. При цьому

спостерігається помітне зменшення іонного стоку в період 1991–2000 рр. Якщо у 1961–1970 рр. іонний стік становив 1350 тис. т/рік і збільшився до 2080 і 1840 тис. т/рік у 1971–1980 та 1981–1990 рр., то у 1991–2000 рр. він становив 1630 тис. т/рік [86].

Таблиця 3.19. Величини середньорічного іонного стоку р. Південний Буг – с. Олександрівка, 10^3 т/рік

Періоди спостережень	Головні іони						Σ_i
	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$	
1961 – 1970	829	102	74	192	54	99	1350
1971 – 1980	1130	230	192	287	91	161	2080
1981 - 1990	967	234	132	244	85	179	1840
1990 - 2000	843	230	130	197	87	137	1630
2001 – 2005	1057	307	129	207	110	230	2040

У сучасний період, за 2001–2005 рр., середньорічний іонний стік збільшився до 2040 тис. т/рік, що значною мірою пояснюється як збільшенням водного стоку, так і інтенсифікацією промислово-господарської діяльності у басейні. Зменшення іонного стоку в 1991–2000 рр. пов'язано, як і для басейнів інших річок України, зокрема басейну Дніпра, в першу чергу зі зменшенням річкового стоку (табл. 3.20).

У цілому до елементів антропогенного навантаження відносять скиди промислових, господарсько-побутових стічних вод, зливові води з урбанізованих територій, поверхнево-схиловий сільськогосподарський стік та частку іонного стоку за рахунок збільшення мінералізації опадів через викиди в атмосферу підприємств промисловості та енергетики, збільшення мінералізації підземних вод, які розвантажуються у річкову мережу тощо.

При вивченні антропогенної складової річок України, що виконувалося раніше, використовувалися порівняно невеликі ряди спостережень, особливо за хімічним складом. За іншою методикою розрахунок антропогенної частки іонного стоку виконувався за різницею між концентраціями компонентів у верхній течії річки, які приймали за природний фон, та у нижній частині. Але така методика практично не враховувала збільшення концентрацій іонів за рахунок більш мінералізованих підземних вод, особливо у меженні періоди.

Найбільш уживаною є методика розрахунку так званої “відносної” антропогенної складової іонного стоку. При цьому розраховується іонний стік за певний період з початку спостережень,

Таблиця 3.20. Динаміка формування іонного стоку р. Південний Буг – с. Олександрівка (F=46200км²) за період з 1971 по 2005 рр.

Головні іони	Роки спостережень	Гідрологічні фази водного режиму												середньорічні дані				
		весняна повінь						літньо-осіння межень						зимова межень				
		C, мг/лм ³		R _с , т 10 ³		P _с , т/км ²		C, мг/лм ³		R _с , т 10 ³		P _с , т/км ²		C, мг/лм ³		R _с , т 10 ³		P _с , т/км ²
		W, м ³ 106	106	10 ³	10 ³	10 ³	т/км ²	W, м ³ 106	106	10 ³	10 ³	т/км ²	W, м ³ 106	106	10 ³	10 ³	т/км ²	106
Σ ₁	1971-1980	1460	435	635.1	13.75	2300	471	1083	23.45	830	592	491.4	10.64	4590	500	2295	49.68	
	1981-1990	1050	608	638.4	13.82	1260	574	723.2	15.65	700	704	492.8	10.67	3010	629	1893.3	40.98	
	1991-2000	862	640	551.68	11.94	1023	682	697.7	15.10	620	685	424.7	9.19	2505	669	1675.8	36.27	
	2001-2005	1113	640	712.32	15.42	1250	670	837.5	18.13	704	713	502	10.86	3067	670	2054.9	44.48	
SO ₄ ²⁻	1971-1980	1460	43	62.78	1.36	2300	37	85.1	1.84	830	76	63.08	1.27	4590	52	238.68	5.17	
	1981-1990	1050	91	95.55	2.07	1260	71	89.46	1.94	700	84	58.8	1.37	3010	82	246.82	5.34	
	1991-2000	862	90	77.58	1.68	1023	98	100.3	2.17	620	84	52.08	1.13	2505	91	227.96	4.93	
	2001-2005	1113	85	94.605	2.05	1250	112	140	3.03	704	102	71.81	1.55	3067	100	306.7	6.64	
Cl ⁻	1971-1980	1460	32	46.72	1.01	2300	29	66.7	1.44	830	49	40.67	0.88	4590	37	169.83	3.68	
	1981-1990	1050	36	37.8	0.82	1260	51	64.26	1.39	700	42	29.4	0.64	3010	43	129.43	2.8	
	1991-2000	862	51	43.962	0.95	1023	52	53.2	1.15	620	53	32.86	0.71	2505	52	130.26	2.82	
	2001-2005	1113	41	45.633	0.99	1250	39	48.75	1.06	704	48	33.79	0.73	3067	43	131.88	2.85	
Ca ²⁺	1981-1990	1050	79	82.95	1.80	1260	72	90.72	1.96	700	94	65.8	1.42	3010	84	252.84	5.47	
	1991-2000	862	78	67.236	1.46	1023	78	79.79	1.73	620	79	48.98	1.06	2505	83	207.92	4.5	
	2001-2005	1113	62	69.006	1.49	1250	70	87.5	1.89	704	71	49.98	1.08	3067	70	214.69	4.65	
	1971-1980	1460	34	49.64	1.07	2300	20	46	1.00	830	28	23.24	0.50	4590	27	123.93	2.68	
Mg ²⁺	1981-1990	1050	28	29.4	0.64	1260	29	36.54	0.79	700	27	18.9	0.41	3010	28	84.28	1.82	
	1991-2000	862	32	27.584	0.60	1023	34	34.78	0.75	620	38	23.56	0.51	2505	35	87.675	1.9	
	2001-2005	1113	37	41.181	0.89	1250	33	41.25	0.89	704	40	28.16	0.61	3067	37	113.48	2.46	
	1981-1990	1050	29	30.45	0.66	1260	51	64.26	1.39	700	45	31.5	0.68	3010	29	87.29	1.89	
Na ⁺	1991-2000	862	34	29.308	0.63	1023	40	40.92	0.87	620	38	23.56	0.51	2505	39	97.695	2.11	
	2001-2005	1113	53	58.989	1.28	1250	58	72.5	1.59	704	46	32.38	0.70	3067	47	144.15	3.12	
	1981-1990	1050	16	16.8	0.36	1260	18	22.68	0.49	700	18	12.6	0.27	3010	20	60.2	1.3	
	1991-2000	862	15	12.93	0.28	1023	18	18.41	0.40	620	19	11.78	0.25	2505	19	47.595	1.03	
2001-2005	1113	19	21.147	0.46	1250	22	27.5	0.60	704	25	17.6	0.38	3067	22	67.474	1.46		

який приймається за відносно «фоновий» і порівнюється з іонним стоком, одержаним за розрахунками стокових та гідрохімічних показників, одержаних в останній період спостережень [39]. Такий методичний підхід, при врахуванні змін водності річок, за відсутністю інших даних може бути прийнятний. Але при цьому, особливо при розрахунку середньорічної складової іонного стоку, можлива значна різниця в одержаних результатах. Вона залежить від вибраних довільно, залежно від фактичних даних, “фонових” періодів, кількості гідрохімічних даних, внутрішньорічного розподілу стоку, змін водності та господарської діяльності тощо.

У сучасний період, завдяки даним по скиду забруднювальних речовин, які надходять з басейнових управлінь Держводгоспу України за формою 2-ТП (водгосп), з’явилася можливість прямого розрахунку антропогенної складової іонного стоку. Найбільш коректним такий розрахунок є для басейну Південного Бугу, який повністю знаходиться у межах України.

Середньорічні дані про скиди компонентів іонного складу стічних вод у басейні Південного Бугу, за даними (форма 2-ТП-водгосп) Держводгоспу України, наведені у табл. 3.21.

Таблиця 3.21. Середньорічні скиди компонентів сольового складу стічних вод у басейні р. Південний Буг, 10^3 т/рік

Період спостережень	Головні іони						\sum_i (без HCO_3^-)
	SO_4^{2-}	Cl	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	
1991–2000	15,0	14,3	5,9	1,2	6,0	4,5	47
2001–2005	10,5	8,0	7,0	1,8	5,0	4,0	36

Можна відзначити, що у цілому досліджувані середньорічні скиди речовин у сучасний період (2001–2005 рр.) дещо зменшилися порівняно з попереднім періодом (1991–2000 рр.), особливо за сульфат-іонами, хлорид-іонами, лужними металами. Деяке збільшення спостерігається тільки за кальцієм та магнієм [86].

У цілому по мінералізації (без гідрокарбонат-іонів), які не включаються до обліку забруднювальних скидів, зменшення скидів відбулося на рівні 23%. Порівнюючи значення скидів сольового складу стічних вод у басейні Південного Бугу з величиною іонного

стоку можна визначити прямим розрахунком величину цієї складової антропогенного іонного стоку. Розрахована таким чином антропогенна складова (за об'ємами скидів мінеральних солей зі стічними водами) наведена у табл. 3.22. Як видно з результатів розрахунку, внесок компонентів сольового складу, які надходять зі стічними водами в іонний стік, коливається у межах 1,1–11,0%. Найбільший внесок спостерігався у період 1991–2000 рр. Для хлорид-іонів він складав 11,0%, для сульфат-іонів – 7,0% та для натрію – 6,3%.

Таблиця 3.22. Середньорічні величини антропогенної складової іонного стоку р. Південний Буг на водпосту с. Олександрівка (за відношенням об'ємів скиду солей зі стічними водами до величини іонного стоку), %

Роки спостережень	Головні іони						Σ_i (без HCO_3^-)
	SO_4^{2-}	Cl	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na+	K+	
1991–2000	7,0	11,0	3,0	1,3	6,3	1,1	6,0
2001–2005	4,0	6,0	3,5	1,6	3,1	-	3,7

Для магнію і калію він був найменший, складаючи, відповідно 1,3– 1,1%. В сучасний період 2001–2005 рр. антропогенна складова за цими компонентами значно зменшилася – до 6,0% для хлорид-іонів, 4,0% – для сульфат-іонів, натрію – до 3,1%.

Тільки для кальцію і магнію спостерігається незначне збільшення. У цілому ж, внесок головних іонів (без гідрокарбонатів) у період 1991 – 2000 рр. становив 6,0%, а у 2001–2005 рр. зменшився до 3,7%. Таким чином, за середньорічними величинами антропогенна складова іонного стоку, яка формується за рахунок стічних вод, досить незначна в сучасний період і коливається у межах кількох відсотків.

Значення антропогенної складової іонного стоку також розраховані за методикою порівняння величин іонного стоку за “фоновий” та сучасний періоди, шляхом порівняння середньорічних значень іонного стоку за 1961–1970 рр. (відносний фоновий період) та за 2001–2005 рр. (за даними табл. 3.19).

За період понад тридцять років найбільше зріс стік сульфат-іонів, зі 102 до 307 тис. т/рік, тобто у 3 рази. Стік натрію і калію збільшився у 2,3 рази, а магнію і хлору, відповідно, у 2,0 і 1,7 рази. Незначною мірою збільшився тільки стік гідрокарбонатів і кальцію – в 1,3–1,1 рази. У цілому ж іонний стік головних іонів за їх сумою збільшився у 1,5 рази. Зважаючи на досить незначну роль скидів стічних вод у формуванні іонного стоку можна відзначити, що основну роль у формуванні антропогенної складової відіграють інші чинники господарської діяльності, головним чином поверхнево-схилувий стік.

Таким чином, сучасний стан водних ресурсів Південного Бугу значною мірою залежить від впливу господарської діяльності на водозборі та складного водогосподарського комплексу. Басейн Південного Бугу є одним з потужних аграрних районів, де сільськогосподарські угіддя в загальній площі водозборів річок складають 74–90%. Найбільш освоєні басейни річок степової зони, в якій на сільськогосподарські угіддя припадає 90%. Така висока сільськогосподарська освоєність є основним чинником виносу солей із поверхнево-схилувим стоком, особливо із розораних ґрунтів степової зони, для яких характерним є великий вміст мінеральних солей – особливо сульфатів та хлоридів натрію і магнію.

РОЗДІЛ 4

ОЦІНКА ВПЛИВУ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА ВОДНІ РЕСУРСИ БАСЕЙНУ ПІВДЕННОГО БУГУ

4.1. Водні ресурси та гідрографічна мережа басейну

Річка Південний Буг належить до великих річок басейну Чорного моря. Як уже відзначалося, вона бере початок на Подільській височині поблизу с. Холодець Хмельницької області, впадає в Бузький лиман, створюючи нижче гирла р. Інгул (м. Миколаїв) Бузький лиман завдовжки 47 км, завширшки 2,7–8 км [51]. За загальними кліматичними умовами басейн Південного Бугу в основному знаходиться в районах нестійкого і недостатнього зволоження, а пониззя басейну охоплює райони посушливого степу.

Форма басейну річки Південний Буг у верхів'ї різко звужена, у середній і нижній частинах басейну асиметрична. Середня висота водозбору у верхів'ї – 300–320 м, в нижній частині – 5–20 м.

Загальні ресурси поверхневого стоку, що формуються на території басейну Південного Бугу, складають 3,4 км³, а в надто маловодні роки (95% забезпеченості) вони знижуються до 1,4 км³. У багатоводні роки водні ресурси річок басейну в 2–5 разів більші, а в маловодні в 3–9 разів менші, ніж у середні за водністю роки. Крім багаторічної нерівномірності, залежно від умов живлення на річках, має місце внутрішньорічна нерівномірність стоку. Майже 60–80% річного стоку припадає на весняну повінь, яка змінюється тривалим маловодним меженим періодом. Річки в цей час живляться в основному за рахунок підземного стоку, який на території басейну Південного Бугу знаходиться в несприятливих умовах його накопичення [65].

Така нерівномірність річкового стоку значною мірою компенсується в системі водокористування за рахунок його регулювання. У басейні Південного Бугу є 6929 ставків та побудовано 200 водосховищ (табл. 4.1.). У них акумулюється від 20 до 70% місцевого стоку. Об'єм ставків складає 609 млн м³, а площа їхнього водного дзеркала – 45,7 тис. га. Сумарний повний об'єм водосховищ, що регулюють стік для водокористування, складає 857 млн м³, площа водного дзеркала – 30,5 тис.га. Найбільша їх кількість розташована на річках Синюха, Інгул, Гнилий Тікич, Гірський Тікич,

Чорний Ташлик [43, 65]. Водна поверхня ставків і водосховищ не перевищує 1 га/км² водозбірної площі, а в басейнах річок Соб, Згар, Бужок – більше 3 га/км² (див. табл. 4.1) В об'ємі цих водосховищ акумулюється до 50–70 % стоку середнього за водністю року. Проте, незважаючи на значний перерозподіл стоку діючими штучними водоймами, в деяких басейнах річок відчувається нестача води для задоволення потреб населення та галузей економіки.

Таблиця 4.1. Розподіл ставків і водосховищ басейну Південного Бугу за адміністративними областями

Область	Ставки			Водосховища			
	кількіс т, шт.	площа водної поверхні, тис. га	об'єм, млн м ³	кіль- кість, шт.	площа водної поверхні, тис. га	об'єм, млн м ³	
						повний	корисний
Вінницька	2014	13,7	172,9	54	9,9	289,7	222,4
Хмельницька	549	3,84	44,62	26	5,41	87,78	84,59
Черкаська	1662	10,9	167,2	22	3,46	67,69	55,15
Миколаївська	619	5,24	66,29	25	3,73	198,78	122,28
Одеська	192	0,60	7,88	7	0,82	16,36	12,53
Кіровоградська	1719	9,91	136,6	63	6,64	189,4	155,6
Київська	174	1,47	13,7	3	0,51	7,53	6,35
Разом	6929	45,7	609,2	200	30,46	857,24	658,9

Суттєве значення в системі водокористування, особливо для господарсько-питних потреб, мають підземні води. В межах басейну прогнозні ресурси підземних вод досягають 0,65 км³ на рік, з них 0,45 км³ гідравлічно зв'язані з поверхневим стоком, і тільки 31 % в загальному об'ємі підземних вод припадає на воду глибоких підземних горизонтів – 0,2 км³.

Таким чином, за об'ємом поверхневого стоку і запасами ресурсів підземних вод, які гідравлічно не зв'язані з річкою, водні ресурси річок басейну Південного Бугу в середній за водністю рік становлять 3,6 км³.

За питомими показниками водозабезпечення (на одиницю площі і на одну людину) басейн Південного Бугу належить до

малозабезпечених регіонів України. У більшості областей водозабезпеченість території і населення менша, ніж переважно в Україні. Лише в середні за водністю роки вона дещо вища у Хмельницькій області.

Середня густина річкової мережі становить близько $0,33 \text{ км}^2$. Течуть річки переважно з північного заходу на південний схід. Характерна ширина долини у верхній і середній течії 1–2 км з низьким пологим лівим і більш високим і крутим правим схилом й широкою (0,6–1,2 км) заболоченою заплавою. Там, де річка перетинає Український кристалічний щит, долина звужується і в межах Миколаївської області має вигляд каньйону завширшки 200–300 м з крутими скелястими схилами. Річище у верхів'ї до села Новокопачинів завширшки 10–15 м, іноді до 50 м, з глибиною 0,2–0,5 м, незначною швидкістю течії. Нижче ширина річки коливається від 20 до 200 м, глибина від 0,5–1,5 м, на перекатах до 2,5–5 м, іноді до 15 м на плесах, а швидкість течії – відповідно від 1,5 до 3 м/с. Далі до с. Олександрівка долина широка з низькими пологими берегами та заплавою до 3,5 км. Від с. Олександрівка річище звивисте, завширшки від 80 до 1300 м. Нижче від м. Нова Одеса річка набирає характеру лиману з шириною до 30 км, глибинами 4–7 м [43].

До басейну Південного Бугу належить 6638 річок загальною довжиною 20,1 тис. км [57]. Переважну їх кількість (94,4%) складають малі водотоки (завдовжки менше 10 км). Середніх річок – 11, їх загальна довжина – 1619 км, 379 річок (5,7%) мають довжину більше 10 км. Середня густина річкової мережі становить $0,35 \text{ км/км}^2$, вона змінюється від $0,73\text{--}0,40 \text{ км/км}^2$ у верхів'ї басейну до $0,16 \text{ км/км}^2$ – у нижній частині. До основних приток належать: Соб, Кодима, Синюха, Тікич з Гнилим і Гірським Тікичами, Велика Вись, Ятрань, Чорний Ташлик, Чичикля, Інгул (табл. 4.2) [59, 65].

Таблиця 4.2. Основні гідрографічні характеристики річок басейну р. Південний Буг

Назва великої, середньої річки	Відстань від гирла головної річки до впадіння притоки першого та наступного порядку, км	Площа басейну, км ²	Довжина, км	Всього малих річок		3 них завдовжки менше 10 км		
				кількість, шт.	сумарна довжина, км	кількість, шт.	сумарна довжина, км	середня довжина річки, км
Південний Буг	0	63 700	806	6 638	20 109	6 271	12 076	1,93
Притоки:								
Соб	395	2 840	115	418	1 285	394	853	2,16
Кодима	201	2 470	149	90	424	77	177	2,30
Синюха	196	16 700	111	1 651	5 314	1 547	3 300	2,13
Тікуч	111	6 660	4,5	828	2 541	778	1 576	2,03
Гнилий Тікуч	5	3 150	157	332	1 122	312	710	2,26
Гірський Тікуч	4	3 510	167	496	1 419	466	866	1,85
Велика Вишь	110	2 860	166	219	717	205	439	2,14
Ягрань	66	2 170	104	212	719	202	498	2,46
Чорний Ташлик	21	2 390	135	170	590	155	339	2,19
Чичкслея	75	2 120	156	46	177	40	76	1,90
Інгул	1	9 890	354	396	1 922	353	905	2,56

У басейні є 92 озера і лиман. З них озер з площею 0,1–05 км² – 21; 0,51–1,0 км² – 19; 1,0–5,0 км² – 8; з площею понад 5,0 км² – 2.

Дніпро-Бузький лиман є мілководною затокою Чорного моря, що відокремлена від нього Кінбурнською косою. Сполучається лиман з морем Кібурнською протокою, через яку і здійснюється водообмін. Ширина протоки – близько 4 км. На сході лиман межує з гирлом Дніпра, на півночі поступово переходить у річку Південний Буг.

Гідрографічна мережа в районі Південно-Української АЕС представлена р. Південний Буг та її лівою притокою – струмком Ташлик, що тече через однойменну балку. Ця балка перегороджена в гирловій частині греблею. Створене водоймище-охолоджувач має витягнуту форму, довжиною близько 10 км та ширину в середньому 0,8 км, за максимальної, біля греблі – до 1,8 км. Характерною рисою цього ВО є його досить значна глибина (у середньому до 10,0 м) за найбільшої – до 30 м у пригреблевій частині. Периметр берегової лінії досягає 30 км. Загальна довжина балки Ташлик – близько 20 км, площа водозбору – близько 98 км², ширина струмка – 2–5 м, а глибина – 0,5–1,5 м. Середньорічна витрата струмка дорівнює 0,15 м³/с, а максимальна витрата весняної повені 5 % забезпеченості складає 51,8 м³/с. Основний стік формується навесні, а в меженні періоди, що перериваються короткочасними дощовими наводками, струмок часто пересихає [83].

4.2. Оцінка впливу господарської діяльності на водні ресурси басейну Південного Бугу

4.2.1. Методичні аспекти

В умовах постійного антропогенного впливу на навколишнє природне середовище актуальним стає вибір оптимальних територіальних одиниць для управління природокористуванням. В цьому плані слід зазначити, що серед низки таксонів, як “ландшафт”, “геосистема”, “економічний район”, дедалі частіше впроваджується поняття “басейн річки” [46].

З концепцією басейну, як відомо, пов’язані основні уявлення гідрології суші та інших наук, що вивчають водні ресурси. Під річковим басейном розуміється частина земної поверхні з урахуванням товщі ґрунтів, звідки відбувається стік вод в окрему

річку або річкову систему. Басейн річки включає поверхневий і підземний водозбори, межі яких (за винятком дуже малих басейнів) співпадають, і тому поняття „басейн” і „водозбір” виступають як синоніми [66, 76, 78, 103].

Басейновий підхід при вирішенні різних гідроекологічних проблем показує свою ефективність і перспективність. Починаючи із застосування в гідрології суші та в інших науках фізико-географічного напрямку, він у даний час дедалі більше використовується в геоекологічних дослідженнях для вирішення завдань збалансованого природокористування. Оскільки його значні переваги очевидні, широке застосування басейнового підходу в практиці природокористування в цілому та водокористування зокрема, є актуальним [6, 13, 29, 71, 99, 102, 108, 122, 123].

Для детальної оцінки кількісних характеристик сучасного і перспективного водокористування з урахуванням забезпечення водними ресурсами населення та галузей економіки у межах басейну виникає необхідність поділу території басейну на ділянки. Виходячи з того, що головним джерелом водозабезпечення населення та галузей економіки є річковий стік, ділянка має співпадати з річковим басейном або його частиною. У межах цих виділених територій необхідно вирішувати питання щодо регулювання, використання і управління водними ресурсами та створення сприятливих гідроекологічних умов на водозаборі [29, 52, 100, 105, 121].

На основі аналізу гідрологічних показників і фізико-географічних умов в межах території України у гідрологічному районуванні, виконаному Л.Г. Будкіною та Л.М. Козінцевою, виділено три зони, межі яких, в основному, збігаються з межами фізико-географічних зон [28, 58, 104]. Басейн Південного Бугу розташований у межах двох зон: достатньої (Правобережна Дніпровська область достатньої водності) та недостатньої водності (Сіверсько-Дніпровська область недостатньої водності та Причорноморська область надзвичайно низької водності). Автори районування відзначають, що при порівнянні карти гідрологічного районування з картами окремих гідрологічних характеристик (мінімального стоку, внутрірічного розподілу стоку тощо) можуть бути відхилення як у виділенні одиниць, так і у встановленні їх меж. Крім того, при гідрологічному районуванні території виявляються суттєві закономірності гідрологічних явищ, визначаються райони в межах яких проявляються ці явища, а також встановлюються причини, які їх

обумовлюють. Тому з метою детальної оцінки впливу господарської діяльності на кількісні та якісні показники водних ресурсів басейну Південного Бугу, відповідно до зонально-гідрологічного підходу у межах зони достатньої водності нами виділено 6 ділянок, а у межах недостатньої водності – 2 ділянки (рис. 4.1.). Саме в межах даних ділянок виконувалися дослідження водогосподарських показників, що найбільше впливають на кількісні та якісні показники водних ресурсів басейну. Необхідно відзначити, що наголовнійшою відмінністю цих ділянок від водогосподарських, які відображаються у державному водному кадастрі, є те, що вони виділені за басейновим принципом. Таким чином, урахування гідрологічного районування та дослідження господарської діяльності у межах виділених ділянок дає можливість виконати оцінку впливу антропогенної діяльності на кількісні та якісні показники водних ресурсів окремих ділянок басейну Південного Бугу. Це надзвичайно важливо для прийняття ефективних управлінських рішень [121].

Як було відзначено раніше, за останні півтора десятиріччя у цілому в басейні р. Південний Буг спостерігається чітка тенденція до зменшення забору і використання води, а також до зменшення обсягів скидів стічних вод і забруднюючих речовин (див. розділ 1).

Оскільки у розділі 1 охарактеризовано водогосподарський комплекс Південного Бугу в цілому, то в даному розділі необхідно детально розглянути водогосподарську діяльність у басейні Південного Бугу на його окремих ділянках з метою визначення тих частин, де спостерігається найбільший антропогенний вплив на кількісні показники водних ресурсів.

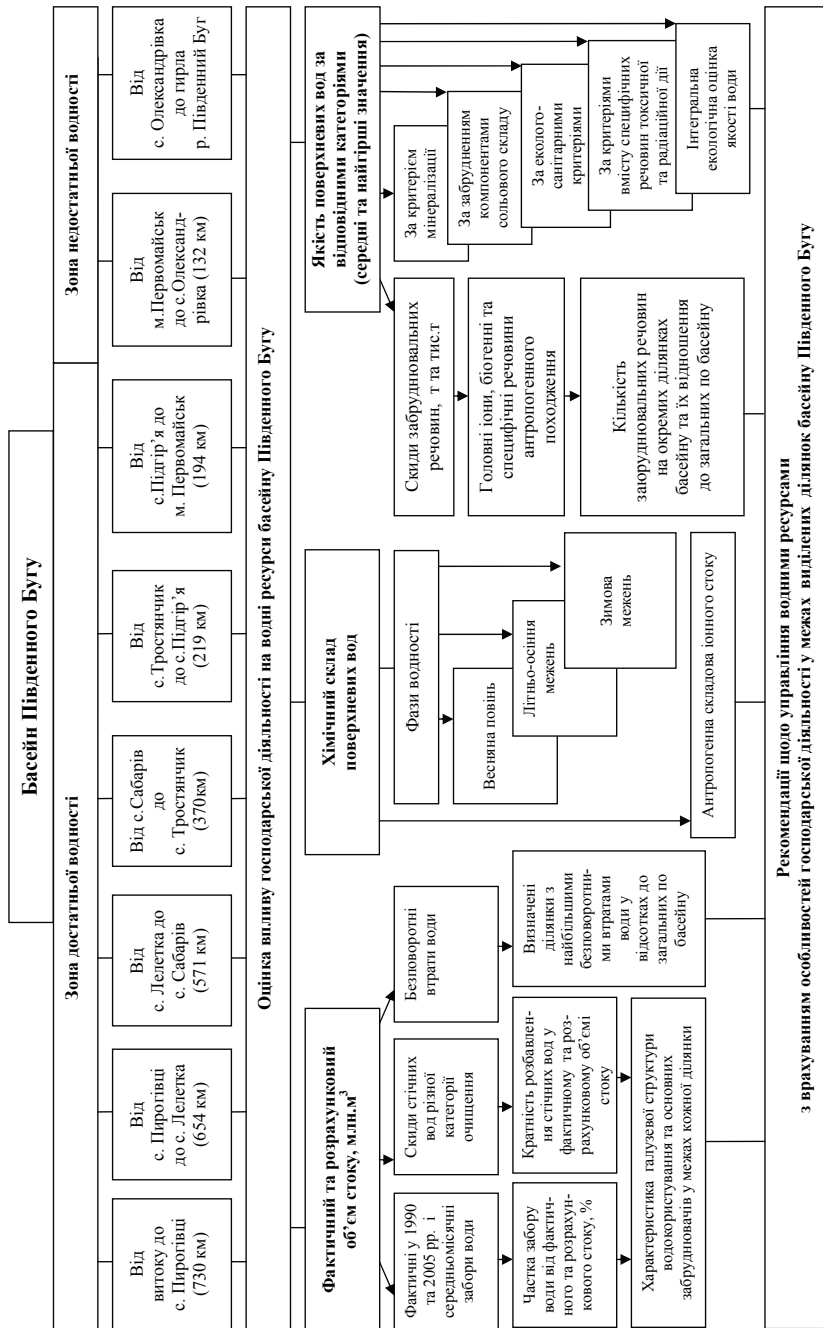


Рис. 4.1. Схема комплексної оцінки впливу господарської діяльності на кількісні та якісні показники поверхневих вод басейну Південного Бугу

Очевидно, що при оцінці впливу господарської діяльності на водні ресурси басейнів річок необхідно враховувати фактичний та розрахунковий (різної забезпеченості) поверхневий стік та специфіку водокористування. Тому, враховуючи можливості комп'ютерної програми узагальнення даних про водокористування „Goswod”, окремі ділянки, виділялися нами шляхом виокремлення по руслу р. Південний Буг відповідно до розташованих на ньому пунктів спостереження мережі Держгідрометслужби. При цьому не враховувалися кліматичні, фізико-географічні та інші чинники, які впливають на водний баланс. Зазначені чинники не є визначальними при виділенні водогосподарських ділянок. Адже співвідношення опадів, стоку і випаровування у певних фізико-географічних умовах для багаторічного періоду практично постійне і зумовлює середню водність річок (водні ресурси даної ділянки), яка врахована шляхом виділення окремих ділянок відповідно до наявної інформації за стоковими характеристиками [29, 52, 53].

За результатами аналізу водних ресурсів на різних ділянках, незважаючи на відповідність наявних водних ресурсів господарському попиту на воду в їх межах, може виникнути потреба виділення ділянок на річках більш низького порядку, в яких спостерігається надлишок або дефіцит водних ресурсів.

Аналіз впливу господарської діяльності на водні ресурси виділених ділянок басейну здійснювався без урахування обсягу розвіданих запасів підземних вод і, відповідно, без урахування обсягів цих підземних вод у показниках забору води, які використовуються для задоволення господарсько-питних потреб населення та виробничих потреб галузей економіки.

Однак враховуючи те, що після використання підземні води скидаються у поверхневі водні об'єкти і стають невід'ємною складовою річкового стоку, сумарні скиди стічних вод наведено з урахуванням обсягів цих вод після їх використання.

При цьому, розвідані запаси підземних вод можуть розглядатися як резерв для залучення їх до водогосподарської діяльності у разі недостатньої кількості поверхневого стоку або його нерівномірного розподілу в часі чи за територією, що і є однією із складових басейнового принципу управління водними ресурсами.

Для визначення та оцінки антропогенного навантаження на водні ресурси басейну Південного Бугу використано, як вже зазначалось

вище, інформацію Державної статистичної звітності за формою 2-ТП (водгосп,) за якою сформовано базу даних з 1990 по 2005 рр. [42].

Зазначений вид інформації є основою комп'ютерної інформаційно-довідкової системи „Goswod”, за допомогою якої можна отримувати узагальнені дані у галузевому, територіальному, басейновому розрізах та стосовно будь-якої кількості підприємств. Крім того, узагальнені дані можна комбінувати у певній послідовності та всередині кожного окремого розрізу залежно від поставленої задачі.

Зазначена інформаційно-довідкова система дає змогу додатково виконувати узагальнення після опрацювання форм 2-ТП (водгосп) за реквізитами взагалі по Україні, або всередині будь-якого розрізу, а саме:

- за типом джерела – море, річка, озеро, водосховище, канал, підземний горизонт, шахта, кар'єр тощо;
- за кодом водного об'єкта (джерела водопостачання) – відповідно до класифікатора водних об'єктів, у тому числі річки будь-якого порядку, а також будь-яких їх ділянок;
- за категорією якості води – вода питна, одержана із системи водопроводу; вода, забрана із природних водних об'єктів питної якості; вода технічна тощо;
- за обсягом забраної води;
- за обсягом використаної води на різні потреби – господарсько-питні, виробничі, зрошення, сільгоспводопостачання тощо;
- за обсягами переданої води – без використання або після використання;
- за типом приймача зворотних вод, коду водного об'єкта-приймача зворотних вод та категорії якості зворотних вод – за аналогією з інформацією про забори води;
- за обсягом зворотних вод, у тому числі забруднених (без очистки та недостатньо очищених), нормативно чистих та нормативно очищених на очисних спорудах (біологічна, фізико-хімічна та механічна очистка);
- за вмістом забруднювальних речовин у зворотних водах тощо [120].

4.2.2. Оцінка впливу господарської діяльності на водні ресурси окремих ділянок басейну Південного Бугу

Завдяки зазначеному методологічному підходу, нами виділено та оцінено антропогенне навантаження на водні ресурси окремих ділянок басейну Південного Бугу. Всього було виділено 8 ділянок

- від витоку до с. Пирогівці (730 км від гирла);
- від с. Пирогівці до с. Лелетка (654 км від гирла);
- від с. Лелетка до с. Сабарів (571 км від гирла);
- від с. Сабарів до с. Тростянич (370 км від гирла);
- від с. Тростянич до с. Підгір'я (219 км від гирла);
- від с. Підгір'я до м. Первомайськ (194 км від гирла);
- від м. Первомайськ до с. Олександрівка (132 км від гирла);
- нижче с. Олександрівка.

Основними чинниками, які найбільше впливають на водні ресурси басейну річки, є забори води, скиди стічних вод різної категорії якості та безповоротні втрати води [17].

У державній статистичній звітності про використання води за формою 2-ТП (водгосп) скиди стічних вод поділяються на чотири категорії якості: скиди стічних вод без очистки; скиди стічних вод недостатньо очищених; скиди стічних вод нормативно чистих без очистки та скиди стічних вод нормативно очищених. Тому для більш детальної оцінки впливу скидів стічних вод була розрахована кратність розбавлення об'ємів стічних вод різної категорії якості у фактичному (1990 р. та 2005 р.) та розрахунковому (50, 80, 95, 97 % забезпеченості) об'ємі стоку на окремих ділянках дослідженого басейну.

Комплексні показники та критерії впливу господарської діяльності на водні ресурси окремих ділянок басейну р. Південний Буг визначено за даними державної статистичної звітності 2-ТП (водгосп) та стокових характеристик. Ступінь і характер водокористування оцінено у вигляді розрахунку частки забору поверхневих вод, а також частки скидів стічних вод (загальних та різної категорії якості) у річковому стоці. Для розробки математичної структури таких показників введено такі умовні позначення:

- $W_{ф, р, \%}$ – фактичний та розрахунковий (різної забезпеченості) річковий стік;
- Z – забір поверхневої води;
- $C_{заг}$ – скиди стічних вод загальні;

- $C_{\text{БО}}$ – скиди стічних вод без очистки;
- $C_{\text{НДО}}$ – скиди стічних вод недостатньо очищених;
- $C_{\text{НО}}$ – скиди стічних вод нормативно очищених;
- $C_{\text{НЧ}}$ – скиди стічних вод нормативно чистих без очистки.

На базі зазначених вихідних даних визначені формули впливу господарської діяльності на водні ресурси окремих ділянок басейну Південного Бугу, а саме:

1) частка забору води з річки від фактичного об'єму стоку та об'єму стоку різної забезпеченості у межах окремих ділянок досліджуваного басейну, %:

$$\text{ЧЗР}_{\text{ф.р.}\%} = 3 \times 100 / W_{\text{ф.р.}\%}, \quad (4.1)$$

2) фактична та розрахункова кратність розбавлення стічних вод різної категорії якості:

$$KЗ_{\text{ф.р.}\%} = W_{\text{ф.р.}\%} / C_{\text{заг}}, \quad (4.2)$$

$$K\text{БО}_{\text{ф.р.}\%} = W_{\text{ф.р.}\%} / C_{\text{БО}}, \quad (4.3)$$

$$K\text{НДО}_{\text{ф.р.}\%} = W_{\text{ф.р.}\%} / C_{\text{НДО}}, \quad (4.4)$$

$$K\text{НО}_{\text{ф.р.}\%} = W_{\text{ф.р.}\%} / C_{\text{НО}}, \quad (4.5)$$

$$K\text{НЧ}_{\text{ф.р.}\%} = W_{\text{ф.р.}\%} / C_{\text{НЧ}}, \quad (4.6)$$

Також визначено питому вагу основних галузей економіки (промисловість, сільське господарство, житлово-комунальне господарство) у межах досліджуваних ділянок за кількістю водокористувачів та показниками заборів і скидів стічних вод різної категорії якості.

Крім того, з метою визначення водогосподарських ділянок з найбільшими скидами забруднювальних речовин (що утворились у результаті господарської діяльності) визначено їх кількість на окремих ділянках та відношення до загальної кількості по басейну. Досліджено такі показники та речовини: сухий залишок, сульфати, хлориди, органічні речовини за показниками БСК (повний), ХСК, фосфор загальний, фосфати, азот амонійний, нітрати, нітрити, нафтопродукти, СПАР, жири і масла, залізо, мідь, цинк, нікель та хром-6.

Ділянка від витоку до с. Пирогівці (730 км від гирла). Площа даної ділянки становить 827 км², що складає 1,3 % від загальної площі басейну Південного Бугу. Довжина ділянки по руслу р. Південний Буг – 76 км.

Основними водокористувачами, поверхневих вод є підприємства сільського господарства, харчової промисловості та комунальне підприємство „Хмельницькводоканал”. Останнє для водопостачання населення м. Хмельницький використовує також підземну воду басейну Дніпра (р. Случ), об’ємом понад 10 млн м³ і скидає її після використання у р. Південний Буг, що зменшує кратність розбавлення обсягів стічних вод на даній ділянці басейну [111].

Забір поверхневих вод у 1990 р. становив 22,4 млн м³ (1% від загального по басейну), у 2005 р. – 1,75 млн м³ (0,6% від загального по басейну). За період з 1990 по 2005 рр. забір поверхневих вод зменшився у 13 разів.

Скиди стічних вод у 1990 р. становили 15,4 млн м³ (0,8% від загального по басейну), у 2005 р. – 16,5 млн м³ (9,0% від загального по басейну).

Безповоротні втрати води у межах досліджуваної ділянки у 1990 р. становили 13,7 млн м³, у 2005 р. – (-6,69 млн м³). Від’ємне значення безповоротних втрат води у 2005 р. пояснюється скидами стічних вод Хмельницьким водоканалом після використання ним води із басейну Дніпра та зменшенням загального забору води на даній ділянці басейну. Тобто, обсяги скидів після використання води із басейну Дніпра перевищують загальні забори поверхневої води з Південного Бугу.

Частка загального забору поверхневих вод від фактичного стоку змінюється від 1,3 % у 2005 р. до 19,6 % у 1990 р. і може досягати 40,3 % за умови максимального забору поверхневих вод (за який взято значення 1990 р.) у розрахунковому році 97 % забезпеченості.

При дослідженні розподілу заборів води протягом року виявилось, що у 1990 р. найбільший забір здійснювався у весняний період, зокрема у березні (5,7 млн.м³), натомість у березні 2005 р. забір води зменшився у 8 разів і складав лише 0,72 млн м³. Необхідно зазначити, що у 2005 р., порівняно з 1990 р. забір води був більш рівномірним протягом року. Таким чином, частка забору води від стоку р. Південний Буг в районі с. Пирогівці у березні-квітні 1990 р. складала більше 60 %, при середньорічному значенні у 19,6 %. Натомість у 2005 р. найбільша частка забору води від стоку річки

становила 4,3 % (березень) та 3,7 % (квітень), при середньорічному значенні у 1,3 %. Як видно з табл. 4.3, фактичний об'єм стоку річки у березні 1990 р. (8,5 млн м³) був дещо менший за розрахунковий об'єм води 97 % забезпеченості (8,8 млн м³). Це свідчить про незбалансованість (нерівномірність) у водокористуванні протягом року. Але це фактично не спричинило небажаних наслідків, оскільки основна частка забору води, а саме, 20,45 млн м³ (91 %) у межах ділянки була використана для потреб сільського господарства (риборозведення). При цьому, наповнення ставків у період весняної повені не передбачає виводу обсягів поверхневої води за межі даної ділянки.

Основна частина скидів стічних вод у межах ділянки належить до категорії нормативно чистих без очистки 14,9 млн м³ (1990 р.) та нормативно очищених 15,2 млн м³ (2005 р.). Фактична та розрахункова кратність розбавлення стічних вод водою р. Південний Буг у районі с. Пирогівці змінюється від 3,4 до 8,8 разу. При цьому необхідно зауважити, що стічні води без очистки, які найбільше впливають на якісний склад води річок, у даному районі басейну не скидаються [111].

Кількість забруднювальних речовин, що скидаються зі стічними водами на даній ділянці за більшістю досліджуваних показників перевищували у 2005 р. 20 % від загальної кількості їх по басейну. Дане перевищення зафіксоване за наступними речовинами: сухий залишок – 9,2 тис. тонн (22,1%), фосфати – 43,65 тонн (24%), азот амонійний – 0,1 тис. тонн (25%), нітрити – 0,02 тис. тонн (26%), СПАР – 4,4 тонн (36%), залізо – 5,165 тонн (35%), мідь – 0,2 тонн (86%) та цинк – 0,05 тонн (100%). Натомість у 1990 р. зазначені показники у скидах стічних вод були відсутні взагалі, або їх кількість не перевищувала 1% від загальної кількості по басейну.

Таким чином, кількість забруднювальних речовин за досліджуваний період значно зросла у недостатньо очищених скидах при практично незмінному загальному об'ємі скидів стічних вод, що свідчить про погіршення роботи очисних споруд житлово-комунального господарства та промислових підприємств, у першу чергу, Хмельницького водоканалу.

За досліджуваний період антропогенне навантаження у межах даної ділянки басейну р. Південний Буг за показником забору поверхневих вод зменшилось. В той же час, при управлінні водними ресурсами (плануванні) необхідно враховувати, що за останні 15

років не відбулося значного перерозподілу структури водогосподарської діяльності різних галузей економіки на дослідженій ділянці басейну. До основних змін, які сталися протягом останніх років, можна віднести той факт, що для забезпечення якісною питною водою населення у централізованому водопостачанні стали використовувати значну кількість підземних вод (майже 7 млн м³ без урахування водопостачання м. Хмельницький підземною водою із басейну Дніпра). Разом з тим, необхідно врахувати, що робота підприємств сільського господарства (основного водокористувача у межах району) здебільшого має сезонний характер, на відміну від підприємств промислової та житлово-комунальної галузей.

Враховуючи досить малу кількість водокористувачів (у межах даної ділянки) та незначну частку (відносно загального по басейну) об'єму забору поверхневого стоку, 2005 р. можна віднести до бездефіцитного щодо забезпечення водними ресурсами. При цьому, в роках з мінімальними значеннями об'ємів стоку (80–97 % забезпеченості) у весняний період для рівномірного заповнення рибогосподарських ставків необхідно передбачати коригування режимів їх роботи. Це ні в якому разі не стане приводом для обмеження подачі (забору) поверхневого стоку водокористувачам інших галузей економіки, частка забору яких не перевищує 9 %. Основними такими водокористувачами за станом на 2005 р. є 10 підприємств харчової промисловості, які у технологічному процесі використовують в основному підземні води.

Ділянка від с. Пирогівці (730 км від гирла) до с. Лелетка (654 км від гирла). Площа ділянки складає 3173 км², тобто 5 % від загальної площі басейну Південного Бугу. Довжина ділянки по руслу р. Піденний Буг – 76 км.

Основними водокористувачами у межах даної ділянки басейну, як і у межах попередньої (від витoku до с. Пирогівці) є підприємства сільського господарства, а саме – рибоставкові господарства (найбільші з них – Старосинявський, Меджибзький рибгоспи). Решту водокористувачів складають підприємства харчової промисловості. На відміну від аналогічних підприємств попередньої ділянки, зазначені підприємства (найбільші з них – Жаданівський цукрозавод, Маниковецький спиртзавод, Летичівський маслозавод) використовують більшу частку поверхневих вод від загального обсягу забраних (85%). Натомість підприємства житлово-комунальної галузі (найбільші з них – житлово-комунальні підприємства смт Летичів та

Стара Синява) на даній ділянці для забезпечення потреб населення використовують лише підземну воду.

Забір поверхневих вод у 1990 р. складав 52,7 млн м³ (2,3 % від загального по басейну), а у 2005 р. – 6,87 млн м³ (2,5 % від загального по басейну). Скиди стічних вод у 1990 р. були на рівні 65,9 млн м³ (3,6 % від загального по басейну), а у 2005 р. – 6,89 млн м³ (3,8 % від загального по басейну). Безповоротні втрати води у межах даної ділянки басейну в 1990 р. дорівнювали 18,7 млн м³, а у 2005 році – 1,46 млн м³, тобто 2,7% та 1% відсоток, відповідно, від загальних по басейну, що відповідає загальній тенденції зменшення водозаборів та скидів стічних вод за досліджений період.

Частка загального забору поверхневих вод від фактичного стоку на ділянці змінюється від 1,5 % у 2005 р. до 23,2 % у 1990 р. і може досягати 46,3 % за умови максимального забору поверхневих вод (за який взято значення 1990 р.) в розрахунковому році 97 % забезпеченості.

Найбільші забори води протягом року, як і у межах ділянки від витоку до с. Пирогівці, спостерігалися у весняний період, а саме у березні й становили у 1990 р. 13,4 млн м³, у 2005 р. – 3,8 млн м³. Щомісячні значення заборів води у 2005 р. характеризуються практично рівномірним розподілом протягом року. Найбільша частка заборів води протягом року спостерігалася у квітні, березні 1990 р. і становила відповідно 73 та 50,9 % від стоку річки. Також значні забори води (понад 20 %) спостерігалися у травні, вересні, листопаді та грудні. Натомість, у 2005 р. частка забору поверхневої води від стоку річки у березні не перевищувала 4 %. Протягом інших місяців, крім квітня, була меншою 0,5 %. Також необхідно звернути увагу на те, що при заборах води, які були у 1990 р., та розрахунковому об'ємі стоку 97 % забезпеченості у квітні місяці, для водогосподарських потреб забирався би увесь стік р. Південний Буг в районі с. Лелетка. Так, частка забору поверхневої води у квітні 1990 р. (11,3 млн м³) при розрахунковому об'ємі стоку 97 % забезпеченості (11,2 млн м³), становила б 100,6 % від стоку річки. За рахунок зменшення заборів поверхневої води у 2005 р. та збільшення об'ємів стоку фактична ситуація дещо покращилася. Так, за наявних у 2005 р. заборів поверхневої води для водогосподарських потреб та розрахунковому об'ємі стоку 97 % забезпеченості найбільша частка забору від стоку річки спостерігалася б у березні і складала близько 20 % від стоку річки.

Протягом 1990 р. у межах ділянки було скинуто 65,9 млн м³ стічних вод, що належали в основному до категорій нормативно чистих без очистки –33,1 млн м³, нормативно очищених – 32 млн м³ та без очистки – 0,9 млн м³. У 2005 р. загальний об'єм скидів стічних вод зменшився у 9,5 раза і становив 6,89 млн м³, з яких 6,5 млн м³ належали до категорії нормативно-чистих без очистки. Таким чином, за рахунок збільшення фактичного об'єму стоку у 1,9 рази з 228 млн м³ (1990 р.) до 446 млн м³ (2005 р.) та зменшення загального скиду стічних вод на даній ділянці басейну фактична кратність розбавлення збільшилася з 3,5 до 65 разів. Необхідно зазначити, що при обсягах скидів стічних вод, які спостерігалися у 1990 р. та розрахунковому об'ємі стоку 95 та 97 % забезпеченості р. Південний Буг у районі с. Лелетка, фактична кратність розбавлення загального об'єму стічних вод різної категорії якості не перевищувала б 2 рази.

На відміну від попередньої ділянки протягом дослідженого періоду кількість забруднювальних речовин у стічних водах значно зменшилася і відносно загальних по басейну у 2005 р. не перевищувала 1% по усіх скинутих речовинах, окрім нітратів, яких було скинуто 2,6 % [111].

Враховуючи зазначене і той факт, що водогосподарська діяльність основного водокористувача у районі (рибоставкових господарств) не передбачає вилучення води з даної ділянки, рішення щодо басейнового принципу управління водними ресурсами можуть полягати лише у коригуванні режимів заповнення ставків у весняний період у роки з об'ємом стоку 90—97 % забезпеченості.

Необхідно зазначити, що кількість рибогосподарських ставків у межах розглянутих ділянок є оптимальною, враховуючи обсяг води, необхідний для їх заповнення та середньобагаторічне значення річкового стоку. Тому подальше їх збільшення може призвести до дефіциту поверхневого стоку у період заповнення ставків протягом весняної повені. Окрім того, відповідно до чинного законодавства, для забезпечення збереження гідрологічного, гідробіологічного та санітарного стану річок забороняється споруджувати в їх басейні водосховища і ставки загальним обсягом, що перевищує обсяг стоку даної річки в розрахунковий маловодний рік, який спостерігається один раз на двадцять років (ст. 82 Водного кодексу України) [15, 33]

Для підприємств харчової промисловості (другого водокористувача за обсягом забору поверхневої води), відповідно,

більш актуальним є питання не кількісної складової водних ресурсів, а якісний стан поверхневих вод.

Таким чином, дану ділянку, як і попередню, можна віднести до бездефіцитної щодо забезпечення водними ресурсами, але тільки за рахунок слабо розвинутої водогосподарської діяльності у її межах, яка спостерігається на сучасному етапі економічного розвитку регіону. Враховуючи спорідненість гідрологічних умов та водогосподарської діяльності двох досліджуваних вище ділянок, у питаннях управління водними ресурсами їх доцільно об'єднати.

Ділянка від с. Лелетка (654 км від гирла) до с. Сабарів (571 км від гирла). Площа даної ділянки складає 5010 км², тобто 8 % від загальної площі басейну Південного Бугу. Довжина ділянки по руслу р. Піденний Буг складає 83 км.

До основних відмінностей цієї ділянки від попередніх необхідно віднести той факт, що основними водокористувачами у її межах є підприємства житлово-комунального господарства (найбільші з них станом на 2005 р. – „Вінницяводоканал”, решта комунальних підприємств м. Вінниця та комунальні підприємства міст Хмельник та Калинівка). Підприємствами зазначеної галузі використовується більше 80% від об'єму загального водокористування на даній ділянці басейну. Другими за обсягами забору поверхневої води є підприємства сільського господарства, а саме рибоставкові господарства (найбільші з них районні підприємства об'єднання „Вінницярибгосп”). Об'єм водокористування зазначеною галуззю складає 15% від об'єму загального водокористування у межах ділянки басейну. Решта водокористувачів належить до підприємств харчової промисловості та теплоенергетики (найбільші з них станом на 2005 р – Корделівський, Турбівській цукрові заводи, Вінницька кондитерська фабрика, Вінницький масложиркомбінат та Вінницька теплоелектростанція).

Забір поверхневих вод у 1990 р. становив 110,9 млн м³ (4,9 % від загального по басейну), а у 2005 р. – 61,3 млн м³ (22,2 % від загального по басейну). Скиди стічних вод у 1990 р. були на рівні 42,1 млн м³ (2,3 % від загального по басейну), а у 2005 р. – 11,0 млн м³ (6 % від загального по басейну). Безповоротні втрати води у межах ділянки басейну у 1990 р. дорівнювали 78,2 млн м³, у 2005 р. – 53,6 млн м³, тобто відповідно 11,3 та 35,1 % відповідно, від загальних по басейну. Значні безповоротні втрати води пояснюються тим, що скиди стічних вод Вінницького водоканалу (570 км від гирла)

знаходяться на один кілометр нижче гідрологічного поста на р. Південний Буг – с. Сабарів (571 км від гирла), який був прийнятий за нижню межу ділянки. Тобто, обсяг скидів стічних вод зазначеного підприємства враховуються у наступній ділянці.

Водогосподарська діяльність у межах ділянки ґрунтується на використанні в основному поверхневих вод усіма галузями економіки (у житлово-комунальній галузі частка використання поверхневих вод – 98%, у сільському господарстві – 85%, у промисловості – 76 %).

Частка загального забору поверхневих вод від фактичного стоку на ділянці у 1990 р. становила 13,4 % і може досягати 55 % за умови максимального забору поверхневих вод (за який взято значення 1990 р.) у розрахунковому році 97 % забезпеченості.

Найбільші забори поверхневої води спостерігались у березні й дорівнювали 35,9 млн м³ (1990 р.) та 7 млн м³ (2005 р.), тобто зменшилися у 5,1 рази. Протягом всіх інших місяців спостерігався рівномірний розподіл заборів води, коливаючись у межах від 5,3 до 8,4 млн м³ у 1990 р., та від 4,5 до 6 млн м³ у 2005 р. Загальний забір води на ділянці басейну річки Південний Буг за досліджуваний період зменшився у 1,8 рази. Необхідно зазначити, що інформація про фактичний об'єм стоку у 2005 р. відсутня, оскільки був закритий гідрологічний пост на р. Південний Буг біля с. Сабарів, хоча, як показують розрахунки, ситуація з використанням та відтворенням водних ресурсів у даному районі басейну потребує детального вивчення та посиленого контролю як за кількісними, так і за якісними їх характеристиками.

Так, найбільша частка забору води від стоку річки Південний Буг – с. Сабарів у 1990 р. була зафіксована у березні й складала 44,3 %, при середньорічному значенні 13,4 %. Протягом решти місяців вона не перевищувала 15 %. При розрахунковому об'ємі стоку 95 та 97 % забезпеченості та заборах води, які були у 1990 р., найбільша частка забору води від стоку річки спостерігалася б у липні й перевищувала стік річки у 1,01 та 1,23 рази, відповідно. Щодо заборів води у 2005 р. – частка заборів води від стоку річки протягом року перевищувала б 50 % у липні, лютому, березні та вересні місяці.

Таким чином, виявляється, що у період літньо-осінньої межени ситуація із забезпеченням водними ресурсами населення і галузей економіки стає ще гіршою, ніж у межах ділянок, розміщених вище, і у розрахункових роках 95–97% забезпеченості може бути критичною.

Упродовж 1990 р. в межах даної ділянки басейну Південного Бугу було скинуто 42,1 млн м³ стічних вод, з них стічних вод нормативно чистих без очистки – 35,3 млн м³, нормативно очищених та недостатньо очищених – по 3 млн м³, без очистки – 0,4 млн м³. У 2005 р. загальний об'єм скидів стічних вод різної категорії якості зменшився у 3,8 разу і становив 11 млн м³. Фактична кратність розбавлення суми стічних вод різної категорії якості у 1990 р. складала 19,8 рази. При розрахункових об'ємах стоку 95 та 97 % забезпеченості кратність розбавлення стічних вод становила б 5,3 та 4,8 рази відповідно.

Найбільша кількість забруднювальних речовин у стічних водах у межах ділянки у 2005 р. щодо загальних по басейну спостерігалася по залізу та нітратах і становила відповідно 2,8 %. Стосовно решти досліджуваних речовин – не перевищувала 1–2 відсотки. Незначна частка забруднювальних речовин пояснюється тим, що скиди стічних вод Вінницького водоканалу, як вже зазначалося вище, знаходяться за межами досліджуваної ділянки Південного Бугу.

Аналіз водогосподарської діяльності та фактичного і розрахункового стоку різної забезпеченості показує, що за умови максимальних заборів поверхневої води (які спостерігалися у 1990 р.) та розрахункового стоку 95–97% забезпеченості у межах ділянки необхідно буде приймати управлінські рішення щодо коригування лімітів забору поверхневої води. Це пояснюється тим, що у період літньо-осінньої межени об'єми забору поверхневої води дорівнюють розрахунковому стоку 95–97% забезпеченості, а у липні місяці можуть перевищувати його. Враховуючи те, що зменшення лімітів забору поверхневої води у цьому випадку згідно із законодавством не може бути застосоване до підприємств житлово-комунальної сфери, то обмеження має стосуватися підприємств сільського господарства, Вінницької теплоелектростанції, і в останню чергу – підприємств харчової промисловості. Але необхідно зауважити, що йдеться про можливе коригування лімітів лише на короткостроковий період – липень місяць (за дуже несприятливих умов формування мінімального стоку). Зменшення обсягів забору поверхневої води, яке спостерігається протягом останніх 15 років меншою мірою стосується житлово-комунальної сфери. Враховуючи те, що у межах даної ділянки обсяг забору поверхневої води підприємствами цієї галузі досягає 80% і більше від загального, то альтернативою зменшенню лімітів може стати залучення підземної води для

забезпечення населення питною водою. Тобто питання залучення підземних вод як резервного джерела для забезпечення населення у роки з мінімальним стоком стає вельми актуальним [111].

З огляду на викладене важливим питанням є відновлення гідрологічного поста на р. Південний Буг в районі с. Сабарів. Разом з тим, для системних та репрезентативних досліджень за гідрологічним режимом та впливом водогосподарської діяльності на водоресурсний потенціал річки доцільно було б перенести його дещо нижче місця скидів стічних вод Вінницького водоканалу, тобто нижче 570 км від гирла річки. Врахування скидів стічних вод комунального підприємства (понад 32 млн м³) у подальшому дасть можливість виключити похибку при оцінці впливу господарської діяльності на водоресурсний потенціал даної ділянки.

Ділянка від с. Сабарів (571 км від гирла) до с. Тростянич (370 км від гирла). Площа ділянки складає 17400 км², тобто 27,3 % від загальної площі басейну Південного Бугу. Довжина ділянки по руслу р. Південний Буг – 201 км.

Основні споживачі поверхневої води у межах ділянки – промислові підприємства. Найбільше з них – Ладижинська ТЕС, яка здійснює забір 75 % поверхневої води від загального обсягу забору в межах ділянки. Необхідно зазначити, що у 1990 р. об'єм забору поверхневої води Ладижинською ТЕС складав 1424 млн м³. Практично весь обсяг цієї води використовувався на охолодження конденсаторів турбін станції. Після того, як у 2002 р. система охолодження станції була визнана оборотною (за рішенням районного суду м. Львова), обсяг води, необхідний для охолодження конденсаторів, не відображається у звіті про використання води за формою 2-ТП (водгосп) як такий, що забирається із Ладижинського водосховища, яке на даний час вважається частиною оборотної системи станції. У 2005 р. забір поверхневої води Ладижинською ТЕС, який відображається у звіті, складав лише 37,5 млн м³ [111].

Із решти промислових підприємств за обсягами забору поверхневої води необхідно виділити підприємства харчової промисловості, яких на кінець 2005 р. нараховувалося близько 50. Найбільші з них – Барський, Мартинівський, Немирівський та Гайсинський спиртзаводи, Гайсинський маслозавод та Іллінецький цукрозавод. Підприємствами цієї галузі здійснюється забір 7,5% поверхневої води від загального на ділянці.

Підприємствами сільського господарства (більшість з яких є рибоставковими господарствами) забирається 15% поверхневої води від загального на ділянці.

Усі інші водокористувачі у межах ділянки для своїх потреб здійснюють забір лише 2,5 % поверхневої води від загального на ділянці, враховуючи і 40 підприємств житлово-комунальної сфери, які для задоволення потреб населення у питній воді використовують лише підземну воду.

Забір поверхневих вод у 1990 р. був на рівні 1518 млн м³ (67,3% від загального по басейну), а у 2005 р. – 49,5 млн м³ (18% від загального по басейну). Якщо не враховувати обсяг води, який до 2003 р. відображався у звіті про використання води як забраний на охолодження конденсаторів турбін Ладижинської ТЕС (1386 млн м³), то загальний забір поверхневих вод у 1990 р. становив 132 млн м³, або 15,1 % від загального по басейну. Тобто абсолютне значення забору води протягом останніх 15 років зменшилося у 2,7 рази.

Без урахування обсягів води, яка скидалася у Ладижинське водосховище після охолодження конденсаторів турбін Ладижинської ТЕС, скиди стічних вод у 1990 р. склали 83,6 млн м³ (19,3 % від загального по басейну), у 2005 р. – 49 млн м³ (26,7 % від загального по басейну).

Безповоротні втрати води у межах даної ділянки басейну у 1990 р. становили 79 млн м³, а у 2005 р. – 11,3 млн м³, що складає 11,4 та 7,4 %, відповідно, від загальних по басейну.

Частка загального забору поверхневих вод від фактичного стоку на ділянці змінюється від 2,7 % у 2005 р. до 161 % у 1990 р. і може досягати 415 % за умови максимального забору поверхневих вод (за який взято значення 1990 р.) в розрахунковому році 97 % забезпеченості. Але розрахунки, які були здійснені на основі даних 1990 р., можна вважати не показовими у зв'язку з тим, що (як зазначалось вище) система охолодження Ладижинської ТЕС, до складу якої входить Ладижинське водосховище, до 2003 р. вважалася прямоочною. Тобто увесь обсяг води, необхідний для охолодження конденсаторів турбін Ладижинської ТЕС, фіксувався як забраний на виробничі потреби.

Якщо виключити зазначений обсяг води із наведених розрахунків 1990 р., то частка загального забору поверхневої води від фактичного стоку буде змінюватися від 2,7 % у 2005 р. до 13,8 % у 1990 р. і може досягати 35,5 % за умови максимального забору поверхневих вод (за

який взято значення 1990 р.) у розрахунковому році 97 % забезпеченості [111].

Скиди стічних вод у поверхневі водні об'єкти у 1990 р. склали 1484 млн м³ (81% від загального по басейну), у 2005 р. – 49 млн м³ (27 % від загального по басейну). Якщо не враховувати обсяг води, який скидався у Ладижинське водосховище після охолодження конденсаторів турбін Ладижинської ТЕС, то скиди стічних вод у 1990 р. склали 98 млн м³, або 22 %. Тобто можна вважати, що за досліджуваний період скиди стічних вод зменшились у 2 рази.

Фактична кратність розбавлення суми стічних вод різної категорії якості у 2005 р. складала 49 разів. При розрахункових об'ємах стоку 95 та 97 % забезпеченості кратність розбавлення стічних вод складала б 8,3 та 7,4 рази відповідно.

Також необхідно зазначити, що показники забору та скидів стічних вод у межах даної ділянки майже однакові за рахунок скидів стічних вод Вінницького водоканалу (близько 32 млн м³ щорічно), водозабірні споруди якого знаходяться у межах попередньої ділянки (від с. Лелетка – 654 км до с. Сабарів – 571 км від гирла), а скиди стічних вод здійснюються у межах досліджуваної ділянки.

Таким чином, для забезпечення водними ресурсами основного водокористувача у межах ділянки (Ладижинської ТЕС) створене Ладижинське водосховище, яке входить до складу оборотної системи станції (повний об'єм – 150 млн м³, корисний об'єм – 126 млн м³, тип регулювання – тижневе), то обсяг води, необхідний для забезпечення виробничих потреб станції, не вилучається за межі ділянки. Рибоставкові господарства є другою галуззю у межах ділянки за обсягами забору поверхневої води. Рівномірне заповнення усіх рибогосподарських ставків у період весняної повені і нормальне функціонування протягом року можливе без коригування режимів їх роботи навіть у роки з мінімальним стоком (80–97 % забезпеченості). Враховуючи зазначене і той факт, що для забезпечення населення питною водою використовується лише підземна вода, дану ділянку можна віднести до бездефіцитної щодо забезпечення водними ресурсами у тому числі й у роки зі стоком 95–97% забезпеченості.

На сучасному етапі розвитку регіону проблемних ситуацій щодо забезпечення у достатній кількості поверхневими водними ресурсами населення і галузей економіки виникнути не може, тому дану ділянку можна вважати потенційно придатною для розміщення додаткових

продуктивних сил, у тому числі підприємств малої гідроенергетики, що за сучасних умов вельми актуально [111].

Ділянка від с. Тростяничик (370 км від гирла) до с. Підгір'я (219 км від гирла). Площа ділянки складає 7200 км², тобто 11,3 % від загальної площі басейну Південного Бугу. Довжина ділянки по руслу р. Піденний Буг – 151 км.

Основними користувачами поверхневої води у межах ділянки станом на 2005 р. є промислові підприємства. Найбільші з них – Побузький феронікелевий комбінат, який здійснює забір більше 2 млн м³ поверхневої води щорічно та підприємства харчової промисловості (Бершадський спиртзавод та Удичський цукровий завод). Забір поверхневих вод підприємствами промисловості складає 72% від загального забору в межах ділянки. Другими за показниками забору поверхневої води є підприємства сільського господарства, якими використовується близько 2 млн м³ води, що становить 27% від загального у межах ділянки. Найбільшим з них є Бершадський рибцех об'єднання „Вінницярибгосп”, який забирає 1,9 млн м³ поверхневої води. Підприємства житлово-комунального господарства використовують лише підземну воду, в об'ємі 1,2 млн м³ протягом року.

Забір поверхневих вод у 1990 р. складав 65 млн м³ (2,9 % від загального по басейну), а у 2005 р. – 7,2 млн м³ (2,6 % від загального по басейну), тобто за досліджуваний період зменшився у 9 разів. Найбільше зменшення заборів поверхневої води відбулося за рахунок зменшення використання води у сільському господарстві та підприємствами промисловості, відповідно у 24 та 3,5 рази.

Скиди стічних вод у 1900 р. становили 40 млн м³ (2,2 % від загального по басейну), а у 2005 р. – 4,5 млн м³ (2,5 % від загального по басейну), тобто зменшилися майже у 9 разів, що пропорційно показнику зменшення заборів поверхневої води.

Безповоротні втрати води у даному районі басейну у 1990 р. становили 47,6 млн м³, а у 2005 р. – 6,9 млн м³, що складає 6,9 та 4,5 %, відповідно, від загальних по басейну.

Частка загального забору поверхневих вод від фактичного стоку в межах ділянки змінюється від 0,3 % у 2005 р. до 5,1 % у 1990 р. й може досягати 11 % за умови максимального забору поверхневих вод (за який взято значення 1990 р.) в розрахунковому році 97 % забезпеченості.

Найбільші забори води протягом року спостерігалися у весняний період, зокрема у березні 1990 р. – 30,8 млн м³, натомість у березні 2005 р. зменшилися майже у 62 рази і склали 0,5 млн м³. Також необхідно зазначити, що як і у межах інших ділянок, у 2005 р. у порівнянні з 1990 р. забір води був більш рівномірним протягом року. Таким чином, частка забору води від стоку р. Південний Буг у районі с. Підгір'я у березні, квітні 1990 р. складала майже 24 %, при середньорічному значенні у 5 %. Натомість у 2005 р. найбільша частка забору води від стоку річки становила 0,7 % у вересні та жовтні, при середньорічному значенні у 0,3 % . При цьому, необхідно враховувати, що об'єм стоку р. Південний Буг у районі с. Підгір'я у 1990 р. становив 1264, а у 2005 р. – 2225 млн м³, тобто збільшився майже у 1,8 рази.

Основна частина скидів стічних вод на досліджуваній ділянці належить до категорії нормативно чистих без очистки – 32 млн м³ (1990 р.) та 2,18 млн м³ (2005 р.). Необхідно зазначити, що у 1990 р. на ділянці басейну було скинуто 1,5 млн м³ стічних вод без очистки. Для даної ділянки характерна висока фактична та розрахункова кратність розбавлення обсягів скидів стічних вод, яка змінюється від десятків до тисяч разів.

Як свідчить проведений аналіз водогосподарської діяльності, дану ділянку можна віднести до такої, що характеризується низьким рівнем антропогенного навантаження. У межах ділянки відсутні великі водокористувачі, які можуть суттєво впливати на кількісні та якісні показники водних ресурсів. Тому дана ділянка має значний потенціал щодо розвитку різних галузей економіки, у тому числі водомісткість [111].

Ділянка від с. Підгір'я (219 км від гирла) до м. Первомайськ (194 км від гирла). Площа ділянки – 19400 км², що складає 30,4 % від загальної площі басейну Південного Бугу. Довжина ділянки по руслу р. Південний Буг – 25 км.

Основними користувачами поверхневих вод у межах ділянки станом на 2005 р., є підприємства сільського господарства. Найбільші з них – рибоставкові господарства („Гірський Тікич”, Жашківська рибоводна станція та господарства Лисянського та Жашківського районів). Протягом останніх років сільським господарством здійснюється забір більше 60 % поверхневої води від загального на ділянці.

Другими за обсягами споживання поверхневої води є підприємства житлово-комунального господарства, серед яких найбільшими є комунальні підприємства міст Первомайськ, Звенигородка та смт Смоліно. Підприємствами зазначеної галузі здійснюється більше 20% забору поверхневої води від загального на ділянці. Особливістю даної ділянки, порівняно з дослідженими вище, є те, що для задоволення потреб населення у питній воді житлово-комунальними підприємствами використовується більше поверхневої води (8,7 млн м³), ніж води з підземних джерел (5,4 млн м³). Крім того, для задоволення потреб населення у питній воді здійснюється перекидання води із басейну р. Дніпро (р. Рось) по водоводу Біла Церква–Умань у об'ємі близько 3,5–5 млн м³ щорічно.

Підприємства промисловості у межах даної ділянки здійснюють найменший забір поверхневої води у порівнянні з підприємствами інших галузей, що складає 13–15 % від загальних по ділянці. Основна частка заборів води здійснюється цукровими підприємствами. Найбільші з них станом на 2005 р. – „Новомиргородський цукор”, „Гілея”, Заплавський та Тальнівський цукрозаводи.

Забір поверхневих вод у 1990 р. становив 170 млн м³ (7,5 % від загального по басейну), у 2005 р. – 42,4 млн м³ (15,4 % від загального по басейну), тобто зменшився у 4 рази. Найбільше зменшення заборів поверхневої води відбулося за рахунок зменшення використання води у сільському господарстві та підприємствами промисловості, відповідно у 5 та 6 разів. При цьому, у промисловості це зменшення відбулося лише за рахунок закриття цукрових заводів. Необхідно зазначити, що забір поверхневої води підприємствами житлово-комунального господарства за досліджуваний період збільшився на 30 % – з 6,7 млн м³ до 8,8 млн м³.

Скиди стічних вод у 1900 р. були на рівні 111 млн м³ (6,1 % від загального по басейну), а у 2005 р. – 32,5 млн м³ (17,8 % від загального по басейну). Таким чином, скиди стічних вод зменшились у 3,3 рази, що майже пропорційно показнику зменшення заборів поверхневої води.

Безповоротні втрати води у межах даної ділянки басейну в 1990 р. становили 142,9 млн м³ у 2005 р. – 36,16 млн м³, тобто 20,7 та 23,7 % від загальних по басейну. відповідно. Досить значна частка безповоротних втрат води зумовлена великою кількістю штучно створених водних об'єктів для рибоставкових господарств.

Частка загального забору поверхневих вод від фактичного стоку на ділянці змінювалася від 1,4 % (у 2005 р.) до 11 % (у 1990 р.) і може досягати майже 21 % за умови максимального забору поверхневих вод (за який взято значення 1990 р.) в розрахунковому році 97 % забезпеченості. У серпні частка забору води від стоку річки даної ймовірності перевищення може досягати 42 % від стоку р. Південний Буг в районі м. Первомайськ.

Найбільші забори води протягом року спостерігалися у весняний період, а саме у березні та квітні і становили у 1990 р. 42,4 та 21,6 млн м³, відповідно. У березні та квітні 2005 р. забори води зменшилися до 5,08 та 3,98 млн м³, відповідно. Щомісячні значення заборів води у 2005 р. характеризуються практично рівномірним розподілом протягом року з незначним збільшенням у першому та другому кварталах. Найбільша частка заборів води протягом року спостерігалася у березні та вересні 1990 р. і становила відповідно 22,1 та 20,8 % від стоку річки. Це місяці, коли відбувається наповнення водою рибогосподарських ставків та на початку роботи цукрових підприємств. Також значні забори води – більше 10 % спостерігалися у січні, квітні, травні, червні та жовтні. Натомість у 2005 р. частка забору поверхневої води від стоку річки не перевищувала 2,3 % протягом року.

Протягом 1990 р. на ділянці було скинуто 111,9 млн м³ стічних вод, що належали в основному до категорій нормативно чистих без очистки – 81 млн м³, нормативно очищених – 14,8 млн м³ та недостатньо очищених – 11,2 млн м³. Натомість у 2005 р. загальний об'єм скидів стічних вод зменшився у 3,4 рази і складав 32,6 млн м³, з яких 20,8 млн м³ відносилися до категорії нормативно чистих без очистки, 5,8 млн м³ – до недостатньо очищених та 4,6 млн м³ до нормативно очищених. Крім того, необхідно зазначити, що дана ділянка характеризується найбільшими обсягами скидів стічних вод без очистки. Так, у 1990 р. було скинуто 5,0 млн м³, а у 2005 р. – 1,3 млн м³ стічних вод, що у десятки разів перевищує скиди стічних вод без очистки на досліджуваних вище ділянках. Найбільшими забруднювачами є промислові та житлово-комунальні підприємства міст Жашкова та Умані. Таким чином, за рахунок збільшення фактичного об'єму стоку з 1545 млн м³ (1990 р.) до 3139 млн м³ (2005 р.) та зменшення загального скиду стічних вод на даній ділянці басейну фактична кратність розбавлення збільшилася у десятки разів, а при розгляді скидів стічних вод різної категорії якості - у сотні

разів. Необхідно зазначити, що при обсягах скидів стічних вод, які спостерігалися у 1990 р. та розрахунковому об'ємі стоку 95, 97 % забезпеченості р. Південний Буг у районі м. Первомайськ фактична кратність розбавлення суми стічних вод різної категорії якості не перевищувала б 10 разів і становила 8 та 7 разів відповідно.

У межах трьох ділянок, досліджених вище, протягом 2005 р. скид забруднювальних речовин у стічних водах складав від 20 до 80 % від загальних значень по басейну за наступними показниками: сульфати – 2,1 тис. тонн (26,5%), хлориди – 3,4 тис. тонн (33,4%), фосфати – 52,5 тонн (28,5%), азот амонійний – 0,2 тис. тонн (48,1%), нітрати – 0,82 тис. тонн (53,3%), нітрити – 38 тонн (49,4%), нафтопродукти – 2,3 тонни (51,5%), СПАР – 5,4 тонн (44,6%) та нікель – 0,24 тонни (81,2%). Значні обсяги забруднювальних речовин у стічних водах пояснюються тим, що у межах трьох районів (від с. Тростяничок до м. Первомайськ) формується близько половини об'єму скидів стічних вод від загального по басейну Південного Бугу.

Аналіз гідрологічного режиму річок дослідженої ділянки та характеру водогосподарської діяльності у її межах вказує тут на найбільший рівень антропогенної навантаженості у порівнянні із вищерозглянутими ділянками.

Особливістю ділянки є і те, що основна водогосподарська діяльність у його межах здійснюється не по руслу р. Південний Буг, а у басейнах річок, які є її притоками першого, другого і навіть третього порядків. Із русла річки Південний Буг у межах ділянки інтенсивно здійснюється забір води лише на 197 та 201 км від гирла в об'ємі 2,3 та 1,7 млн м³ відповідно.

Основні обсяги забору поверхневої води здійснюються із басейнів річок Синюха, Чорний Ташлик, Ятрань, Ревуха, Уманка, Гірський Тікич, Гнилий Тікич, Кодима тощо. Відповідно і найбільші скиди відбуваються у басейнах зазначених річок [111].

За узагальненими показниками ділянку умовно можна віднести до бездефіцитної щодо забезпечення водними ресурсами. Але, враховуючи найбільшу її площу серед досліджуваних по басейну, нерівномірність розташування об'єктів водокористування (продуктивних сил) та велику кількість водних об'єктів, у басейнах яких інтенсивно здійснюється водогосподарська діяльність, рішення щодо басейнового принципу управління водними ресурсами у межах ділянки мають полягати у розгляді цих питань щодо кожної окремої притоки р. Південний Буг. Для подальшої детальної оцінки впливу

господарської діяльності на водні ресурси ділянки необхідно застосувати запропонований підхід із виділенням додаткових ділянок. За додаткові ділянки доцільно приймати басейни річок різного порядку, на яких ведуться постійні спостереження за гідролого-гідрохімічними показниками, які є визначальним фактором. На даний час такими можуть бути басейни річок (ділянки): Синюха, Чорний Ташлик, Ятрань, Гірський Тікич, Гнилий Тікич та Кодима. У басейнах зазначених річок здійснюється інтенсивна водогосподарська діяльність, яка суттєво впливає на показники антропогенного навантаження на водні ресурси ділянки від с. Підгір'я до м. Первомайськ.

Ділянка від м. Первомайськ (194 км від гирла) до с. Олександрівка (132 км від гирла). Площа ділянки складає 2200 км², тобто 3,4 % від загальної площі басейну Південного Бугу. Довжина ділянки по руслу р. Піденний Буг – 62 км.

У межах даної ділянки розташовано 5 підприємств промислової галузі найбільшим з яких є Південно-Українська АЕС, яка здійснює майже 90 % забору поверхневої води від загального на ділянці (станом на 2005 р. – 65 млн м³).

Із решти промислових підприємств за обсягами забору поверхневої води необхідно виділити Олександрівську ГЕС, якою станом на 2005 р. на власні виробничі потреби використовується понад 1 млн м³ води (1,4 % від загального на ділянці). У межах даної ділянки відсутні підприємства харчової промисловості, що було характерно для усіх вище досліджуваних ділянок басейну.

Другою за обсягами водокористування є житлово-комунальна галузь, якою станом на 2005 р. забирається 6,5 млн м³ поверхневої води (9 % від загального по ділянці). Найбільшими підприємствами цієї галузі є житлово-комунальні підприємства м. Южноукраїнськ.

Поверхнева вода, яка забирається підприємствами сільського господарства, використовується лише на зрошення (0,35 млн м³, або 0,5 % від загального забору в межах району), що є особливістю даного району, на відміну від інших, де основного розвитку набули рибоставкові господарства.

Забір поверхневих вод у 1990 р. становив 52 млн м³ (2,3 % від загального по басейну), у 2005 р. – 72 млн м³ (26,1 % від загального по басейну), тобто збільшився майже у 1,4 рази. Скиди стічних вод у 1990 р. були на рівні тільки 0,02 млн м³ (мізерні у порівнянні із загальними по басейну), а у 2005 р. – 38,2 млн м³ (вже 20,9 % від

загального по басейну). Значне збільшення заборів поверхневої води та скидів стічних вод у 2005 р., порівняно з 1990 р., пояснюється заборонаю на проведення „продувки” Ташлицького водоймища-охолоджувача Південно-Української АЕС. Мораторій було накладено на період з 1990 по 1995 рр. після чого „продувку” водоймища-охолоджувача відновлено [83].

Безповоротні втрати води на даній ділянці басейну в 1990 р. становили 54 млн м³, у 2005 р. – 34,4 млн м³, що складає 7,8 та 22,5 % від загальних по басейну, відповідно. Наслідки введення мораторію на „продувку” Ташлицького водоймища-охолоджувача Південно-Української АЕС та вплив безповоротних втрат станції на водні ресурси р. Південний Буг детально досліджено у розділі 6.

Частка загального забору поверхневих вод від фактичного стоку р. Південний Буг у районі с. Олександрівка у 2005 р. становила 2,2 % і може досягати 8,8 % за умови максимального забору поверхневих вод (за який, на відміну від інших ділянок, взято значення 2005 р.) в розрахунковому році 97 % забезпеченості. У жовтні максимальна частка забору води від стоку річки даної ймовірності перевищення може досягати 14,7 %.

Щомісячні забори води у 1990 та 2005 рр, на відміну від інших ділянок, характеризувалися практично рівномірним розподілом протягом року з переважанням у літньо-осінній період, що обумовлено виробничою необхідністю нормального функціонування Південно-Українського енергокомплексу – єдиного великого водокористувача у межах ділянки. Найбільша частка заборів води протягом року спостерігалася у вересні 1990 р. і становила відповідно 6,2 % від стоку річки. Натомість у 2005 р. найбільша частка забору поверхневої води від стоку річки спостерігалася у липні і складала 4,1 %, при середньорічному значенні у 2,2 %.

Таким чином, на ділянці від м. Первомайськ до с. Олександрівка спостерігається практично сталий антропогенний вплив на водні ресурси басейну Південного Бугу, зокрема за рахунок стабільної роботи ПУ ЕК. При цьому, необхідно зазначити, що скиди стічних вод характеризуються категоріями нормативно чистих без очистки та нормативно очищених, а кратність їх розбавлення у сотні разів більша за кратність розбавлення стічних вод на попередніх ділянках. Скиди забруднювальних речовин у стічних водах є найменшими серед ділянок, розміщених вище. Так, найбільшого значення стосовно усього басейну досягають скиди заліза (3,9 %) та скиди нітратів 2,4

% . Скиди інших забруднювальних речовин не перевищували 1%, або були відсутні взагалі.

Тому, в межах даної ділянки рішення щодо басейнового принципу управління водними ресурсами мають полягати лише у контролі дотримання режимів функціонування (регламентів) водних об'єктів енергокомплексу (Олександрівського водосховища та Ташлицького водоймища-охолоджувача ПУ АЕС) [111].

Ділянка нижче с. Олександрівка. Враховуючи той факт, що аналіз відсоткового співвідношення досліджуваних показників, який проведено по кожній ділянці, здійснено щодо загальних по усьому басейну Південного Бугу, необхідно також розглянути водогосподарську діяльність нижче с. Олександрівка (тобто відтинок від 132 км від гирла до самого гирла р. Південний Буг), що забезпечить співставність (баланс) досліджуваних показників. Тому доцільно дану ділянку виділити окремо. У зв'язку з тим, що на р. Південний Буг замикаючим стоковим створом є пост в районі с. Олександрівка у виділеній ділянці можливо дослідити лише водогосподарську діяльність.

Площа ділянки складає 17500 км², або майже 27,5 % від загальної площі басейну Південного Бугу. Довжина ділянки по руслу р. Південний Буг – 132 км.

До основних користувачів поверхневої води у межах ділянки належать підприємства сільського господарства. Найбільші з них – управління зрошувальних систем (Миколаївське, Південно-Бузьке) та рибоставкові господарства („Берегиня” та „Голуба нива”). Станом на 2005 р. даною галуззю здійснювався забір понад 78 % (17,9 млн м³) поверхневої води від загального на ділянці і основна його частка була використана для потреб зрошення.

Другими за обсягами використання поверхневої води є підприємства житлово-комунального господарства, серед яких найбільшими є житлово-комунальні підприємства міст Кіровоград, Вознесенськ, Баштанка, Бобринець та „Новобузький водопровід”. Підприємствами зазначеної галузі здійснюється понад 12 % (2,8 млн м³) забору поверхневої води від загального на ділянці.

Для забезпечення потреб населення у питній воді використовується підземна вода, обсяг забору якої складає 5,7 млн м³, що у два рази перевищує обсяг забору поверхневих вод.

Для забезпечення потреб населення і промисловості водними ресурсами м. Миколаєва, яке розташоване у районі Бузького лиману і

не має власних джерел води питної якості, здійснюється подача води водоводом Дніпро–Миколаїв обсягом близько 60–65 млн м³ на рік та Інгулецькою зрошувальною системою – близько 20 млн м³. Крім того, приймачем скидів стічних вод -м. Миколаєва є Бузький лиман. Таким чином, водогосподарська діяльність у межах міста не залежить і не впливає на кількісні та якісні показники водоресурсного потенціалу р. Південний Буг.

Разом з тим, водопостачання міст Кіровоград, Знам'янка, Олександрія здійснюється за рахунок водоводу Дніпро–Кіровоград пропускною здатністю 54 млн м³ на рік. Станом на 2005 р. водоводом із Кременчуцького водосховища було забрано 39,3 млн м³, з них було передано комунальним підприємствам „Кіровоградводоканал” – 26,1 млн м³, „Олександріяводоканал” – 6,9 млн м³ та „Знам'янкаводоканал” – 2,5 млн м³ води.

Підприємства промисловості у межах даної ділянки здійснюють найменший забір поверхневої води у порівнянні з іншими галузями, що складає близько 10 % (2,3 млн м³) від загального по ділянці. Основна частка заборів води здійснюється підприємствами з виробництва будівельних матеріалів, машинобудування та легкої промисловості. Найбільші з них станом на 2005 р. підприємства міст Кіровограда та Миколаєва – ВАТ „Південьцемент”, ЗАТ „Возко”, ВАТ „Гідросила” та ВАТ „Червона зірка”.

Забір поверхневих вод у 1990 р. становив 264 млн м³ (11,7 % від загального по басейну), у 2005 р. – 22,9 млн м³ (8,3 % від загального по басейну), тобто зменшився у 11 разів. Найбільше зменшення заборів поверхневої води відбулося за рахунок зменшення використання води у сільському господарстві на потреби зрошення – з 144 до 9 млн м³, тобто у 16 разів.

Скиди стічних вод у 1990 р. складали 76 млн м³ (4,1 % від загального по басейну), у 2005 р. – 24,5 млн м³ (13,4 % від загального по басейну), отже, зменшилися у 3 рази.

Безповоротні втрати води на ділянці у 1990 р. становили 256 млн м³ у 2005 р. – 15,6 млн м³, що складає 37,1 та 10,2 % від загальних по басейну відповідно. Досить значна частка безповоротних втрат води у 1990 р. зумовлена великими обсягами води, що використовувалися для потреб зрошення, що пояснює невідповідність зменшення заборів поверхневої води до скидів стічних вод.

Враховуючи, що місцевий стік у межах ділянки не відповідає критеріям якості для забезпечення потреб населення та підприємств

промисловості у питній та технічній воді, дану ділянку можна віднести до проблемної з точки зору якісного стану її водних ресурсів. Тому рішення щодо управління водними ресурсами ділянки за басейновим принципом мають полягати у своєчасному коригуванні режиму перекидання стоку з басейну Дніпра водоводами Дніпро–Миколаїв, Дніпро–Кіровоград та Інгулецькою зрошувальною системою.

Оскільки водогосподарська діяльність у м. Миколаєві не залежить від водних ресурсів басейну Південного Бугу, а решта водокористувачів розташовані у басейні р. Інгул та її приток різного порядку, для подальшої детальної оцінки впливу господарської діяльності на водні ресурси необхідно виділити додаткові ділянки у межах досліджуваної. Необхідно зауважити, що у басейні р. Інгул практично відсутні пункти спостережень за стоковими характеристиками, а наявні – у більшості випадків є не репрезентативними, оскільки розташовані у верхів'ях річок. Тому доцільно для забезпечення ефективного аналізу та прийняття управлінських рішень організувати (створити) пости спостережень за стоковими характеристиками у гирлах таких річок як Сухоклея, Камянка, Грузька, Гнилий Єланець, Чичиклея та Мертвовід [111].

4.3. Вплив Південно-Українського енергокомплексу на кількісні показники водного стоку

Важливою складовою Державної науково-технічної програми пріоритетних напрямів підтримання безпеки об'єктів ядерно-енергетичного комплексу до 2010 р., ухваленої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 21.08.2001 р. №398-р, є оцінка забезпеченості АЕС природно ресурсним потенціалом, особливо водними ресурсами. Ця проблема набула значної актуальності для Південного Бугу, водні ресурси якого повинні забезпечити роботу трьох блоків Південно-Української АЕС (ПУ АЕС) і Ташлицької гідроакумулюючої електростанції (ТГАЕС). Для визначення реального впливу Південно-Української АЕС (153 км від гирла) на стокові характеристики р. Південний Буг розраховано об'єми стоку на постах Первомайськ (194 км від гирла) та Олександрівка (132 км від гирла), визначено також реальну частку забору води від стоку р. Південний Буг у зазначених створах (табл. 4.3). Вплив роботи трьох

блоків ПУ АЕС та 6 агрегатів Ташлицької ГАЕС (коли проект буде реалізовано у повному обсязі) на стік річки визначений шляхом порівняння безповоротних втрат на ПУ ЕК відносно середньорічних та середньомісячних витрат води різної забезпеченості р. Південний Буг – м. Олександрівка [87, 88, 89, 90].

Забір води з р. Південний Буг для промислових потреб АЕС здійснюється в 153 км від гирла річки (рис. 4.3). Середньорічні значення забору води з річки коливаються в межах від 27 млн м³ (1992 р.) до 62 млн м³ (1997 р.).

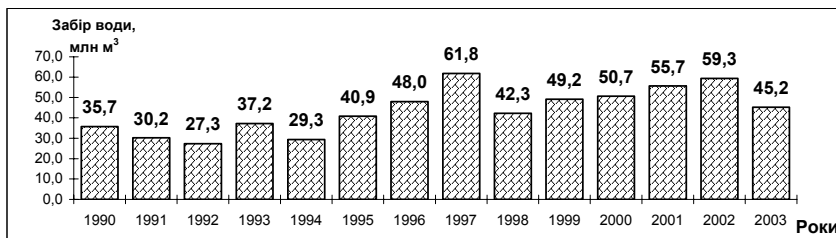


Рис. 4.2. Динаміка забору води для промислових потреб Південно-Української АЕС

Слід зауважити, що період з 1991 по 1995 рр. характеризується меншими значеннями забору води на промислові потреби АЕС. Це пояснюється експлуатацією Ташлицького водоймища-охолоджувача без “продувки”, яка повинна була здійснюватися за рахунок додаткового підкачування води з р. Південний Буг. Відсутність “продувки” призвела до збільшення загальної мінералізації води у ВО 1995 р. до майже 2 г/дм³ [84, 90, 93]. Таке підвищення мінералізації спричинило передчасний вихід з експлуатації теплообмінного обладнання АЕС та зупинки блоків для очищення і заміни теплообмінників, що зменшувало загальний ресурс роботи енергоблоків та виробіток електроенергії. Згідно з рішенням спільної колегії Мінприроди та Держатому України у травні 1995 р. дозвіл на “продувку” Ташлицького ВО було отримано у зв’язку з тим, що “продувка” водоймищ-охолоджувачів конденсаторів турбін атомних електростанцій “є штатною екологічною операцією і виконується відповідно з технічними проектами АЕС” [83]. Завдяки водообміну з р. Південний Буг мінералізація води у ВО знизилася у 2001-2004 рр. до 1,18г/дм³ [87].

Таблиця 4.3. Реальні витрати води і об'єми стоку р. Південний Буг - м. Первомайськ та частка забору води з річки для промислових потреб Південно-Української АЕС за період з 1990 по 2003 рр.

Рік	Місяць												Середнє	Сума за рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Реальні витрати води р. Південний Буг – м. Первомайськ, м ³ /с. 194 км. від гирла														
1990	17	61	71	61	46	44	68	51	26	36	53	52	49	586
1991	61	42	69	72	71	89	146	147	79	82	72	60	82	989
1992	57	64	93	102	50	58	39	23	22	47	56	45	55	654
1993	45	53	99	150	57	47	43	35	65	75	56	52	65	777
1994	126	79	77	53	35	48	24	19	26	34	30	34	49	585
1995	37	75	70	51	46	31	33	20	35	74	46	31	46	549
1996	39	49	98	482	75	27	27	24	68	75	61	104	94	1128
1997	50	58	107	73	46	41	89	96	93	97	77	85	76	912
1998	148	81	111	108	63	53	107	58	61	102	82	48	85	1023
1999	52	99	236	134	85	35	23	24	28	54	62	77	76	909
2000	58	106	110	117	55	34	47	57	80	91	64	75	74	893
2001	78	99	105	94	87	87	81	51	58	69	84	70	80	962
2002	69	138	87	57	40	71	37	52	59	101	108	64	74	882
2003	48	101	525	243	52	21	34	26	29	59	54	42	103	1233
Об'єми стоку, млн м ³ (млрд м ³)														
1990	46	145	192	160	124	115	185	138	67	96	138	140	129	1,84
1991	164	100	185	187	191	230	394	397	206	221	187	163	219	3,1
1992	153	155	251	265	136	150	104	61	58	126	145	120	144	2,05
1993	120	127	267	390	154	123	117	95	170	202	145	140	171	2,44
1994	340	189	208	138	95	125	66	51	68	92	79	92	128	1,84

Продовження табл. 4.3

Рік	Місяць															Сума за рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	15	
1995	100	181	188	132	123	81	89	55	92	200	121	83	120	1,72	1,72	
1996	104	118	264	1 253	203	69	72	66	176	201	160	281	247	3,54	3,54	
1997	135	140	289	190	124	106	240	259	241	262	201	229	201	2,86	2,86	
1998	400	195	300	281	171	138	289	157	159	275	212	130	226	3,21	3,21	
1999	141	239	637	348	230	90	62	65	73	144	160	209	200	2,85	2,85	
2000	155	254	297	304	147	88	127	153	207	246	167	204	196	2,8	2,8	
2001	210	239	284	244	234	227	218	137	150	187	218	189	211	3,02	3,02	
2002	185	331	235	149	107	184	100	140	154	273	281	173	193	2,77	2,77	
2003	128	242	1 418	632	141	55	92	69	76	160	139	113	272	3,87	3,87	
Забір води з р. Південний Буг для промислових потреб Південно-Української АЕС (за даними 2-ТП (водгосп), 153 км від гирла)																
1990	2,7	3,4	3,1	3,2	1,9	3,7	3,6	2,0	3,0	2,9	3,0	3,0	3,0	3,0	35,7	
1991	1,7	2,5	4,2	1,6	1,3	2,0	2,3	3,0	2,7	2,8	3,0	3,0	2,5	3,0	30,2	
1992	1,8	2,9	2,9	1,6	1,2	1,6	1,6	3,0	3,1	3,6	1,8	1,8	2,2	2,7	27,3	
1993	2,5	4,4	3,0	1,8	1,3	2,0	2,2	3,2	2,8	4,5	5,3	3,8	3,1	3,7	37,2	
1994	2,7	2,1	1,6	1,8	1,4	2,1	2,3	2,8	2,5	3,2	4,0	2,5	2,4	2,9	29,3	
1995	2,7	2,6	2,4	1,8	1,5	2,4	3,2	3,2	3,1	5,1	5,9	5,9	3,3	4,0	40,9	
1996	3,1	2,2	3,4	5,0	3,5	3,3	4,6	3,9	4,3	5,4	4,4	4,4	4,0	4,8	48,0	
1997	4,3	5,4	5,2	5,1	5,3	4,0	4,8	6,5	5,3	4,7	5,3	5,5	5,1	6,1	61,8	
1998	5,2	3,1	1,6	1,6	1,7	1,7	4,3	5,0	5,1	5,2	4,3	3,0	3,5	4,2	42,3	
1999	3,0	3,5	5,4	5,3	5,0	4,5	4,0	3,7	3,9	3,5	3,1	3,6	4,0	4,9	49,2	
2000	4,2	3,8	4,9	4,1	3,4	2,8	3,4	4,0	4,5	5,5	5,0	4,6	4,2	5,0	50,7	
2001	4,0	4,4	3,1	2,6	4,0	3,3	5,1	6,8	6,6	5,5	4,7	5,2	4,6	5,7	55,7	
2002	6,1	6,3	7,0	5,0	5,2	5,1	3,3	3,5	2,8	3,4	5,7	5,5	4,9	5,9	59,3	
2003	2,6	2,2	5,1	4,9	4,8	2,3	2,5	2,8	3,6	4,2	4,5	5,2	3,7	4,5	45,2	

Продовження табл. 4.3

Рік	Місяць												Середнє	Сума за рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Реальна частка забору води від стоку р. Південний Буг – м. Первомайськ, %														
1990	5,8	2,3	1,6	2,0	1,5	3,2	1,9	1,5	4,5	3,0	2,2	2,1	2,3	1,9
1991	1,0	2,5	2,3	0,9	0,7	0,9	0,6	0,8	1,3	1,3	1,6	1,8	1,1	0,9
1992	1,2	1,9	1,2	0,6	0,9	1,1	1,5	4,9	5,4	2,9	1,2	1,5	1,6	1,3
1993	2,1	3,5	1,1	0,5	0,8	1,6	1,9	3,4	1,6	2,2	3,7	2,7	1,8	1,5
1994	0,8	1,1	0,8	1,3	1,5	1,7	3,5	5,5	3,7	3,5	5,1	2,7	1,9	1,5
1995	2,7	1,4	1,3	1,4	1,2	3,0	3,6	5,8	3,4	2,5	4,9	7,1	2,8	2,3
1996	3,0	1,9	1,3	0,4	1,7	4,8	6,4	5,9	2,4	2,7	2,8	1,6	1,6	1,3
1997	3,2	3,9	1,8	2,7	4,3	3,8	2,0	2,5	2,2	1,8	2,6	2,4	2,5	2,1
1998	1,3	1,6	0,5	0,6	1,0	1,2	1,5	3,2	3,2	1,9	2,0	2,3	1,5	1,3
1999	2,1	1,5	0,8	1,5	2,2	5,0	6,4	5,7	5,3	2,4	1,9	1,7	2,0	1,7
2000	2,7	1,5	1,6	1,3	2,3	3,2	2,7	2,6	2,2	2,2	3,0	2,3	2,1	1,8
2001	1,9	1,8	1,1	1,1	1,7	1,5	2,3	5,0	4,4	2,9	2,2	2,8	2,2	1,8
2002	3,3	1,9	3,0	3,4	4,9	2,8	3,3	2,5	1,8	1,2	2,0	3,2	2,5	2,1
2003	2,0	0,9	0,4	0,8	3,4	4,2	2,7	4,1	4,8	2,6	3,2	4,6	1,4	1,1
Реальні випраги води р. Південний Буг – с. Олександрівка, м ³ /с, 132 км від гирла														
1990	72,1	76,4	66,9	42,2	47,1	69,2	49,7	27,3	27,3	53	56,8	69	55,4	657
1991	74,6	56,2	70,2	75,6	70	85,2	153	162	80,7	87,1	74,8	72,5	88,5	1062
1992	67,2	79,1	106	109	52,5	55,4	46,6	24,9	18,3	42,8	55,5	56,7	59,5	714
1993	48,2	70,3	108	159	57,8	52,7	45,6	33,3	58,9	80,4	64,4	67,5	70,5	846
1994	130	108	94,5	70,7	53,5	53,5	33,1	26,1	31,6	35,9	34,7	47,3	59,9	719
1995	57	82,3	80,7	64,9	56,4	43,2	44,1	27,8	40,5	85	63,1	57	58,5	702
1996	60,4	91,8	153	546	105	42,9	36,5	35,2	78,6	96,2	77,9	131	121,2	1455
1997	87	97,7	105	85,3	66,3	59,9	113	116	106	114	98,7	126	97,9	1175

Продовження табл. 4.3

Рік	Місяць												Середнє	Сума за рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1998	177	133	129	128	83,1	69,1	125	72,6	66,2	113	114	96,1	109	1306
1999	119	142	256	150	103	49,1	35	28,7	40,3	52,5	54,7	93,9	93,7	1124
2000	86,9	135	129	127	69,5	44,9	50,4	58,7	80	108	83,7	89,2	88,5	1062
2001	95,8	114	127	121	98,8	114	106	45,7	54,3	74,5	90,6	96,6	94,7	1138
2002	68	144	97	73	49	80	43	47	61	117	107	82	81	966
2003	89	153	547	253	60	17	41	39	37	72	79	64	121	1452
Об'єми стоку, млн м ³ (млрд м ³)														
1990	195	183	181	110	127	180	134	74	71	143	148	186	144	2,1
1991	201	135	190	197	189	222	413	437	210	235	194	196	235	3,3
1992	181	190	286	283	142	144	126	67	48	116	144	153	157	2,2
1993	130	169	292	413	156	137	123	90	153	217	167	182	186	2,7
1994	351	259	255	184	144	139	89	70	82	97	90	128	157	2,3
1995	154	198	218	169	152	112	119	75	105	230	164	154	154	2,2
1996	163	220	413	1 420	284	112	99	95	204	260	203	354	319	4,6
1997	235	234	284	222	179	156	305	313	276	308	257	340	259	3,7
1998	478	319	348	333	224	180	338	196	172	305	296	259	287	4,1
1999	321	341	691	390	278	128	95	77	105	142	142	254	247	3,5
2000	235	324	348	330	188	117	136	158	208	292	218	241	233	3,4
2001	259	274	343	315	267	296	286	123	141	201	236	261	250	3,5
2002	182	346	261	189	132	209	115	126	158	316	278	221	211	3,0
2003	241	367	1 477	658	162	45	111	106	96	194	205	174	320	4,6
Реальна частка забору води від стоку р. Південний Буг – п. Олександрівка, %														
1990	1,4	1,9	1,7	2,9	1,5	2,1	2,7	2,7	4,2	2,0	2,0	1,6	2,0	1,7
1991	0,8	1,9	2,2	0,8	0,7	0,9	0,6	0,7	1,3	1,2	1,5	1,5	1,1	0,9

Продовження табл. 4.3

Рік	Місяць														Сума за рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Середнє	15	
1992	1,0	1,5	1,0	0,6	0,8	1,1	1,3	4,5	6,5	3,1	1,2	1,2	1,4	1,2	
1993	1,9	2,6	1,0	0,4	0,8	1,5	1,8	3,6	1,8	2,1	3,2	2,1	1,7	1,3	
1994	0,8	0,8	0,6	1,0	1,0	1,5	2,6	4,0	3,0	3,3	4,4	2,0	1,5	1,2	
1995	1,7	1,3	1,1	1,1	1,0	2,1	2,7	4,3	2,9	2,2	3,6	3,8	2,2	1,9	
1996	1,9	1,0	0,8	0,4	1,2	3,0	4,7	4,1	2,1	2,1	2,2	1,2	1,2	1	
1997	1,8	2,3	1,8	2,3	3,0	2,6	1,6	2,1	1,9	1,5	2,1	1,6	2,0	1,6	
1998	1,1	1,0	0,5	0,5	0,8	0,9	1,3	2,6	3,0	1,7	1,5	1,2	1,2	1	
1999	0,9	1,0	0,8	1,4	1,8	3,5	4,2	4,8	3,7	2,5	2,2	1,4	1,6	1,4	
2000	1,8	1,2	1,4	1,2	1,8	2,4	2,5	2,5	2,2	1,9	2,3	1,9	1,8	1,4	
2001	1,5	1,6	0,9	0,8	1,5	1,1	1,8	5,5	4,7	2,7	2,0	2,0	1,8	1,5	
2002	3,3	1,8	2,7	2,6	3,9	2,4	2,9	2,8	1,8	1,1	2,0	2,5	2,3	1,9	
2003	1,1	0,6	0,3	0,7	3,0	5,1	2,3	2,6	3,8	2,2	2,2	3,0	1,2	0,9	

Середньорічні значення об'ємів стоку на постах Первомайськ (вище ПУ АЕС) та Олександрівка (нижче ПУ АЕС) змінюються від 120 млн м³ (1995 р.) до 320 млн м³ (2003 р.) відповідно. Таким чином, реальна частка забору води від середньорічних значень об'ємів стоку річки на досліджуваних постах не перевищує 3% (рис. 4.3).

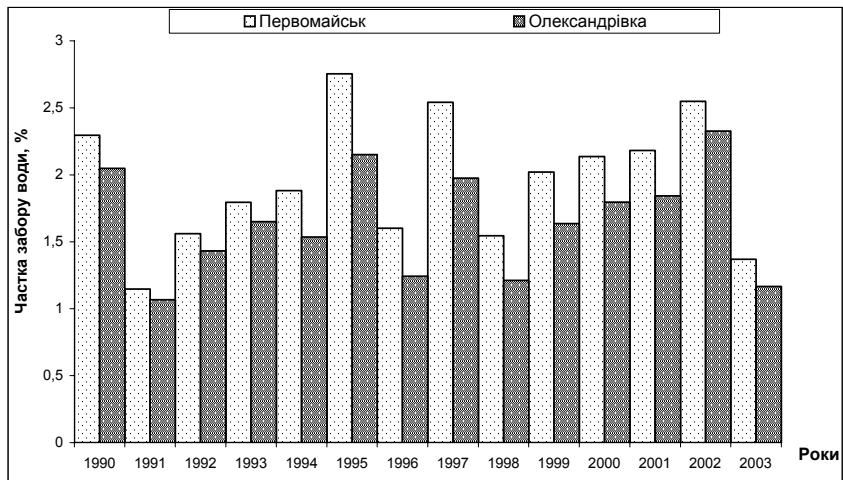


Рис. 4.3. Реальна частка забору води від стоку р. Південний Буг на постах Первомайськ та Олександрівка

У розподілі забору води [64] не спостерігається чіткої сезонної закономірності, але можна виділити літньо-осінній період, який характеризується найбільшою часткою забору води від стоку річки. Так, упродовж 2001–2003 рр. (рис. 4.4) найбільша частка забору води від стоку р. Південний Буг – с. Олександрівка у серпні 2001 р. складала 5,5 % [87].

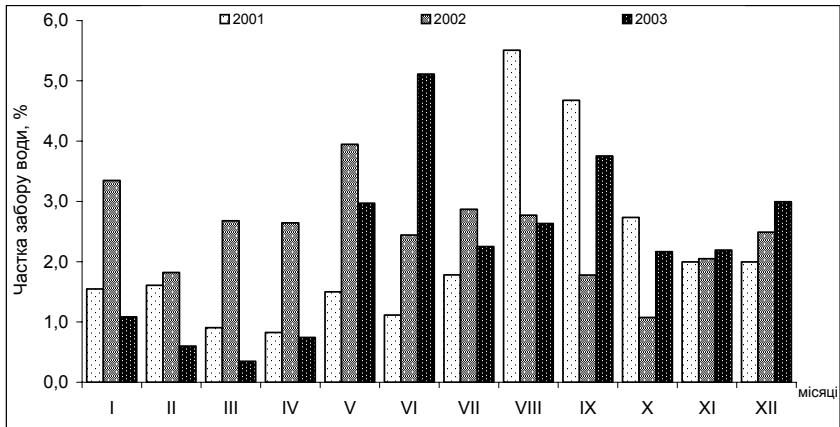


Рис. 4.4. Розподіл часток забору води від стоку р. Південний Буг – п. Олександрівка протягом року (в 2001–2003 рр.)

Вплив забору води з р. Південний Буг для промислових потреб Південно-Української АЕС на фоні загального водокористування в басейні річки є незначним. Але для ефективного екологічного водокористування необхідно у цілому оптимізувати структуру водокористувачів із визначенням їх пріоритетності.

Незважаючи на значне зменшення антропогенного навантаження на басейн Південного Бугу, а саме: зменшення забору, скидів забруднювальних речовин тощо, необхідно зазначити, що загальна гідроекологічна ситуація не покращилася, зокрема, за рахунок збільшення скидів неочищених стічних вод. Тому необхідно подальше детальне вивчення комплексу природних та антропогенних чинників, які визначають екологічний стан басейну річки Південний Буг.

Вплив водоймища-охолоджувача Південно-Української АЕС на водні ресурси р. Південний Буг визначався, виходячи із наступних положень. Для технічного водопостачання Південно-Української АЕС у балці Ташлик в 1980 р. створено водоймище-охолоджувач об'ємом 86 млн м³ та площею водного дзеркала 8,6 км² при НІР – 99,5 м. Середньорічна витрата струмка балки Ташлик дорівнює 0,15 м³/с, а максимальна витрата весняної повені 5% забезпеченості складає 51,8 м³/с. Безповоротні втрати води на ВО АЕС при роботі трьох енергоблоків складаються переважно із втрат на випаровування – 32,4 млн м³ за рік та із забору води із ВО різними користувачами –

3,9 млн м³ на рік, тобто близько 1,2 м³/с. Середня багаторічна витрата р. Південний Буг у районі с. Олександрівка, що знаходиться дещо нижче АЕС, становить 89,0 м³/с, а найменша річна витрата, що мала місце у 1921 р. – 28,0 м³/с, середньорічна витрата річки у гирлі біля м. Миколаїв, становить 108,0 м³/с. Від загальних витрат р. Південний Буг безповоротні втрати води на АЕС складають, відповідно, близько 1,4 та 4,3%, а від середньорічних витрат у гирлі річки – тільки 1,1% [83]. Середньомісячні витрати води різної забезпеченості, розраховані за методом [85, 114], наведені в табл. 4.4

Таблиця 4.4. Середньомісячні витрати води різної забезпеченості р. Південний Буг – с. Олександрівка

Місяць	Забезпеченість %						
	1	5	25	50	80	95	99
1	270	155	85	54	33	24	15
2	464	238	106	69	35	20	11
3	887	596	305	180	95	63	45
4	1257	729	208	129	76	47	40
5	190	138	92	68	51	33	27
6	183	128	74	51	35	23	19
7	236	158	75	46	26	16	14
8	165	114	63	40	25	14	11
9	115	106	64	40	23	14	12
10	170	118	77	50	32	18	14
11	164	103	78	56	36	24	17
12	190	134	78	58	38	25	13

За проектними даними частка безповоротних втрат при роботі трьох енергоблоків ПУ АЕС складає, як було вже відзначено, 1,2 м³/с. Таким чином, найбільша частка безповоротних втрат на ПУ АЕС спостерігається в серпні-вересні і в маловодний рік 95% забезпеченості складає близько 8,5-8,4% від стоку річки біля с. Олександрівка, що знаходиться у межах похибок, прийнятих при розрахунках стокових характеристик 80% річок України [25].

При введенні перших трьох агрегатів Ташлицької ГАЕС, згідно з проектними даними інституту “Укргідропроєкт”, безповоротні втрати збільшаться до 47,9 млн м³, або 1,52 м³/с, а при введенні шести агрегатів безповоротні втрати складатимуть 48,1 млн м³, або 1,53 м³/с. Різниця між втратами при експлуатації трьох або шести агрегатів невелика за рахунок збільшення об’ємів, а не площі дзеркала води

Олександрівського водосховища. Таким чином, частка безповоротних втрат води при експлуатації трьох енергоблоків АЕС і шести агрегатів Ташлицької ГАЕС, відносно середньомісячних витрат р. Південний Буг – с. Олександрівка буде спостерігатися у серпні, вересні і в маловодні роки 95% забезпеченості і може складати близько 11% (рис. 4.4).

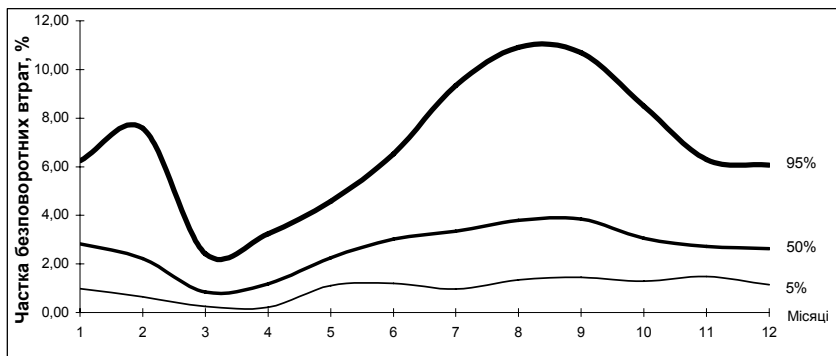


Рис. 4.4. Частка безповоротних втрат при роботі трьох блоків ПУ АЕС та вводи 6 агрегатів Ташлицької ГАЕС від середньомісячних витрат р. Південний Буг – с. Олександрівка різної забезпеченості (5%, 50 %, 95 %)

Отже, при роботі трьох енергоблоків Південно-Української АЕС і пуску 6 агрегатів Ташлицької ГАЕС вплив безповоротних втрат на Південно-Українському енергокомплексі в цілому, за найбільш несприятливих умов формування середньомісячних витрат води р. Південний Буг, буде складати у серпні-вересні близько 11% при забезпеченості 95%, та близько 14–13% при забезпеченості 99%. Ці дані знаходяться у межах похибок, які прийняті при розрахунках стокових характеристик річок України [83, 88].

В уточненому проекті Ташлицької ГАЕС, розробленому інститутом “Укргідропроєкт”, необхідно було б врахувати безповоротні втрати води на ПУ ЕК у характерні за водністю роки з урахуванням графіків планового ремонту основного обладнання, як це було зроблено на Рівненській АЕС при проектних розробках та складанні звіту “Оцінка впливу на навколишнє середовище” стосовно добудови 4-го енергоблоку [89].

Оскільки влітку кожного року один з енергоблоків ПУ АЕС, як і на Рівненській АЕС, стає на планові ремонтно-профілактичні роботи, то в разі фактичний вплив ПУ ЕК на водні ресурси р. Південний Буг буде ще менший, порівняно з наведеними нами розрахунками.

РОЗДІЛ 5

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ БАСЕЙНУ Р. ПІВДЕННИЙ БУГ ТА ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ПІВДЕННО- УКРАЇНСЬКОГО ЕНЕРГОКОМПЛЕКСУ

5.1. Оцінка якості води за критеріями мінералізації та забруднення компонентами сольового складу

Екологічна оцінка якості поверхневих вод басейну Південного Бугу за критеріями мінералізації та забрудненням компонентами сольового складу виконана за середньорічними та найгіршими значеннями за період з 1996 по 2005 рр.

Як видно з рис. 5.1, у верхній та середній течії р. Південний Буг у місцях водозаборів комплексного призначення за критерієм мінералізації (найгірші значення) у 1996 та 2005 рр. води належали до 1–2 категорії (прісні гіпо- та олігогалінні), тобто з мінералізацією до 1 г/дм^3 (додаток 31).

У 2005 р. середньорічні значення сухого залишку у верхній течії р. Південний Буг (Хмельницька область) коливалися у межах $234\text{--}528 \text{ мг/дм}^3$ при загальній тенденції до незначного зниження протягом останніх десяти років у $1,06\text{--}1,54$ рази. Натомість, у середній течії річки (Вінницька, Кіровоградська області) середньорічні значення сухого залишку порівняно з 2004 р. зросли в $1,03\text{--}1,8$ рази і коливалися у межах від 308 до 633 мг/дм^3 [112].

Зростання сухого залишку у південно-східному напрямку обумовлене природними та певною мірою антропогенними чинниками (в першу чергу, кліматичними та геолого-геоморфологічними). Зростання сухого залишку відбувається внаслідок збільшення концентрації всіх головних іонів сольового складу, що пояснюється надходженням у річки підземних гідрокарбонатних вод кальцієво-магнієво-натрієвого складу з тріщинних порід кристалічного масиву, який залягає в основі більшої частини басейну Південного Бугу. Детально вплив природних та антропогенних чинників на формування мінералізації річкових вод басейну Південного Бугу розглянуто вище (розділ 3.2).

Екологічна оцінка якості води за відповідними категоріями проведена згідно виділених 8 ділянок басейну Південного Бугу.

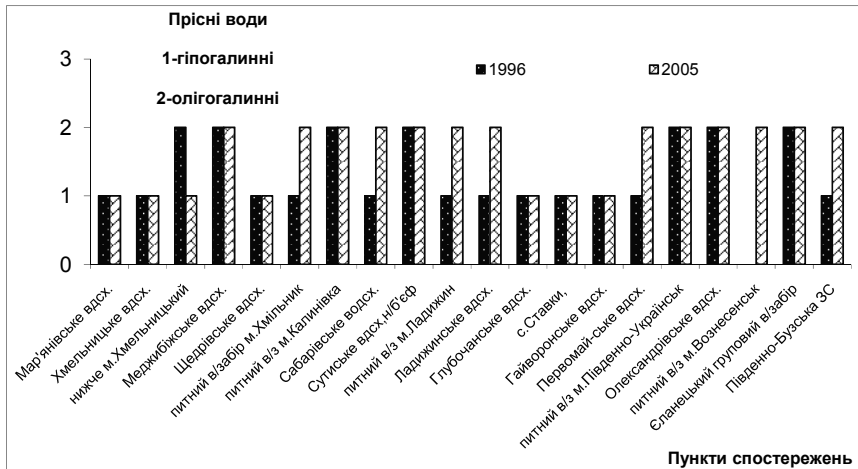


Рис. 5.1. Динаміка якості поверхневих вод р. Південний Буг за критерієм мінералізації у 1996 та 2005 рр. (найгірші значення)

На рис. 5.2–5.4 представлена екологічна оцінка якості води за критеріями забруднення компонентами сольового складу за середньорічними та найгіршими значеннями у 1996, 2000 та 2005 рр. Багаторічний просторовий розподіл середньорічних та найгірших значень індексів (I_1) засвідчив, що за досліджуваний період якість води на досліджуваних ділянках безпосередньо р. Південний Буг характеризувалася категоріями I („відмінні” за станом, „дуже чисті” за ступенем чистоти) та II („добрі” за станом, „чисті” за ступенем чистоти) класів якості вод. Разом з тим, необхідно відзначити, що у 2005 р. якість води за критеріями забруднення компонентами сольового складу (найгірші значення) у межах сьомої ділянки, в районі Первомайського водосховища та питного водозабору м. Южноукраїнськ (окрім 1996, 1998 та 2001 рр.) та восьмої ділянки, в районі Олександрівського водосховища (окрім 1997 та 2001 рр.), питного водозабору м. Вознесенськ, Сланецького групового водозабору та Південно-Бузької зрошувальної системи (окрім 2000 р.) р. Південний Буг відповідала II класу 3 категорії „добра” за станом, „досить чиста” за ступенем чистоти. За середньорічними значеннями екологічного індексу I_1 якість води у межах даних ділянок знаходиться на межі між 2 та 3 категоріями II класу [112].

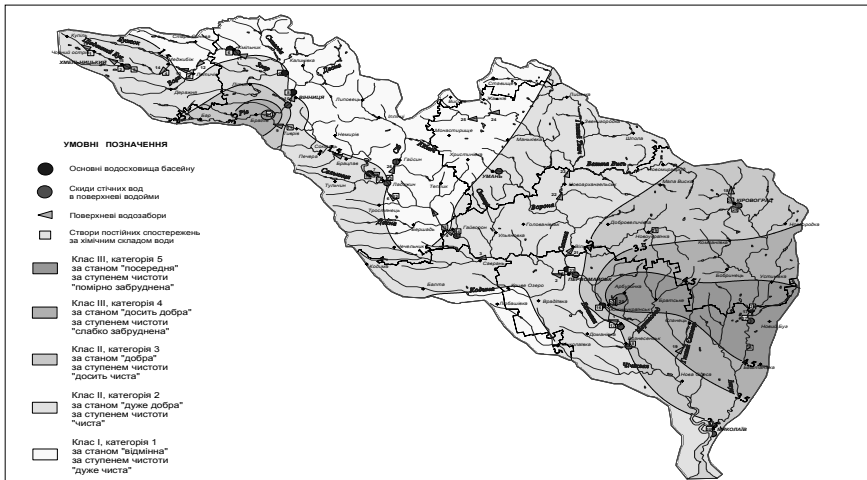


Рис. 5.2. Екологічна оцінка якості поверхневих вод басейну Південного Бугу за критеріями забруднення компонентами сольового складу за середньорічними значеннями у 1996 р.

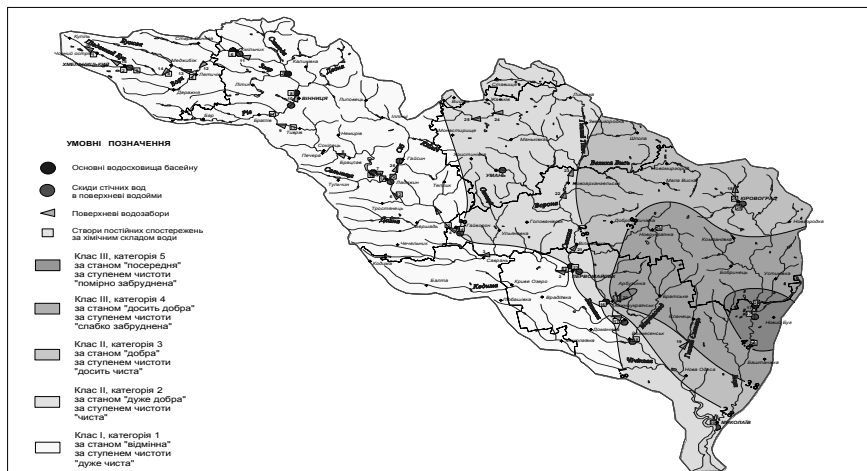


Рис. 5.3. Екологічна оцінка якості поверхневих вод басейну Південного Бугу за критеріями забруднення компонентами сольового складу за середньорічними значеннями у 2000 р.

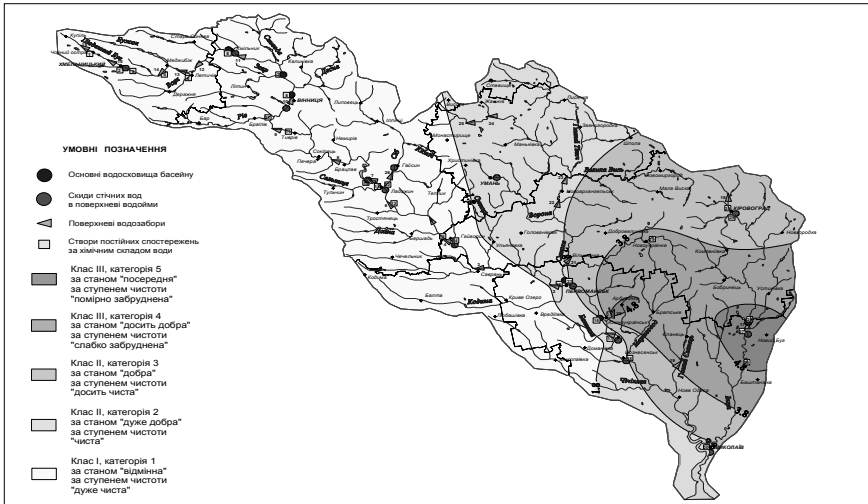


Рис. 5.4. Екологічна оцінка якості поверхневих вод басейну Південного Бугу за критеріями забруднення компонентами сольового складу за середньорічними значеннями у 2005 р.

Серед приток басейну Південного Бугу I класом якості вод („відмінні” за станом, „дуже чисті” за ступенем чистоти) вирізнялися річки Рів та Соб, що розташовані у межах четвертої ділянки. Слід відзначити, що у 1996 р. за середньорічними та найгіршими значеннями індексів (I_1) якість води р. Рів відповідала 4 категорії III класу „досить добра” за станом, „слабко забруднена” за ступенем чистоти. Разом з тим, у всіх пунктах спостережень за хімічним складом води, що розташовані у межах восьмої ділянки (басейн р. Інгул), якість води за показниками забруднення компонентами сольового складу (середньорічні та найгірші значення) відповідала II (в районі м. Кіровоград) та III–IV (нижче м. Кіровоград) класам 3–6 категорії „добрі”, „задовільні”, „посередні” та „погані” за станом, „чисті”, „забруднені” та „брудні” за ступенем чистоти. Якість води в басейні р. Синюха, що розташована у межах шостої ділянки, відповідала II–III класу, 3–4 категорії „добрі”, „задовільні” за станом, „чисті”, „забруднені” за ступенем чистоти.

У цілому ж, для басейну Південного Бугу за показниками забруднення компонентами сольового складу (середньорічні та

найгірші значення) за період з 1996 по 2005 рр. спостерігається незначне покращення якості води (див. рис. 5.2–5.4).

Високі значення екологічного індексу (I_1) у межах шостої та восьмої ділянок, що коливається у межах 3–5 категорії II–III класу якості обумовлені як природними, так і антропогенними чинниками. До антропогенних чинників, окрім інших, належать скиди забруднювальних речовин, у даному випадку сульфатів та хлоридів. Так, у межах восьмої ділянки (від с. Олександрівка, 136 км до гирла р. Південний Буг) протягом 2005 р. було скинуто 56,4% від усього по басейну сульфатів, 49,5% хлоридів. У межах четвертої-шостої ділянок басейну дана величина складала 26,5% для сульфатів та 33,4% для хлоридів. Причому, основна маса скидів забруднювальних речовин відбувається саме у межах шостої ділянки. Необхідно зазначити, що у межах першої ділянки скиди сульфатів та хлоридів становили 14,4 та 13 % від загальних по басейну. Натомість якість води за досліджуваній період, включаючи 2005 р., у межах ділянки характеризувалася 1–2 категоріями, I–II класів, „відмінні” та „добрі” за станом, „дуже чисті” та „чисті” за ступенем чистоти, що детально висвітлено у роботі [112].

Таким чином, притоки різного порядку р. Південний Буг характеризуються гіршими значеннями екологічного індексу I_1 , ніж головна річка. До найбільш забруднених компонентами сольового складу належать поверхневі води у межах шостої та восьмої ділянок (басейни річок Синюха та Інгул).

5.2. Оцінка якості води за еколого-санітарними показниками

Екологічна оцінка якості поверхневих вод басейну Південного Бугу за блоком еколого-санітарних показників виконувалася за середньорічним та найгіршими значеннями за гідрофізичними – завислі речовини, прозорість, та гідрохімічними показниками – рН, азот амонійний, азот нітритний, азот нітратний, фосфор фосфатів, розчинений кисень, насичення киснем, перманганатна окисненість, біологічне споживання кисню за 5 діб. Проби води відбиралися у місцях розташування комплексних водозаборів на мережі моніторингу Державного комітету України по водному господарству.

Для просторово-часової екологічної оцінки якості вод басейну Південного Бугу побудовані картосхеми розподілу еколого-

санітарних індексів (I_2) за середньорічними та найгіршими значеннями у 1996, 2000 та 2005 рр., що дозволило оцінити динаміку зміни цього показника (рис. 5.5 і 5.6).

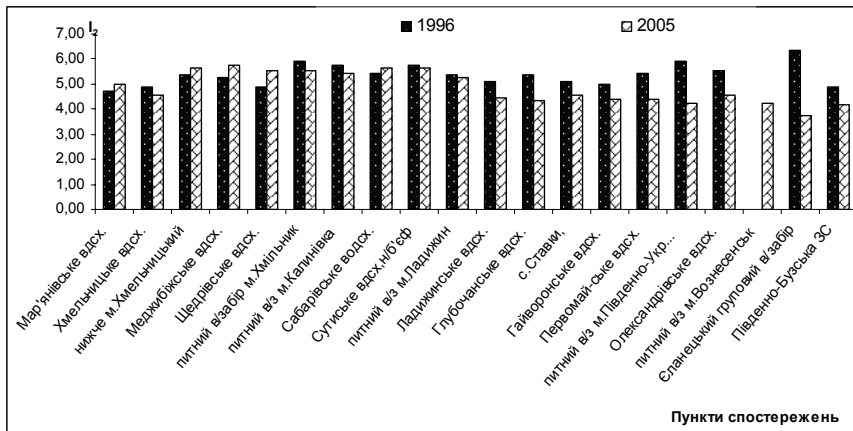


Рис. 5.5. Розподіл еколого-санітарних індексів (I_2) якості води(найгірші значення) за довжиною річки Південний Буг у 1996 та 2005 рр.

Просторовий розподіл найгірших значень блокових індексів (I_2) засвідчив, що якість води безпосередньо Південного Бугу характеризувалася категоріями IV–III класу якості. Як видно з рис. 5.5, найбільші значення індексів (I_2) у 2005 р. спостерігалися у верхній частині річки у межах Хмельницької та Вінницької областей (перша–третя досліджувані ділянки). На відміну від 1996 р., коли найгірші значення блокових індексів (I_2) спостерігалися у нижній течії річки, зокрема, у межах шостої ділянки. У цілому по довжині річки Південний Буг якість води за еколого-санітарними показниками (найгірші значення) у 2005 р. покращувалася від витoku до гирла і характеризувалася 6–4 категоріями IV–III класів якості „брудна”, „посередня” „досить добра” за станом, „брудна”, „помірно забруднена”, „слабко забруднена” за ступенем чистоти [112].

Одним із найбільших підприємств у межах першої ділянки, що негативно впливає на якість води у річці Південний Буг, є КП “Хмельницькводоканал”. У табл. 5.1 представлена динаміка деяких

показників еколого-санітарних критеріїв індексу (I_2) р. Південний Буг – м. Хмельницький та с. Копистин (нижче м. Хмельницький).

Таблиця 5.1. Вплив скидів стічних вод м. Хмельницький (“Хмельницькводоканал”) на формування якості води р. Південний Буг за деякими еколого-санітарними показниками критеріїв (середньорічні значення) у 2002–2005 рр.

№ з/п	Показник, мг/дм ³	р. Південний Буг – м. Хмельницький (Хмельницьке водосховище)				р. Південний Буг – с. Копистин (нижче м. Хмельницький)			
		2002	2003	2004	2005	2002	2003	2004	2005
1	Амоній сольовий	0,67	2,43	1,76	0,51	1,88	4,04	3,79	1,47
2	Нітрити	0,06	0,27	0,46	0,05	0,09	0,98	0,77	0,28
3	Нітрати	3,35	2,56	3,80	2,88	4,68	5,42	9,52	4,08
4	БСК ₅	5,45	6,53	5,08	4,44	7,10	8,38	8,07	6,62

Так, протягом 2002–2005 рр. середньорічна концентрація амонію сольового в районі м. Хмельницький коливалася у межах від 0,51 до 2,43 мг/дм³, нітритів від 0,05 до 0,46 мг/дм³, нітратів від 2,56 до 3,8 мг/дм³ при максимальних значеннях вказаних концентрацій речовин за період з 1996 по 2005 рр. у 10,6 (2003 р.), 10,2 (2002 р.), 14,3 (2003 р.) мг/дм³ відповідно. Середньорічні концентрації амонію сольового нижче м. Хмельницький змінювались у межах від 1,47 до 4,04 мг/дм³, нітритів від 0,09 до 0,98 мг/дм³, нітратів від 4,08 до 9,52 мг/дм³. Тобто, середньорічні концентрації амонію сольового, нітритів та нітратів у р. Південний Буг – с. Копистин (нижче м. Хмельницький) були більші, ніж у районі міста у 1,6–2,8 рази, 1,8–2,1 рази, 1,6–2,5 рази відповідно.

Таким чином, якість води р. Південний Буг у 2005 р. в районі м. Хмельницький за середньорічними еколого-санітарними показниками відповідала 4 категорії якості – „досить добра” за станом, „слабко забруднена” за ступенем чистоти. Натомість, якість води р. Південний Буг за цими показниками нижче скидів стічних вод міста відповідала 5 категорії III класу якості – „посередня” за станом, „помірно забруднена” за ступенем чистоти. За найгіршими значеннями еколого-санітарних критеріїв якість води характеризувалася 5 категорією, III класу якості – „посередня” за станом, „слабко забруднена” за ступенем чистоти (м. Хмельницький) та 6 категорією

IV класу – „погана” за станом, „брудна” за ступенем чистоти (нижче м. Хмельницький) [112].

Проявляється також певний вплив скидів стічних нормативно-очищених вод м. Вінниці (“Вінницяводоканал”) на якість води (не змінюючи її категорії) у Сутиському водосховищі, що розташоване у межах четвертої ділянки (табл. 5.2).

Таблиця 5.2. Вплив скидів стічних вод м. Вінниця (“Вінницяводоканал”) на формування якості води р. Південний Буг за деякими показниками еколого-санітарних критеріїв (середньорічні значення) у 2003–2005 рр.

№ з/п	Показник, мг/дм ³	ГДК, мг/дм ³	р. Південний Буг – питний в/забір м. Вінниця			р. Південний Буг – Сутиське водосховище		
			2003	2004	2005	2003	2004	2005
1	Амоній сольовий	2,6	0,30	0,38	0,77	0,33	0,44	0,84
2	Нітрити	3,3	0,15	0,08	0,10	0,23	0,17	0,14
3	Нітрати	45,0	2,54	3,28	3,00	2,87	4,53	3,95
4	БСК ₅	3,0	5,33	5,85	6,78	5,69	7,28	7,49

Так, у 2005 р. якість води за еколого-санітарними показниками (середньорічні значення) у межах даної ділянки річки відповідала III класу, 4 категорії якості – „досить добра” за станом, „посередня” за ступенем чистоти. Якість води за еколого-санітарними показниками (найгірші значення) IV класу, 6 категорії якості – „погана” за станом, „брудна” за ступенем чистоти.

У цілому по басейну до основних забруднювальних речовин, які погіршують якість води, належать органічні речовини, нітрати, нітрити, фосфати, що потрапляють у водні об’єкти зі стічними водами в основному житлово-комунального господарства. Також для басейну характерні високі показники кольоровості та рН.

Гірша якість води у 1996 р. у межах шостої ділянки басейну Південного Бугу очевидно була пов’язана з впливом скидів стічних вод м. Первомайськ, що чітко простежується на рис. 5.5. Так, якість води за еколого-санітарними показниками за найгіршими значеннями у Первомайському водосховищі (м. Первомайськ) відповідала III класу, 5 категорії якості – „посередня” за станом, „помірно

забруднена” за ступенем чистоти. Натомість у районі питного водозабору м. Південно-Українськ (нижче м. Первомайськ) якість води р. Південний Буг погіршилася і належала до IV класу, 6 категорії якості – „погана” за станом, „брудна” за ступенем чистоти [112].

Таким чином, очевидно, що на погіршення якості води у межах шостої ділянки р. Південний Буг (нижче м. Первомайськ) постійно впливають скиди недостатньо очищених стічних вод господарсько-побутового походження, промислових стічних вод та поверхнево-схилового стоку з сільськогосподарських угідь, що активно удобрюються азотними добривами та іншими агрохімічними речовинами. Також необхідно відзначити, що у межах сьомої ділянки басейну Південного Бугу від м. Первомайськ до с. Олександрівка індекси досліджуваних еколого-санітарних показників якості води зменшуються. На покращення якості води на цій ділянці впливає Олександрівське водосховище, яке сприяє процесу самоочищення річки.

Таким чином, просторово-часовий розподіл еколого-санітарних показників свідчить про наявність постійних джерел забруднення як у верхній (у межах першої та третьої ділянок), так і у нижній частині (у межах шостої ділянки) басейну річки.

Серед приток найбільші значення еколого-санітарних індексів (I_2) у 1996 та 2005 рр. спостерігалися на річках Синюха та Інгул, вода яких належала до III–IV класу, 4–6 категорії якості (рис. 5.6) Так, у районі питних водозаборів м. Первомайськ (р. Синюха) та смт Новий Буг (р. Інгул), що розташовані у межах шостої та восьмої ділянок, якість води у 1996 р. відповідала IV класу, 6 категорії – „погана” за станом, „брудна” за ступенем чистоти. У 2005 р. ситуація дещо покращилася, якість води відповідала III класу, 4–5 категорії – „досить добра” та „посередня” за станом, „слабко забруднена” та „помірно забруднена” за ступенем чистоти.

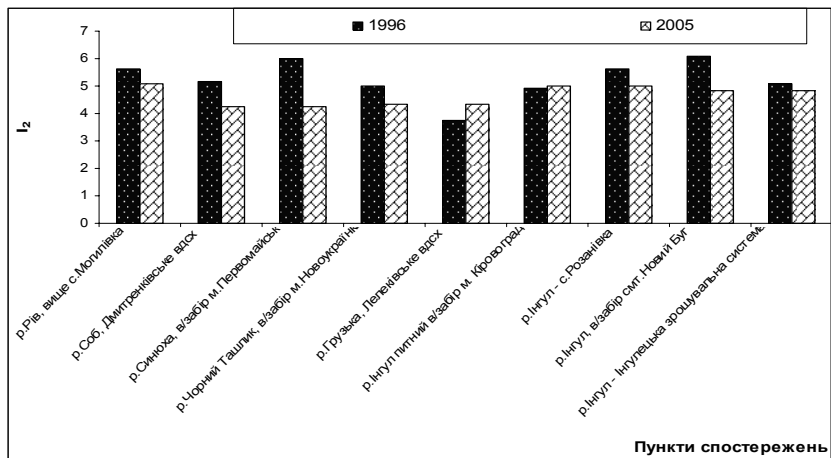


Рис. 5.6. Розподіл еколого-санітарних індексів (I_2) якості води (найгірші значення) на притоках різного порядку р. Південний Буг у 1996 та 2005 рр.

Найбільшим підприємством, яке погіршує якість води р. Інгул, є КП „Кіровоградводоканал”, яке в середньому скидає у річку нижче м. Кіровоград близько 35 млн м³ недостатньо очищених стічних вод.

Вплив господарсько-побутових стічних вод міст на значення гідрохімічних показників детально розглянуто вище (розділ 3.2) та не суперечить висновкам про зміну якості води р. Південний Буг за еколого-санітарними показниками.

Проведений аналіз показав, що води приток різного порядку характеризуються гіршими значеннями еколого-санітарних індексів (I_2) порівняно з водою Південного Бугу. Також, необхідно зазначити, що за рахунок зменшення антропогенного навантаження (скидів забруднювальних речовин) та підвищення самоочисної здатності р. Південний Буг при збільшенні водності, яка простежується протягом останніх років, ситуація з якістю води за еколого-санітарними (середні та найгірші значення) критеріями покращилася (рис. 5.7–5.9). Так, у межах восьмої ділянки у 2005 р. азоту амонійного було скинуто 25 % від загальних скидів по басейну, нітратів і нітритів – 29,2 та 20,8 % відповідно. Натомість у 1990 р. скиди біогенних речовин антропогенного походження склали 100 % – для фосфору загального, 89,8 % – для азоту амонійного, 68,2 та 63,8 – для нітратів

та нітритів. Таким чином, у межах восьмої ділянки за досліджуваний період спостерігається зменшення скидів забруднювальних речовин у 2,3 та 3,6 разу.

У межах шостої ділянки за період з 1990 р. по 2005 р. кількість скидів забруднювальних речовин навпаки зростала. Так, у 1990 р. азоту амонійного було скинуто 10,2 % від загальної кількості по басейну, а вже у 2005 р. цей показник складав 48,1 %, тобто збільшився у 4,4 рази. Для нітратів та нітритів збільшення складало 1,3 та 1,7 рази. Також значні скиди біогенних речовин антропогенного походження у 2005 р. спостерігалися у межах першої ділянки. Їх величина коливалася від 12 до 26 % від загальних скидів по басейну. Натомість у 1990 р. у межах всіх досліджуваних ділянок, крім шостої та восьмої, скиди забруднювальних речовин не зафіксовані [112].

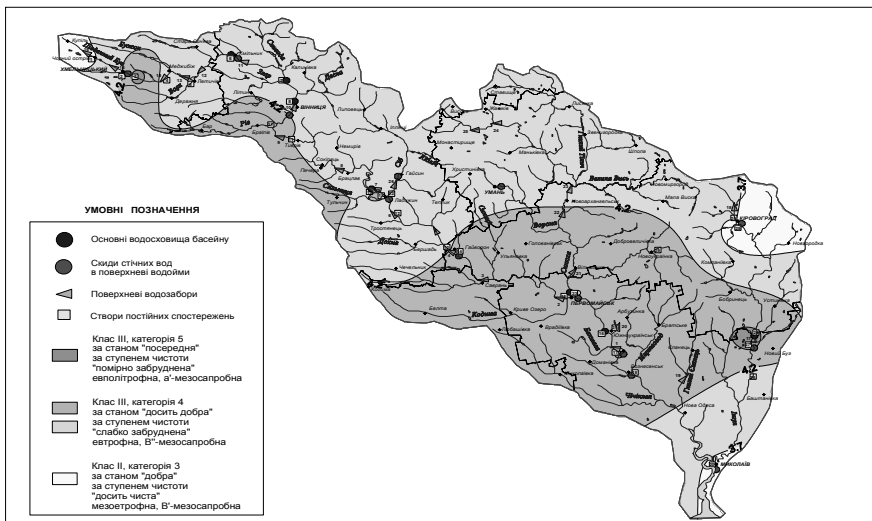


Рис. 5.7. Якість поверхневих вод басейну Південного Бугу за еколого-санітарними критеріями індексу (I_2) (середні значення) у 1996 р.

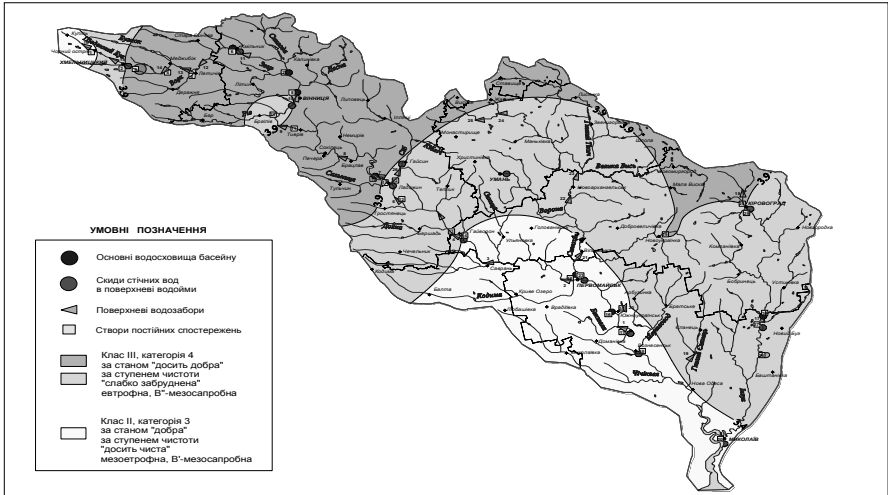


Рис. 5.8. Якість поверхневих вод басейну Південного Бугу за еколого-санітарними критеріями індексу (I_2) (середні значення) у 2000 р.

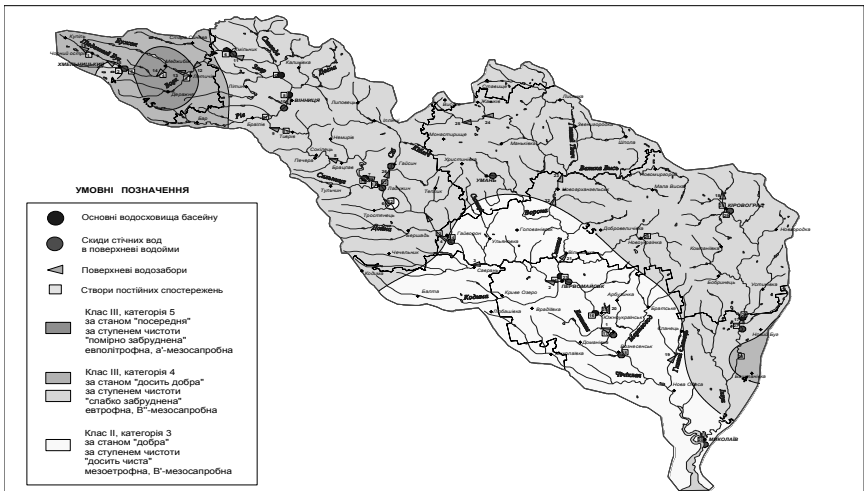


Рис. 5.9. Якість поверхневих вод басейну Південного Бугу за еколого-санітарними критеріями індексу (I_2) (середні значення) у 2005 р.

Таким чином, в останні роки спостерігається покращення якості річкових вод басейну Південного Бугу за еколого-санітарними показниками (I_2) навіть у місцях скидів стічних вод у поверхневі водні об'єкти басейну Південного Бугу. При цьому, найвищі значення зазначеного екологічного індексу приурочені до обласних центрів, великих міст та селищ міського типу, таких як Хмельницький, Вінниця, Кіровоград, Первомайськ, Новий Буг тощо, розташованих у межах першої, третьої, шостої та восьмої ділянок.

5.3. Оцінка якості води за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної та радіаційної дії

Для визначення якості води у басейні Південного Бугу за вмістом специфічних речовин токсичної та радіаційної дії використані наступні показники: специфічні речовини токсичної дії – кадмій, мідь, цинк, хром (загальний), нікель, залізо (загальне), марганець, нафтопродукти, синтетичні поверхнево-активні речовини; специфічні речовини радіаційної дії – стронцій-90, цезій-137.

Для просторово-часової оцінки якості вод басейну Південного Бугу за значеннями цих показників побудовані картосхеми розподілу їх середньорічних та найгірших значень у 1996, 2000 та 2005 рр. (рис 5.10–5.12).

Просторовий розподіл найгірших значень блокових індексів (I_3) засвідчив, що якість води власне Південного Бугу характеризувалася категоріями IV–III класів якості.

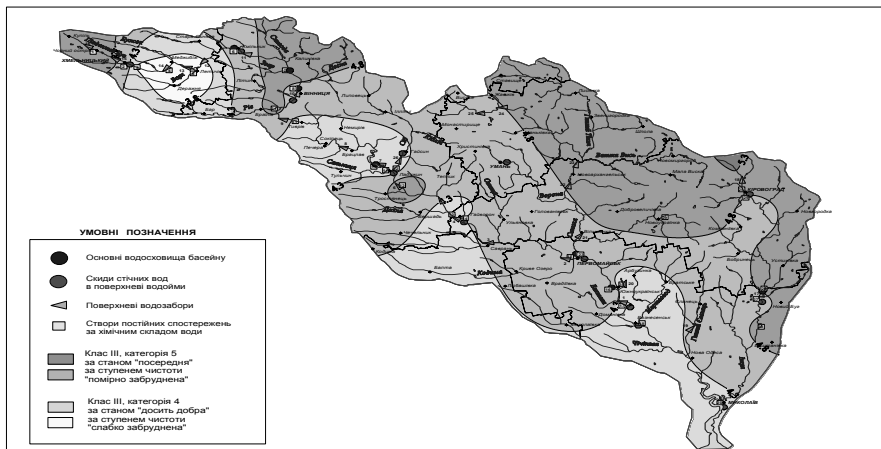


Рис. 5.10. Якість поверхневих вод басейну Південного Бугу за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної та радіаційної дії (I_3) (середні значення) у 1996 р.

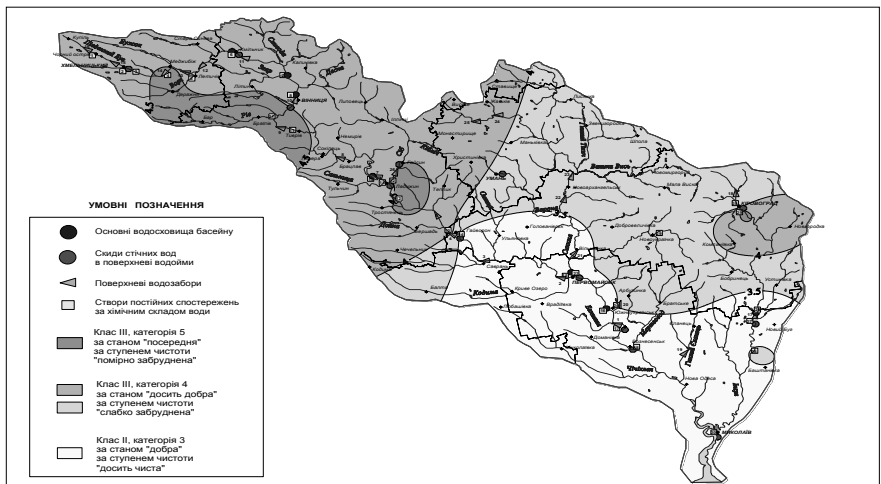


Рис. 5.11. Якість поверхневих вод басейну Південного Бугу за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної та радіаційної дії (I_3) (середні значення) у 2000 р.

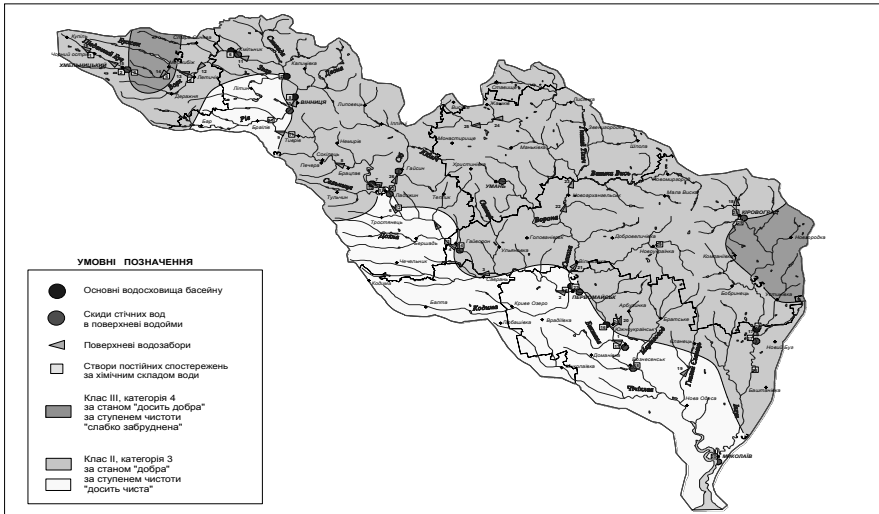


Рис. 5.12. Якість поверхневих вод басейну Південного Бугу за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної та радіаційної дії (I_3) (середні значення) у 2005 р.

Як видно з рис. 5.13, найбільші значення індексів (I_3) у 1996 р. спостерігалися у межах першої-третьої, шостої та восьмої ділянок у районі міст Хмельник, Калинівка, Первомайськ, Південно-Українськ, у Сабарівському і Глубочанському водосховищах та в районі Єланецького групового водозабору, які відповідали 5–6 категорії III–IV класу якості – „посередня” та „погана” за станом, „помірно-забруднена” та „брудна” за ступенем чистоти [112]

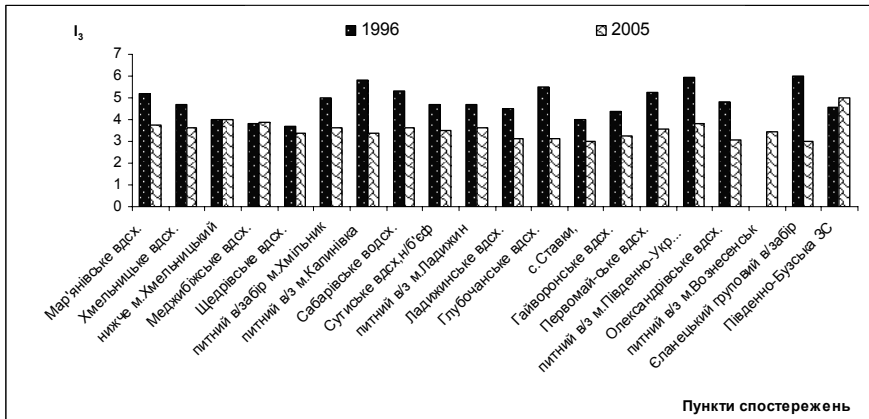


Рис. 5.13. Розподіл критеріїв специфічних речовин токсичної та радіаційної дії індексів (I_3) якості води (найгірші значення) по довжині річки Південний Буг у 1996 та 2005 рр.

Необхідно зазначити, що якість води за вмістом специфічних речовин токсичної та радіаційної дії у 2005 р. (найгірші значення) щодо 1996 р. покращилася і характеризувалася категоріями II–III класу якості. Так, якість води за екологічним індексом (I_3) у районі Ладиминського, Глубочанського, Гайворонського, Олександрівського водосховищ відповідала у 2005 р. II класу, 3 категорії якості – „добра” за станом, „досить чиста” за ступенем чистоти. Натомість, у 1996 р. якість води за блоковим індексом I_3 відповідала категоріям III класу якості. Також важливо, що, як і за еколого-санітарними показниками, значно гірша якість води спостерігається у місцях скидів стічних вод у поверхневі водні об’єкти, особливо в районах скидів стічних вод комунальних підприємств великих населених пунктів, що розташовані у межах першої, третьої, шостої та восьмої ділянок басейну Південного Бугу.

За середньорічними значеннями вмісту специфічних речовин токсичної та радіаційної дії якість води р. Південний Буг у 2005 р. характеризувалася покращенням до гирла річки і відповідала II класу, 3 категорії якості – „добра” за станом, „досить чиста” за ступенем чистоти. Таким чином, за вмістом специфічних речовин токсичної та радіаційної дії якість води безпосередньо р. Південний Буг за період з 1996 по 2005 рр. покращилася і за середньорічними, і найгіршими

значеннями показників індексу (I_3) та відповідала категоріям II–III класу якості.

Серед приток досить високі значення у 1996 р. спостерігалися на всіх досліджених річках басейну Південного Бугу, їх води належали до III–IV класу, 4–6 категорії якості – „досить добрі”, „посередні” та „погані” за станом, „слабко забруднені”, „помірно забруднені” та „брудні” за ступенем чистоти (рис. 5.14). У 2005 р. якість води, порівняно з 1996 р. за досліджуваними критеріями значно покращилась. Так, індекс I_3 у порівнянні зі значеннями у 1996 р. зменшився від 1,3 разу (р. Грузька – Лелеківське водосховище) до 1,8 разу (р. Рів – вище с. Могилівка). Таким чином, якість води за вмістом специфічних речовин токсичної та радіаційної дії на притоках різного порядку р. Південний Буг у 2005 р. характеризувалася II–III класом, 3–4 категорією якості – „добра” та „досить добра” за станом, „досить чиста” та „слабко забруднена” за ступенем чистоти [112].

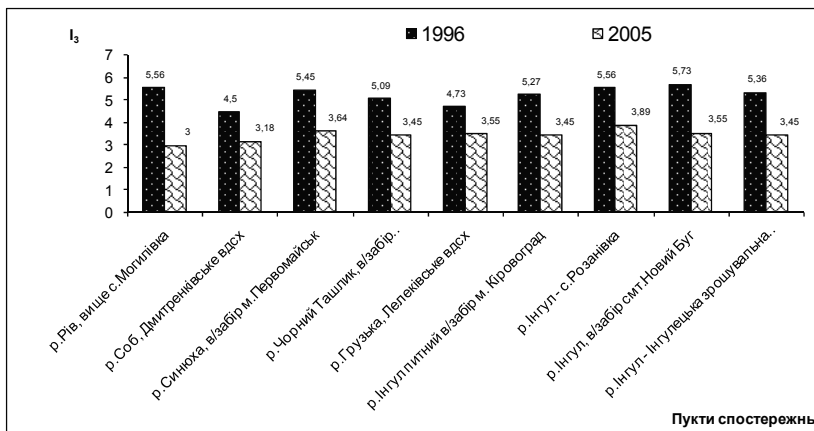


Рис. 5.14. Розподіл критеріїв специфічних речовин токсичної та радіаційної дії індексів (I_3) якості води (найгірші значення) на притоках різного порядку р. Південний Буг у 1996 та 2005 рр.

Відповідно до Водного кодексу України, Державний комітет України по водному господарству контролює якість води за радіоактивними речовинами, зокрема цезієм-137 та стронцієм-90. Радіаційний стан поверхневих вод басейну Південного Бугу контролюється у 16 постійних пунктах спостережень.

У табл. 5.3 представлена узагальнена (значення досліджених показників у окремих пунктах спостережень згруповані у межах області) динаміка радіоактивного забруднення поверхневих вод басейну р. Південний Буг за період з 2003 по 2005 рр.

Як видно з цієї таблиці та рис. 5.15, найбільші значення активності цезію-137 спостерігаються у верхній течії р. Південний Буг у межах першої-четвертої ділянок, що обумовлено, у першу чергу, природним фоном даної місцевості, розташованої у межах розвитку гранітоїдів Українського кристалічного щита [112].

Таблиця 5.3. Динаміка середньорічних показників радіоактивного забруднення (цезій-137, стронцій -90) поверхневих вод басейну р.Південний Буг за 2003–2005 рр. за даними Південно-Бузького басейнового управління водних ресурсів Держводгоспу України [15]

Область	Радіологічні показники					
	Цезій-137, пКі/дм ³			Стронцій-90, пКі/дм ³		
	2003 р.	2004 р.	2005 р.	2003 р.	2004 р.	2005 р.
Хмельницька	0,73-1,96	0,72-1,07	0,76-1,52	-	<2,85-3,69	<2,90-3,82
Вінницька	0,73-1,60	0,73-2,25	0,71-2,65	1,22-4,3	1,33-4,83	1,87-5,52
Кіровоградська	0,10-0,40	0,10-1,22	0,10-0,40	-	-	-
Миколаївська	0,10-0,40	0,10-0,50	0,10-0,40	0,30-1,1	0,30-4,0	0,30-1,3
Допустимий рівень у питній воді	54.00	54.00	54.00	54.00	54.00	54.00

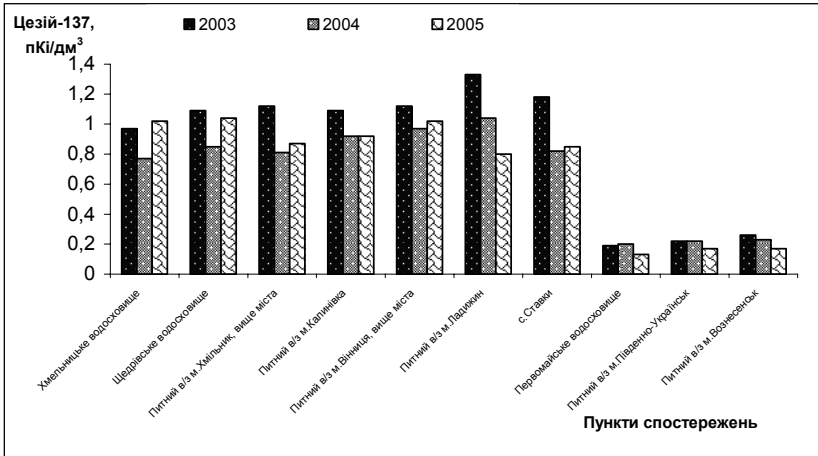


Рис. 5.15. Динаміка радіоактивного забруднення (цезій-137) по довжині р. Південний Буг у 2003–2005 рр.

Важливою рисою, характерною для розподілу цезію-137 по довжині річки, є різке зменшення значення його радіоактивності у нижній течії. Вже у Первомайському водосховищі, біля питних водозаборів м. Южно-Українськ та м. Вознесенськ, які розташовані вище та нижче ПУ АЕС, вміст цезію-137 не перевищує 0,2 пКі/дм³, тоді як у верхній та середній частинах басейну він складає 1,2–0,8 2 пКі/дм³, тобто є більшим у 4–6 разів. Отже, експлуатація трьох блоків ПУ АЕС не впливає на вміст у воді р. Південний Буг досліджених радіонуклідів.

Таким чином, враховуючи те, що відповідно до Державних гігієнічних нормативів „Допустимі рівні вмісту радіонуклідів цезію-137 і стронцію-90 у питній воді” вміст згаданих радіонуклідів не має перевищувати 2 Бк/дм³ (54 пКі/дм³), можна констатувати, що активність досліджуваних радіонуклідів у поверхневих водах басейну Південного Бугу в десятки, а у деяких випадках, у сотні раз нижча за допустимі рівні.

Найвищі значення даного показника приурочені до обласних центрів, великих міст та селищ міського типу, таких як Хмельницький, Вінниця, Кіровоград, Первомайськ, Новий Буг тощо.

Таким чином, у цілому за період з 1996 по 2005 рр. відбулося покращення якості річкових вод за критеріями вмісту специфічних

речовин токсичної та радіаційної дії (I_3) навіть у місцях скидів стічних вод у поверхневі водні об'єкти басейну Південного Бугу [112].

Поліпшення якості річкових вод басейну Південного Бугу, насамперед зумовлене зменшенням загальних обсягів скидів стічних вод різної категорії якості і забруднювальних речовин, а також забору і використання води, що відбулося протягом останніх 15 років. Натомість, незважаючи на значне зменшення антропогенного навантаження на басейн Південного Бугу, необхідно відзначити, що загальна гідроекологічна ситуація залишається достатньо напруженою, зокрема, за рахунок збільшення скидів неочищених стічних вод. Так, найбільші скиди у поверхневі водні об'єкти (2005 р.) забруднювальних речовин токсичної та радіаційної дії зафіксовані у межах першої, шостої та восьмої виділених ділянок. У межах першої ділянки відбувається 100 % скидів цинку та 86 % міді відносно загальної кількості по басейну. Для шостої та восьмої ділянок характерні значні скиди нафтопродуктів та СПАР, що складають 51,5 і 43,2 та 44,6 і 18,9 %, відповідно, від загальних скидів зазначених речовин по басейну Південного Бугу.

Таким чином, найгірша якість води за індексом I_3 спостерігається у межах першої, шостої та восьмої ділянок басейну Південного Бугу, в першу чергу за рахунок значних скидів забруднювальних речовин антропогенного походження, зокрема нафтопродуктів, СПАР, цинку, міді, заліза тощо.

5.4. Інтегральна екологічна оцінка якості води басейну Південного Бугу

Інтегральна екологічна оцінка якості поверхневих вод басейну Південного Бугу виконувалася за середньорічними та найгіршими значеннями інтегральних екологічних індексів (I_E) (рис. 5.16–5.18).

Багаторічний просторовий розподіл середніх та найгірших значень інтегральних індексів (I_E) засвідчив, що якість води безпосередньо Південного Бугу характеризувалася, в основному, 3–4 категоріями II–III класів якості (відповідно „добрі” за станом, „достить чисті” за ступенем чистоти та „задовільні” за станом, „слабко забруднені” за ступенем чистоти). Погіршення якості води річки у пунктах спостережень за хімічним складом води, які розташовані нижче міст, можна прослідкувати в окремі роки. Так, за інтегральним

показником якості води (найгірші значення) погіршення якості води без зміни її категорії спостерігається нижче міст Хмельницький, Хмельник, Вінниця, Кіровоград, Новий Буг тощо.

Аналіз співвідношень I_1 , I_2 , та I_3 свідчить, що найбільший внесок у сумарне забруднення переважної більшості досліджених річкових вод належить еколого-санітарним показникам та специфічним речовинам токсичної та радіаційної дії. Натомість, у межах восьмої ділянки (басейн р. Інгул) у районі Софіївського водосховища, Інгулецької зрошувальної системи, деяких приток р. Синюха та Ташлицькому ВО Південно-Української АЕС (шоста та сьома ділянки) спостерігаються більші значення індексів забруднення компонентами сольового складу.

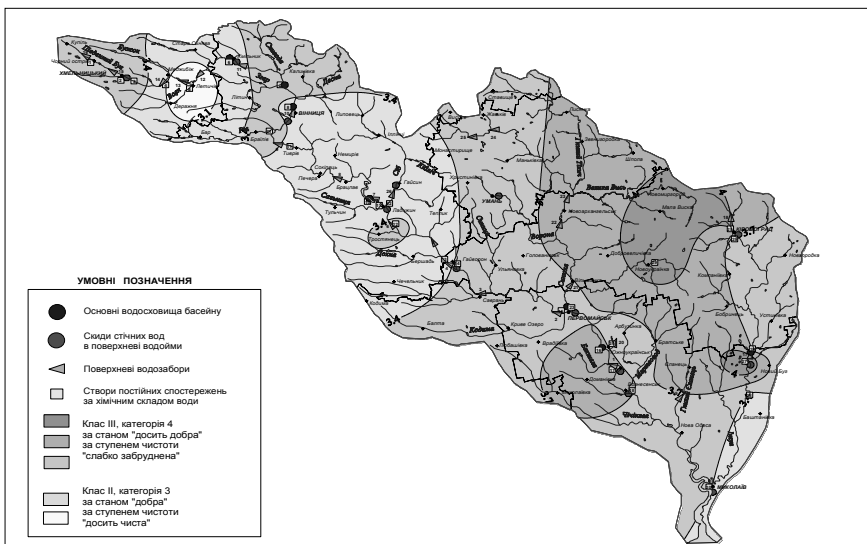


Рис. 5.16. Розподіл інтегральних показників (I_E) якості поверхневих вод басейну Південного Бугу за середньорічними значеннями у 1996 р.

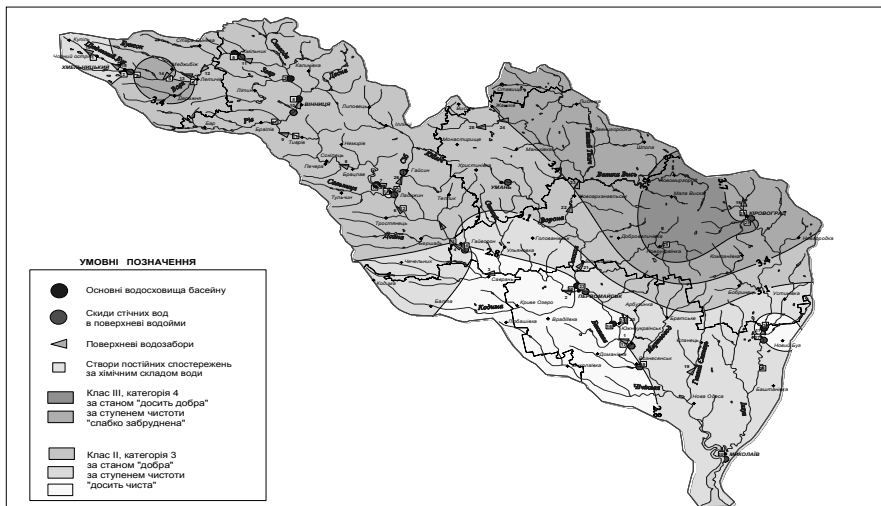


Рис. 5.17. Розподіл інтегральних показників (I_E) якості поверхневих вод басейну Південного Бугу за середньорічними значеннями у 2000 р.

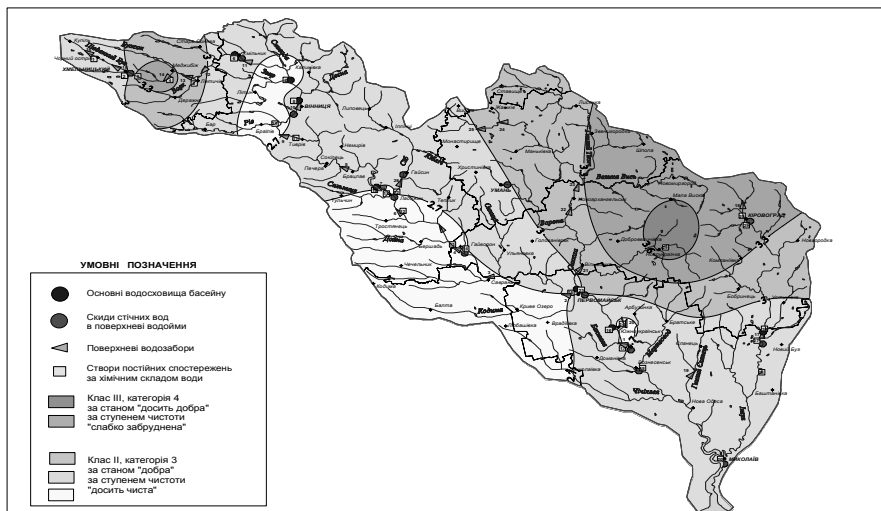


Рис. 5.18. Розподіл інтегральних показників (I_E) якості поверхневих вод басейну Південного Бугу за середньорічними значеннями у 2005 р.

У цілому за досліджений період для всього басейну Південного Бугу спостерігається покращення якості води за інтегральним екологічним індексом (рис. 5.19). Так, за період з 1996 по 2005 роки (середньорічні значення) загальний екологічний індекс якості води для басейну Південного Бугу зменшився у середньому в 1,2 разу.

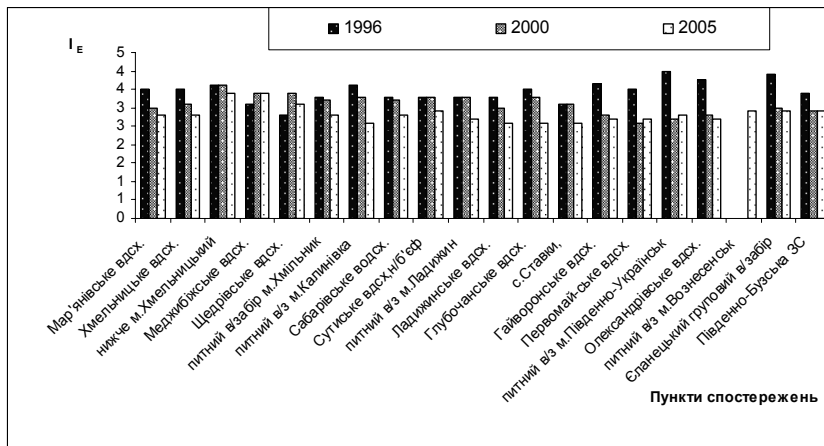


Рис. 5.19. Динаміка якості води р. Південний Буг згідно з середньорічними значеннями інтегрального індексу (I_E) у 1996, 2000 та 2005 рр.

Найменші показники екологічного індексу якості води (I_E) в басейні Південного Бугу в 2005 р. (середньорічні величини) спостерігалися у верхній течії р. Південний Буг (від м. Хмельник до м. Вінниця), середній течії (від м. Ладимин до м. Первомайськ) та Ташлицькому ВО Південно-Української АЕС, тобто у межах третьої-п'ятої ділянок. На цих ділянках вода належала до II класу, 3 категорії – „добра” за станом, та „досить чиста” за ступенем чистоти. Серед приток, до зазначеної категорії можна віднести річки Рів, Згар, Кодима тощо. Натомість найкраща якість води у 1996 р. спостерігалася тільки у верхній течії р. Південний Буг на невеликій ділянці в районі м. Летишів і характеризувалася тією самою категорією якості, але з незначним збільшенням інтегрального екологічного індексу I_E .

Таким чином, за екологічним індексом I_E , якість води в басейні Південного Бугу дещо покращилася, що зумовлено, в першу чергу,

зменшенням антропогенного навантаження. Відносна стабільність екологічної ситуації на території басейну Південного Бугу може суттєво погіршитися, якщо не вжити запобіжних заходів, у разі продовження зростання економіки з відповідним нарощуванням обсягів виробництва в енергетиці, сільському господарстві тощо [38]. До таких заходів можуть бути віднесені наступні: екологічно обгрунтований за водним фактором розвиток економічного потенціалу областей і регіонів, оптимальне поєднання загальнодержавних і регіональних інтересів з урахуванням оцінки сучасного стану водних ресурсів, прогнозування їх зміни у часі та самовідновного потенціалу, запровадження водозберігаючих технологій у різних галузях економіки, еколого-економічна регламентація та управління водокористуванням із наданням безумовного пріоритету збереженню водних ресурсів, підтриманню високого рівня екологічного стану водних джерел з урахуванням етапності проведення ринкових реформ та фінансової спроможності суб'єктів водокористування, будівництво нових очисних споруд тощо.

5.5. Екологічна оцінка якості води у водних об'єктах Південно-Українського енергокомплексу

З метою проведення екологічної оцінки якості води за відповідними категоріями використані моніторингові дані Державного комітету України по водному господарству в пунктах спостережень на Первомайському водосховищі, Олександрівському водосховищі, Ташлицькому ВО Південно-Української АЕС та питному водозаборі м. Южноукраїнськ, що розташовані у межах шостої та сьомої ділянок басейну Південного Бугу, а також матеріали кафедри гідрології та гідроекології Київського національного університету імені Тараса Шевченка та гідрохімічної лабораторії ПУ АЕС.

Дренажні води, що надходять із ВО до р. Південний Буг, як показали відповідні дослідження, за гідрохімічними показниками суттєво не можуть впливати на якість води річки. Так, близькими є концентрації важких металів та забруднювальних речовин, а також величини показників органічної речовини – колірності, перманганатної та біохроматної окиснюваності. У період з 1986 по 1992 рр. у

воді ВО спостерігався менший, порівняно з річкою, вміст біогенних речовин, особливо мінерального фосфору, через їх активне споживання фітопланктоном. Вміст кисню, у середньому, дещо вищим був у ВО, порівняно з річкою – 9,2–10 мг/дм³ та 8,1 – 7,4 мг/дм³ відповідно. Щодо вмісту головних іонів та мінералізації води ВО слід зазначити, що їх значне зростання спричинене тим, що Південно-Українська АЕС розташована на півдні, у степовій зоні, де поверхневі води місцевого стоку належать до сульфатного складу з мінералізацією 2–3 г/дм³. Це видно за хімічним складом струмка Ташлик, який впадає у верхів'я водоймища-охолоджувача Південно-Української АЕС, на відміну від Хмельницької АЕС, що розташована у зоні мішаних лісів, де поверхневі води маломінералізовані, гідрокарбонатно-кальцієві [49].

Екологічна оцінка якості поверхневих вод за відповідними категоріями наведена за середньорічними та найгіршими значеннями показників якості води (додаток В). Так, протягом 1996–2005 рр. за критерієм мінералізації води Ташлицького водоймища-охолоджувача належали за класом та категорією до солонуватих бета-мезогалинних вод. За критерієм забруднення компонентами сольового складу (середньорічні та найгірші значення) у період з 1998 по 2005 рр. вода водоймища-охолоджувача належала до I класу 1 категорії (сухий залишок – 1000–1500 мг/дм³), а у 1996–97 рр. – до II класу 2 категорії якості (сухий залишок – 1501–2000 мг/дм³). У іонному складі переважали сульфати, максимальні значення яких досягали 698 мг/дм³ (1997 р.) при середньобагаторічному значенні 447 мг/дм³. Абсолютні значення вмісту хлоридів за досліджуваний період у воді водоймища-охолоджувача коливалися у межах від 281 (1996 р.) до 125 (2005 р.) мг/дм³ і не перевищували діючих нормативів [87].

Натомість, за критерієм мінералізації вода у р. Південний Буг (Первомайське водосховище, питний водозабір м. Южноукраїнськ та Олександрівське водосховище) належить до прісних гіпогалинних в окремі роки – олігогалинних, вод, тобто вод з мінералізацією до 1000 мг/дм³. За критеріями забруднення компонентами сольового складу (найгірші значення) протягом дослідженого періоду вода характеризувалася 2–3 категорією II класу якості (рис. 5.20). Звертає увагу вирівнювання у 2005 р. індексів I₁ на досліджених постах та більша величина цього показника, порівняно з Первомайським водосховищем, на двох інших пунктах, що є наслідком впливу стічних господарсько-побутових вод м. Первомайськ та роботи ПУ

ЕК. У цілому, за найгіршими значеннями протягом 1996–2005 рр. на досліджуваних постах води були „задовільні” за станом, „слабко забруднені” за ступенем чистоти. В окремі роки у пунктах спостереження – Первомайське водосховище (1998, 2001, 2002, 2003, 2004), Олександрівське водосховище (1998, 2000, 2001) – досліджені води були „добрі” за станом та „досить чисті” за ступенем чистоти [87].

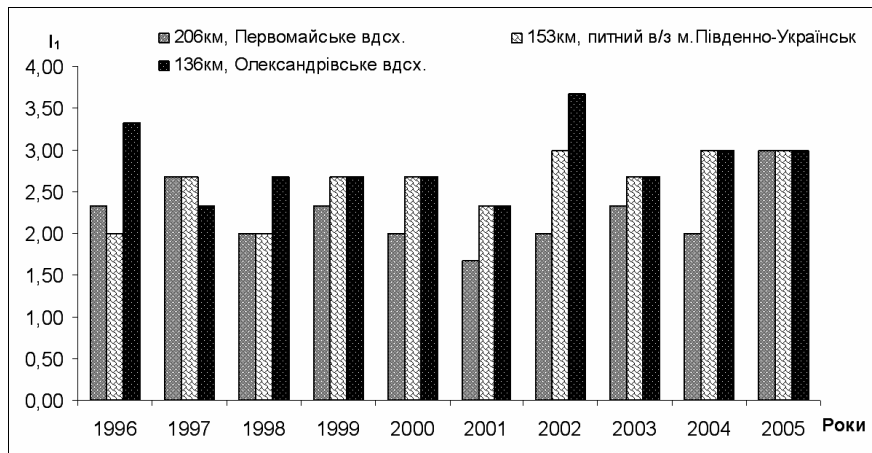


Рис. 5.20. Динаміка найгірших значень якості води індексу I_1 р. Південний Буг (Первомайське водосховище, питний водозабір м. Южноукраїнськ та Олександрівське водосховище) за критеріями забруднення компонентами сольового складу протягом 1996–2005 рр.

При оцінці якості води у водних об’єктах Південно-Українського енергокомплексу за трофо-сапробіологічними (еколого-санітарними) показниками використані наступні з них: гідрофізичні – завислі речовини, прозорість; гідрохімічні – рН, азот амонійний, азот нітритний, азот нітратний, фосфор фосфатів, розчинений кисень, насичення киснем, перманганатна окиснюваність, біологічне споживання кисню за 5 діб. Для визначення якості води за вмістом специфічних та радіологічних показників використані наступні показники: специфічні речовини токсичної дії – кадмій, мідь, цинк, хром (загальний), нікель, залізо (загальне), марганець, нафтопро-

дукти, синтетичні поверхнево-активні речовини; специфічні речовини радіаційної дії – стронцій-90, цезій-137.

Так, за еколого-санітарними показниками та специфічними речовинами токсичної та радіаційної дії (найгірші значення) на Ташлицькому ВО, Первомайському водосховищі (частково) та Олександрівському водосховищі спостерігалися менші значення індексів I_2 та I_3 , які відповідають 4–5 категорії III класу якості – “задовільні” і “посередні” за станом та “слабко забруднені” і “помірно забруднені” за ступенем чистоти. Натомість, на питному водозаборі міста Южноукраїнськ (нижче м. Первомайськ) в окремі роки (1996, 1997) спостерігалась 6 категорія IV класу якості – “погані” за станом та “брудні” за ступенем чистоти, що є наслідком незадовільної роботи очисних споруд м. Первомайськ (рис. 5.21).

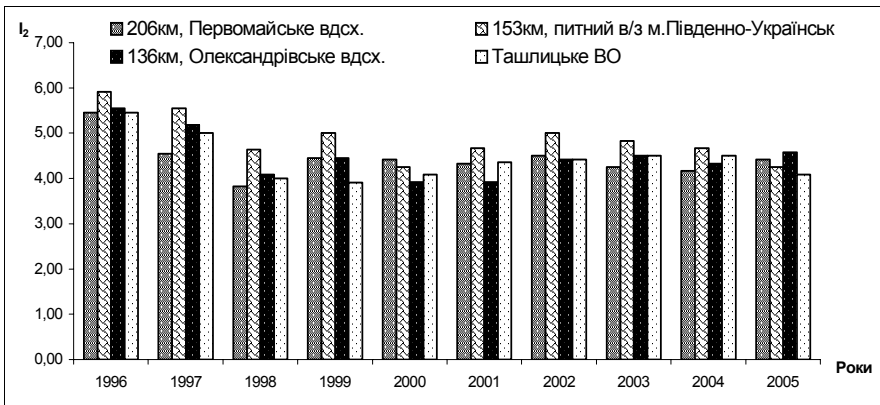


Рис. 5.21. Динаміка найгірших значень якості води індексу I_2 р. Південний Буг (Первомайське водосховище, питний водозабір м. Южноукраїнськ та Олександрівське водосховище) та Ташлицького ВО за трофо-сапробіологічними (еколого-санітарними) критеріями протягом 1996–2005 рр.

За ступенем біологічної продуктивності у більшості випадків досліджуванні водні об’єкти – евтрофні, що зумовлено, головним чином, наявністю у цих об’єктах біогенних речовин, таких як фосфор та азот.

За даними Південно-Бузького басейнового управління водних ресурсів Держводгоспу України максимальні значення вмісту

активності цезію-137 і стронцію-90 у Ташлицькому водоймищі-охолоджувачі Південно-Української АЕС знаходяться нижче контрольних концентрацій, які розроблені Укратоменергопромом і погоджені з органами санітарно-епідеміологічної служби та Мінприроди України у Миколаївській області (табл. 5.4) [30, 31, 92]. Так, протягом дослідженого періоду простежується поступове зниження середньорічної активності стронцію-90 з 1,5 пКі/дм³ (1995 р.) до 0,73 пКі/дм³ (2005 р.). Починаючи з 2001 р./, середньорічна радіоактивність стронцію-90 є практично стабільною, змінюючись у межах від 0,61 до 0,77 пКі/дм³. Середньорічна радіоактивність цезію-137 також є практично стабільною, починаючи з 1997 р., змінюючись у межах від 0,17 до 0,30 пКі/дм³ [87].

Таблиця 5.4. Динаміка максимальних значень показників радіоактивності цезію-137 та стронцію-90 у Ташлицькому водоймищі-охолоджувачі за даними Південно-Бузького басейнового управління водних ресурсів Держводгоспу України у 1999–2005 рр.

Показник	Фактичне максимальне значення, пКі/дм ³							Контрольна концентрація
	1999 р.	2000 р.	2001 р.	2002 р.	2003 р.	2004 р.	2005 р.	
Цезій-137	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	2,7
Стронцій-90	1,5	1,4	1,3	0,8	1,0	1,0	1,3	4,2

Таким чином, згідно з даними радіологічного контролю радіаційна обстановка у Ташлицькому водоймищі-охолоджувачі Південно-Української АЕС знаходиться в межах норми.

Протягом останніх десяти років хімічний склад води Ташлицького ВО за макропоказниками практично не змінювався. Це, в свою чергу, свідчить про екологічно виважений режим експлуатації ВО, який забезпечується необхідною кількістю водних ресурсів р. Південний Буг для проведення режимних “продувок” ВО, що передбачено технічними вимогами експлуатації АЕС [87].

ВИСНОВКИ

1. 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.

2. Розроблений методичний підхід до оцінки впливу господарської діяльності на водні ресурси дав змогу визначити частини (ділянки) басейну Південного Бугу з різною антропогенною навантаженістю та розробити рекомендації стосовно подальшого впровадження басейнового принципу управління водними ресурсами басейну. В рамках стратегії розвитку водного господарства такий підхід дає змогу визначати пріоритетність водокористувачів, приймати оптимальні рішення щодо регламентації водокористування з урахуванням екологічних обмежень, обґрунтовувати адресне спрямування інвестицій у водогосподарську і водоохоронну діяльність.

3. Аналіз просторово-часових змін середньорічних та найгірших значень екологічних індексів (I_1 , I_2 , I_3 , I_E) якості води свідчить, що найгірша якість води спостерігається у межах першої (від витoku до с. Пирогівці – 730 км від гирла), шостої (від с. Підгір'я до м. Первомайськ – 194 км від гирла) та восьмої (нижче с.Олександрівка) ділянок. Погіршення якості води зумовлено скидами забруднювальних речовин антропогенного походження, у першу чергу підприємствами житлово-комунальної галузі. У межах виділених ділянок спостерігаються значні скиди різних забруднювальних речовин – від 14 до 100 % від загальних скидів по басейну.

4. Аналіз водогосподарської діяльності, фактичного і розрахункового об'єму стоку у межах першої (від витoku до с.Пирогівці – 730 км від гирла), другої (від с.Пирогівці до с.Лелетка – 654 км від гирла) та третьої (від с.Лелетка до с.Сабарів – 571 км від гирла) ділянок показує, що за умови максимальних заборів поверхневої води (1990 р.) та розрахункового стоку 90-97% забезпеченості у межах цих ділянок необхідно корегувати режими заповнення рибогосподарських ставків у весняний період (перша та друга ділянки) та ліміти забору і використання води на період літньо-осінньої межени (третья ділянка).

5. Водогосподарську діяльність у межах п'ятої (від с.Тростяничок до с.Підгір'я – 219 км від гирла) ділянки можна віднести до такої, що характеризується низьким рівнем антропогенної навантаженості. У межах ділянки відсутні великі водокористувачі, які можуть суттєво впливати на кількісні та якісні показники водних ресурсів. Тому вона має значний потенціал щодо розвитку різних галузей економіки.

6. Рішення щодо управління водними ресурсами у межах восьмої (нижче с.Олександрівка) ділянки мають полягати у своєчасному корегуванні режиму перекидання стоку з басейну Дніпра водоводами Дніпро-Миколаїв, Дніпро-Кіровоград та Інгулецькою зрошувальною системою.

7. 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 ЛІТЕРАТУРИ

1. Алекин 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. Бондаренко Е.Л. Аналіз функціональних можливостей програмного продукту Surfer для створення цифрових моделей рельєфу // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2003. – Т. 5. – С. 359–364.
6. Василенко О.А., Литвиненко Л.Л., Квартенко О.М. Рациональне використання та охорона водних ресурсів / Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2007. – 246 с.
7. Вернандер Н.Б., Годлин М.М., Самбур Г.Н., Скорина С.А. Почвы УССР. – К.: Гос.изд.-во с/х литературы, 1951. – 264 с.
8. Вишневський В.І. Районування території України за особливостями використання річок // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2003. – Т. 5. – С. 42–49.
9. Вишневський В.І. Річки і водойми України. Стан і використання. – К.: Вінол, 2000. – 376 с.
10. Вишневський В.І., Косовець О.О. Гідрологічні характеристики річок України. – К.: Ніка-центр, 2003. – 324 с.
11. Владимиров А. М. Гидрологические расчеты. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 368 с.
12. Владимиров А. М. Минимальный сток рек СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 214 с.
13. Водне господарство України: сучасний стан та перспективи розвитку / Дорогунцов С.І., Хвесик М.А., Головинський І.Л. та ін. – К.: РВПС України НАН України, 2002. – 56 с.
14. Водне господарство в Україні / За ред. А.В.Яцика, В.М.Хорєва. – К.: Генеза, 2000. – 456 с.
15. Водний кодекс України (із змінами і доповненнями, внесеними Законом України від 21.09.2000 р. № 1990-111). – 38 с.
16. Геоморфология Украинской ССР. Под ред. И.М. Рослого. – К.: “Вища школа”, 1990. – 287 с.

17. Герасимчук З.В., Мольчак Я.О., Хвесик М.А. Еколого-економічні основи водокористування в Україні / Навчальний посібник. – Луцьк: Надстир'я, 2000. – 364 с.
18. Гідролого-гідрохімічна характеристика мінімального стоку річок басейну Дніпра / В.К. Хільчевський, І.М. Ромась, М.І. Ромась та ін.; За ред. В.К. Хільчевського. – К.: Ніка-Центр, 2007. – 184 с.
19. Гидрогеология СССР. Украинская ССР/Под ред. Ф.А. Руденко. – М.: Недра, 1971. – Т.5. – 614 с.
20. Гидрологические и водно-балансовые расчеты / Под ред. Н.Г. Галущенко. – К.: Вища школа, 1987. – С.172-225.
21. Гидрохимическое картирование с применением вероятностно-статистических методов / Под общей ред. Пелешенко В.И. – К.: Вища школа, 1979. – 100 с.
22. Гордеев В.В. Новая оценка поверхностного стока растворенных и взвешенных веществ в океан. // Докл. АН СССР, 1981. – т. 261. – №5. – С. 122–123.
23. Горев Л.Н., Никаноров А.М., Пелешенко В.И. Региональная гидрохимия. – К.: Вища школа, 1989. – 280 с.
24. Горев Л.Н., Пелешенко В.И. Методика гидрохимических исследований. –К.: Вища школа, 1985. – 215 с.
25. Горев Л.М., Пелешенко В.І., Хільчевський В.К. Гідрохімія України. – К.: Вища школа, 1995. – 307 с.
26. Горошков И. Ф. Гидрологические расчеты. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 431 с.
27. ГОСТ 27065-86. Качество вод. Термины и определения.
28. Гребінь В.В. Гідролого-гідрохімічне районування: історія та сучасний стан // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2001. – Т. 2. – С. 83–93.
29. Данилишин Б.М., Дорогунцов С.І., Міщенко В.С. Природно-ресурсний потенціал сталого розвитку України.- К.: РВПС, 1999. – 716 с.
30. Державні гігієнічні нормативи. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів 137 Cs і 90 Sr у продуктах харчування та питній воді (ДР-97).
31. Державні гігієнічні нормативи. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97), Київ, 1997.
32. 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.

33. Закон України “Про Загальнодержавну програму розвитку водного господарства”. Прийнятий 17 січня 2002 року. № 2988-III.
34. Закорчевна Н.Б. Еколого-економічні проблеми водокористування в басейні Південного Бугу // Економіка природокористування і охорони довкілля. – Київ: РВПС України НАН України. – 1999. – С. 153–162.
35. Закорчевна Н.Б. Еколого-економічна оцінка водогосподарського комплексу басейну Південного Бугу // Водне господарство України. – 1998. – № 5–6. – С. 153–162.
36. Закорчевна Н.Б. Проблеми водокористування в басейні Південного Бугу // Матеріали семінару “Екологія та здоров’я жінок і молоді” – К. – 1998. – С. 24–31.
37. Закорчевна Н.Б. Проблеми сталого розвитку ВГК Південного Бугу // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції “Суспільно-географічні проблеми розвитку продуктивних сил України” – К. – 1999. – Вип. 5. С. 20–21.
38. Закорчевна Н.Б. Проблеми сталого розвитку водогосподарського комплексу басейну Південного Бугу // Економіка природокористування і охорони довкілля. Зб. Наук. Праць РВПС України НАН України. – К., 2000. – С. 17– 23.
39. Закревський Д.В. Про залежність хімічного складу води від витрат річки // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2002. – Т. 3. – С. 185–188.
40. Зенин А.А., Белоусова Н.В. Гидрохимический словарь. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 239 с.
41. Знаменский В.А. Гидрологические процессы и их роль в формировании качества воды. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 248 с.
42. Інформаційні дані державної статистичної звітності про використання водних ресурсів в Україні за формою 2ТП-Водгосп.
43. Каталог річок України / Г.І. Швець, Н.І. Дрозд, С.П. Левченко. – К.: АН України, 1957. – 192 с.
44. Клімат України / За ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. – К.: Вид-во Раєвського, 2003. – 343 с.
45. Коненко Г.Д. Гідрохімія ставків і малих водосховищ України. – К.: Наукова думка, 1971. – 311 с.
46. Концептуальні основи сталого розвитку водогосподарського комплексу України / С.І.Дорогунцов, М.А.Хвесик, В.І.Банних та ін. – К., 1996. – С. 53.

47. Корж В.Д. Геохимия элементного состава гидросферы. – М.: Наука, 1991. – 243 с.
48. Корнеев А.Н., Фарберов В.С., Корнеева Л.А. К вопросу о комплексном использовании природных ресурсов при создании водохранилищ тепловых и атомных электростанций // Влияние водохранилищ ГЭС на хозяйственные объекты и природную среду. – Л.: Гидрометеоздат, 1980. – С. 39 – 42.
49. Кошелева С.И., Гайдар Е.М. Химический состав и качество воды Ташлыкского водохранилища-охладителя Южно-Украинской АЭС // Гидробиолог. журн. – 1990. – № 5. – С. 94–99.
50. Кузин П.С., Бабкин В.И. Географические закономерности гидрологического режима рек. – Л.: Гидрологоиздат, 1979. – 200 с.
51. Левковский С.С. Водные ресурсы Украины. Использование и охрана. – К.: Вища школа, 1979. – 200 с.
52. Левковский С.С. Комплексное использование и охрана водных ресурсов СССР. – Киев: Вища школа, 1982. – 224 с.
53. Левківський С.С., Падун М.М. Рациональне використання і охорона водних ресурсів: Підручник. – К.: Либідь, 2006. – 280 с.
54. Лысенко К.А. Минимальный сток рек Украины и Молдавии // Тр. УкрНИГМИ. – 1965. – Вып. 64. – С. 143–154.
55. Маков К.И. О гидрогеологических условиях подземного питания рек УССР. – К.: Геологічний журнал, т. VI, 1938. – С. 8–17.
56. Маковский Э.Э., Волчкова В.В. Автоматизированные автономные системы трансформации неравномерного стока. – Фрунзе: Илим, 1981. – 378 с.
57. Малі річки України. Довідник / За ред. А.В. Яцика. – К.: Урожай, 1991. – 296 с.
58. Маринич О.М., Ланько А.І., Щербань М.І., Шищенко П.Г. Фізична географія Української РСР. – К.: Вища школа, 1982. – 207 с.
59. Материалы по типизации рек Украинской ССР. Т. II. Гидрографические характеристики рек Украинской ССР / Н.И. Дрозд. – К.: Изд-во АН УССР, 1953. – 349 с.
60. Методика картографування екологічного стану поверхневих вод України за якістю води. – К.: Символ-Т, 1998. – 48 с.
61. Нахшина Е.П. Микроэлементы в водохранилищах Днепра. – К.: Наук. думка, 1983 – 158 с.

62. Нежиховский Р.А. Руслловая сеть бассейна и процесс формирования стока воды. – Л.: Гидрометеоздат, 1971. – 474 с.
63. Никаноров А.М. Гидрохимия. – Л.: Гидрометеоздат, 1989. – 351 с.
64. Основні показники використання вод в Україні за 2001–2003 рр. – К.: Держводгосп України, вип. 23, 2004. – 68 с.
65. Паламарчук М.М., Загорчевна Н.Б. Водний фонд України. Довідковий посібник / За ред. В.М. Хорєва, К.А. Алієва. – К.: Ніка-Центр, 2001. – 392 с.
66. Паламарчук М.М., Загорчевна Н.Б. Басейновий принцип управління як фактор збалансованого розвитку водного господарства.// Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції “Суспільно-географічні проблеми розвитку продуктивних сил України” – К. – 1999. Вип. 4. – С. 37–39.
67. Пелешенко В.І. Фізико-географічне районування території як основа її гідрохімічного вивчення // Фізична географія та геоморфологія. – 1976. – Вип. 16. – С. 87–96.
68. Пелешенко В.И., Ромась Н.И. Применение вероятностно-статистических методов для анализа гидрохимических данных: Учеб. пособие. – К.: 1977. – 65 с.
69. Пелешенко В.И., Ромась Н.И., Закревский Д.В. и др. Гидрохимия поверхностных вод УССР в условиях антропогенного воздействия // Современные проблемы региональной и прикладной гидрохимии. – Л.: Гидрометеоздат, 1987 – С. 140–151.
70. Пелешенко В.І., Хільчевський В.К. Загальна гідрохімія. – К.: Либідь, 1997. – 384 с.
71. Підліснюк В., Алієв К., Стефановська Т. Україна та Рамкова водна Директива ЄС К.: КМ Академія – 2002 – С.43
72. Попов Е.Г. Гидрологические прогнозы. - Л.: Гидрометеоздат, 1979. – 256 с.
73. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеоздат, 1984. – 448 с.
74. Природа Украинской ССР. Почвы. - К.: Наукова думка, 1986. – 216 с.
75. Природа Украинской ССР. Климат / Бабиченко В.Н., Барабаш Н.Б. и др. –К.: Наукова думка, 1984. – 165 с.
76. Проблемы рационального использования водных ресурсов // Гидротехника и мелиорация. – 1980. - №11. – С. 24–25.

77. Прыткова М.Я., Широков В.М. Влияние малых водохранилищ и прудов на гидрологический режим водотоков и прилегающую территорию // Водные ресурсы. – 1992. – №5. – С. 138–135.
78. Рациональное использование водных ресурсов: Учеб. пособие С.В. Яковлев, И.В.Прозоров, Е.Н.Иванов, И.Г.Губий. – М.: Высшая школа, 1991. – С.400
79. Рождественский А. В., Чеботарев А. И. Статистические методы в гидрологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 424 с.
80. Романенко В.Д., Жулинський В.М., Оксіюк О.П. та ін. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями – К.: Символ. – 1998. – 28 с.
81. Ромась І.М. Картографування модулів мінімального стоку річок басейну Дніпра (в межах України) // Картографія та вища школа. – 2003. – Вип. 9 – С. 104-108.
82. Ромась І.М., Хільчевський В.К. Особливості картографування гідролого-гідрохімічних характеристик водного стоку із застосуванням геоінформаційних систем // Тези доп. ІХ з'їзду Укр. геогр. тов. – К.: Обрії, 2004. – Т. 4 – С. 156–157.
83. Ромась М.І. Гідрохімія водних об'єктів атомної і теплової енергетики – К.: ВПЦ „Київський університет”, 2002. – 532 с.
84. Ромась М. І., Дезірон О.В., Чунарьов О.В. Прогноз мінералізації води у водних об'єктах Південно-Українського енергокомплексу при пуску Ташлицької ГАЕС // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: 2005. – Т.8 – С. 216.
85. Ромась М.І., Шевчук І.О., Чунарьов О.В., Ромась І.М. До методики визначення мінімальних витрат води річок різної забезпеченості // Фізична географія і геоморфологія. – 2003. – Вип. 44. – С. 221-227.
86. Ромась М.І., Чунарьов О.В., Шевчук І.О., До визначення антропогенної складової іонного стоку річки Південний Буг // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія 2007. – Т. 12. – С. 118 – 123.
87. Ромась М.І., Чунарьов О.В. Особливості водокористування та гідроекологічні умови водних об'єктів Південно-Українського енергокомплексу // Вісник Харківського національного Університету імені В.Н. Каразіна - 2007 – № 758. – С. 53.
88. Ромась М.І., Чунарьов О.В. Про вплив Південно-Української АЕС на водний стік р.Південний Буг // Тези доповідей Другої Всеукраїнської наукової конференції «Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія» - К. – 2003. – С. 70–71.

89. Ромась М.І., Чунар'юв О.В., Про вплив Південно-Українського енергокомплексу на водний стік р. Південний Буг. // Наук. праці УКРНДГМІ – 2003. – ВИП. 251. С. 27-32.
90. Ромась М.І., Чунар'юв О.В. Про вплив Південно-Українського енергокомплексу на стік р. Південний Буг // Тези ІХ з'їзду Українського географічного товариства України: Т.ІІІ. – К. – 2004 – Т.3. – С. 259–260.
91. Руденко Ф.А. Гідрогеологія Української РСР. – К.: Вища школа, 1972. – 174 с.
92. Руководство по контролю качества водных ресурсов в системе Госводхоза Украины.- УНИИВЭП. - К.: 1991.- 107 с.
93. Руководство по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. –111 с.
94. СанПиН № 4630-88. Санитарные правила и нормы. Охрана поверхностных вод от загрязнения.
95. Собонович Э.В., Ольштынський С.П. Геохимия техногенеза. - К.: Наукова думка , 1991-С. 228.
96. Современные проблемы региональной и прикладной гидрохимии / Под ред. А.А.Зенина, А.М. Никанорова. - Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 240 с.
97. Содержание микроэлементов в почвах Украинской ССР / Под ред. П.А.Власюка. - К.: Наукова думка, 1964.-С. 295.
98. Справочник по водным ресурсам / Под ред. Б.И. Стрельца. – К.: Урожай, 1987. – С. 304.
99. Сташук В.А. Еколого-економічні основи басейнового управління водними ресурсами. – Дніпропетровськ: ВАТ „Видавництво „Зоря”, 2006. – 480 с.
100. Сташук В.А. Основні напрями поліпшення, збереження, відтворення та раціонального використання водних ресурсів // Водне господарство України. – К.: 2004; № 3-4. – С.4-8.
101. Строительные нормы и правила. Определение расчетных гидрологических характеристик: СНиП 2.01.14-83: Утв. Госстроем СССР. – М.: Стройиздат, 1985. – 36 с.
102. Фащевский Б.В. Основы рационального использования водных ресурсов при количественном истощении речного стока // География и природные ресурсы. –1983. –N 3. –С. 28-35
103. Філіпенко Л.А. Довгострокове планування водокористування // Меліорація і водне господарство. - 2004. - Вип.91. - С.63-73.

104. Физико-географическое районирование Украинской ССР / Под ред. В.П. Попова и др. – К.: Изд-во Киев. ун-та, 1968. – С. 684.
105. Хвесик М.А., Яроцька О.В. Управління водними ресурсами України. – К.: РВПС України НАН України, 2004. – С. 53.
106. Хільчевський В.К. До питання про класифікацію природних вод за мінералізацією // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2003. – Т. 5. – С. 11-18.
107. Хільчевський В.К., Ромась М.І. Чунарьов О.В. Південний Буг – водогосподарська діяльність у басейні та оцінка впливу Південно-Української АЕС на водні ресурси // Гідрологія, гідрохімія, гідро екологія – 2006. – Том 10. – С. 58 – 65.
108. Хільчевський В.К., Савицький В.М., Хільчевська І.Г. Чунарьов О.В. Про вимоги до моніторингу вод згідно основних положень Водної Рамкової Директиви Європейського Союзу // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія – 2005. – Том 7. – С. 54 – 68.
109. Чіппінг Г.О., Лисенко К.А. Річний та мінімальний стік на території України. – К.: Вид-во АН УРСР, 1959. – 146 с.
110. Чунарьов О.В. Формування витрат води р.Південний Буг // Молоді науковці – географічній науці: Зб.Тез Міжнар.конф. К.: ВГЛ “Обрії”, 2004 – С. 92– 93.
111. Чунарьов О.В. Оцінка впливу господарської діяльності на водоресурний потенціал басейну Південного Бугу // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія - К.: ВГЛ “Обрії”, 2007. – Том 12. – С. 114 – 122.
112. Чунарьов О.В. Екологічна оцінка якості річкових вод басейну Південного Бугу за відповідними категоріями // Гідрологія, гідрохімія, гідро екологія – 2007. – Том 13. – С. 158 – 165.
113. Чунарьов О.В., Ромась М.І. Вплив водоймища-охолоджувача Південно-Української АЕС на кількісні і якісні характеристики р. Південний Буг // Екологічні проблеми регіонів України. Матеріали V Всеукраїнської наук. студ. конф. - Одеса: ОДЕКУ, 2003. – С. 175-178.
114. Чунарьов О.В., Ромась І.М. Порівняльний аналіз методів розрахунку витрат води різної забезпеченості // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2004. –Т. 6. – С. 39-46
115. 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.
116. Чунарьов О.В., Ромась М.І., Хільчевський В.К., Водогосподарська обстановка в басейні р.Південний Буг та вплив на неї Південно-Українського енергокомплексу // Меліорація і водне господарство. – 2006. – Випуск 93-94. – С.63-69.
117. Шерешевский А.И., Шулипенко Т.Ф. Оценка влияния хозяйственной деятельности на сток средних рек Украины // Тр. УкрНИИ Госкомгидромета. – 1986. – Вып. 211. – С. 36-46
118. Шерешевський А.І., Синицька Л.К. Випаровування з водної поверхні на території України // Тези Другої Всеукр. наук. конфер. «Гідрологія, гідрохімія і гідро екологія» – 2002. – Т. 3. – С. 65-71
119. Шикломанов И.А. Влияние хозяйственной деятельности на речной сток. –Л.: Гидрометеоиздат, 1989. – 335 с.
120. Щорічники Державного водного кадастру України за 1990-2005 рр. Частина 3 “Водокористування”. – Київ: ВАТ “Укрводпроект”.
121. Яцик А.В., Бабич М.Я. Водогосподарсько-екологічне районування України // Водне господарство України. – К.: 2000, № 1-2. – С.12-14.
122. Яцик А.В. Водогосподарська екологія. - К.: Генеза, 2004. – Т.3. – Кн.5. – 496 с.

АВТОРСЬКИЙ КОЛЕКТИВ

ХІЛЬЧЕВСЬКИЙ Валентин Кирилович – завідувач кафедри гідрології та гідроекології географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка, яку закінчив у 1976 р., доктор географічних наук, професор, академік АН вищої освіти України, почесний працівник Гідрометслужби України. Керівник та учасник низки національних і міжнародних науково-дослідних проектів, експедиційних гідролого-гідрохімічних досліджень на Шацьких озерах, в басейнах річок України. Брав участь у дослідженнях на водних об'єктах Південно-Української АЕС та Смоленської АЕС (Росія). Проходив наукове стажування і читав лекції в Бухарестському університеті (Румунія, 1988-1989 рр.). Вивчав річки Південних Карпат, Трансільванії, гирло Дунаю та прилеглої акваторії Чорного моря. Сфера наукових інтересів – регіональна гідрохімія і гідрологія, якість води для водопостачання, методичні питання гідроекології. Науковий керівник науково-дослідної лабораторії гідроекології та гідрохімії. Відповідальний редактор наукового збірника «Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія», голова спецради по захисту докторських дисертацій. Член редколегії «Екологічної енциклопедії» (2006-2008 рр.), співавтор карт з якості поверхневих вод в «Гидрохимическом атласе СССР» (1990 р.) і «Національному атласі України» (2007 р.). Має понад 230 наукових праць, в т.ч. 15 монографій, 16 підручників і навчальних посібників.

ЧУНАРЬОВ Олексій Васильович – начальник управління Державного комітету України по водному господарству (з 2009 р.), з 2007 р. викладає також на кафедрі гідрології та гідроекології Київського національного університету імені Тараса Шевченка, яку закінчив у 2004 р., кандидат географічних наук. У 2008 р. захистив дисертацію, присвячену оцінці впливу господарської діяльності на кількісні та якісні показники водних ресурсів р.Південний Буг, дослідженню гідрохімічного та гідрологічного режимів річок даного басейну. Брав участь в експедиційних

дослідженнях на річках та водосховищах басейну Південного Бугу та Дніпра. Займається оцінкою водоресурсного потенціалу та якості поверхневих вод на басейновій основі. Веде активну роботу щодо залучення громадськості до прийняття управлінських рішень з питань раціонального використання, відтворення та охорони водних ресурсів, меліорації земель тощо. Має понад 20 наукових праць, в т.ч. 1 монографію та 1 навчально-методичну розробку.

РОМАСЬ Микола Іванович – завідувач науково-дослідної лабораторії гідроекології та гідрохімії географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка (з 2001 р.), доктор географічних наук. Закінчив кафедру гідргеології та інженерної геології геологічного факультету університету в 1970 р. Працював у тресті «Київгеологія». В університеті працює з 1972 р. Керівник багатьох бюджетних і госпдоговірних науково-дослідних тем. Наукові дослідження присвячені питанням регіональної гідрохімії, хімічного складу атмосферних опадів, якості води водоймищ-охолоджувачів АЕС і ТЕС. Виконував експедиційні дослідження на осушувальних системах Українського Полісся, Шацьких озерах; водних об'єктах в районах усіх українських АЕС (в тому числі Чорнобильської АЕС – до і після аварії 1986 р.) та Смоленської АЕС (Росія). Співавтор карт хімічного складу поверхневих вод України в «Гидрохимическом атласе СССР» (1990 р.). Член спецрад по захисту докторських дисертацій. Має понад 150 наукових і навчально-методичних праць.

ЯЦЮК Михайло Васильович – заступник Голови Державного комітету України по водному господарству (з 2009 р.), кандидат географічних наук. З 1997 р. працює на різних посадах в системі Держводгоспу України. У 2001 р. захистив дисертацію, присвячену питанням якості води басейну Самари. Викладав також протягом 2001-2006 рр. у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка на кафедрі гідрології та гідроекології, яку закінчив у 1995 р. Займається оцінкою стану водних ресурсів та якості води водних об'єктів України. Вивчав річки басейну Карпат,

Дністра, Прип'яті, Самари, Південного Бугу, Інгульця, Лени (Росія). У 2001 пройшов стажування у Датському гідрологічному інституті з питань моделювання та прогнозування формування гідрологічного режиму річок під впливом кліматичних факторів. Бере активну участь у науковому забезпеченні функціонування водного господарства, зокрема, науковому обґрунтуванню управління водними ресурсами за басейновим принципом, виконанні державних цільових комплексних програм. Має понад 20 наукових праць, в т.ч. 1 монографію, 4 підручники та навчальні посібники.

БАБИЧ Микола Якович – заступник Голови Державного комітету України по водному господарству. Займається питаннями охорони та комплексного використання водних ресурсів. Закінчив Український інститут інженерів водного господарства в 1971 р. Працює в системі Держводгоспу України з 1971 р., з 1993 р. – начальник управління комплексного використання водних ресурсів, з 2003 р. – заступник Голови. Працював над розробкою Водного кодексу України (1995 р.) і 40 підзаконних актів до нього. В 1999 р. проходив стажування з питань управління водними ресурсами в Міністерстві охорони навколишнього середовища Франції. Здійснює керівництво Міжвідомчою комісією з питань встановлення оптимальних режимів роботи водосховищ, що розташовані на річці Південний Буг та інших великих річках країни. Бере активну участь у створенні захисного протипаводкового комплексу в Карпатському регіоні, є уповноваженим Кабінету міністрів України по виконанню угод по співпраці на прикордонних водах з Молдовою і Румунією. Активно реалізує заходи щодо переходу України на басейновий принцип управління водними ресурсами, створення басейнових рад. Має понад 20 наукових праць.

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.
ISBN 978-966-521-516-5

У монографії розглядаються питання загального впливу господарської діяльності на водні ресурси Південного Бугу, окремо – Південно-Українського енергокомплексу. Охарактеризовано гідрологічний та гідрохімічний режими річок басейну, антропогенна складова їх іонного стоку. Наведена екологічна оцінка якості вод.

УДК 556.530.2
ББК 26.222

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

ХІЛЬЧЕВСЬКИЙ Валентин Кирилович
ЧУНАРЬОВ Олексій Васильович
РОМАСЬ Микола Іванович
ЯЦЮК Михайло Васильович
БАБИЧ Микола Якович

**ВОДНІ РЕСУРСИ ТА ЯКІСТЬ РІЧКОВИХ ВОД
БАСЕЙНУ ПІВДЕННОГО БУГУ**

За редакцією В.К. Хільчевського

Коректор О.С.Петренко
Оригінал-макет авторів

Підписано до друку 12.10.2009. Формат 60x84/16.

Папір офсетний. Умовн. друк. арк. 10,67.

Наклад 300 пр. Зам. № 4160.

Видавництво «Ніка-Центр». 01135, Київ-135, а/с 192;
т./ф. (044) 39-011-39; e-mail:psyhea@i.com.ua.ua, servic57@i.com.ua

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи ДК №1399 від 18.06.2003

Віддруковано у ТОВ «Аспект-Поліграф»
16610, Чернігівська обл., м.Ніжин, вул.Шевченка, 109-а.
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи ДК №1115 від 12.11.2002