

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет лісового господарства та екології  
Кафедра екологічної безпеки  
та економіки природокористування

Кваліфікаційна робота  
на правах рукопису

Ковальчук Артем Юрійович

УДК 504.453

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

Екологічна оцінка якості води р. Тетерів в результаті скиду поверхневого стоку  
з міських територій м. Житомир

183 «Технології захисту навколишнього  
середовища»

Подається на здобуття освітнього ступеня «Магістр»  
кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання  
ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне  
джерело

\_\_\_\_\_ **А. Ю. Ковальчук**  
(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи  
Піциль А. О.  
к.с-г.н

## АНОТАЦІЯ

Ковальчук А. Ю. Екологічна оцінка якості води р. Тетерів. в результаті скиду поверхневого стоку з міських територій м. Житомир. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 183 – Технології захисту навколишнього середовища. – Поліський національний університет, Житомир, 2021.

У даній кваліфікаційній роботі подані результати екологічної оцінки якості води р. Тетерів в результаті надходження поверхневого стоку з міських водозборів, та запропоновані пропозиції щодо охорони навколишнього природного середовища.

Ключові слова: вода, дощовий стік, екологічна оцінка, забруднення, міські території, поверхневі води.

Kovalhuk A. U. The ecological assessment of quality of water Teteriv as a result of upcast of superficial flow of urban areas Zhytomyr– Qualification work on the rights of the manuscript. – Manuscript qualification work. Qualification work for the master's degree in specialty 183 Technologies of defence of environment. – Polissya National University, Zhytomyr, 2021.

Keywords: water, rainwater runoff, ecological assessment, pollution, urban areas, surface waters.

## ЗМІСТ

ВСТУП	4
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	6
РОЗДІЛ 1. ЗАБРУДНЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ПОВЕРХНЕВИМ СТОКОМ НА МІСЬКИХ ЛАНДШАФТАХ	7
Висновки до розділу 1	12
РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРИТОРІЇ ОБ’ЄКТУ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ	13
2.1. Характеристика району дослідження	13
2.1.1. Загальна характеристика м. Житомир	13
2.2. Природно кліматичні умови м. Житомир	16
2.3. Програма дослідження	17
2.4. Методика розрахунків	19
Висновки до розділу 2	24
РОЗДІЛ 3. ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ В РЕЗУЛЬТАТІ СКИДУ ПОВЕРХНЕВОГО СТОКУ.	25
3.1. Розрахунок кратності розведення поверхневого стоку з водами водного об’єкта–приймача. р Тетерів	25
3.2. Екологічна оцінка якості води р. Тетерів	29
3.3. Пропозиції регулювання поверхневого стоку спрямовані на зменшення надходження забруднюючих речовин з міських водозбірних територій	32
Висновки до розділу 3	33
ВИСНОВКИ	34
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	35
ДОДАТКИ	40-57

## ВСТУП

На сьогоднішній день сформувалась напружена екологічна ситуація практично у всіх регіонах України яка є серйозною загрозою для стану здоров'я населення.

Серед безлічі проблем, що визначають стан поверхневих джерел, особливе місце займають проблеми їх забруднення поверхневим стоком.

В першу чергу, це пов'язано з тим, що масштаби антропогенного впливу стоку на водні об'єкти, на думку дослідників, значно перевищують інші джерела забруднення. Велика частина обсягу річного поверхневого стоку не задовольняє вимогам допустимого скиду. Перевантаженість поверхневих джерел та річок забрудненнями переконливо доводить, що існуюча система регулювання антропогенного впливу на навколишнє середовище малоефективна.

Проблема захисту річок від поверхневих стічних вод надзвичайно важка і вирішується в значній мірі організаційно–технічними заходами. Їх здійснення вимагає часу і вкладення значних грошових і трудових ресурсів. Ось чому в даний час здатність дати об'єктивну оцінку впливу поверхневого стоку на якість води водотоків, з тим, щоб при необхідності здійснити кваліфіковані водоохоронні заходи є актуальним завданням.

Мета роботи – дати екологічну оцінку якості води р. Тетерів в результаті надходження поверхневого стоку з урбанізованих ландшафтів м. Житомира. та запропонувати заходи щодо зменшення негативного впливу поверхневого стоку з селітебних територій на довкілля. Для досягнення вищенаведеної мети ставили такі завдання:

- дослідити сучасний стан поверхневого стоку м Житомира;
- розрахувати розповсюдження забруднень у водних об'єктах з урахуванням поверхневого стоку, як одного з домінуючих джерел забруднення річок;

– здійснити екологічну оцінку якості поверхневих вод за відповідними категоріями при скиді поверхневого стоку м. Житомир;

– запропонувати систему заходів, спрямованих на зменшення надходження забруднюючих речовин з міських водозбірних територій

Об'єкт дослідження – забруднення річок м. Житомир поверхневим стоком.

Предмет дослідження – якісний стан води р. Тетерів в результаті надходження поверхневого стоку.

Для виконання поставлених завдань використовували методи математичної статистики (регресійний, дисперсійний,), планування експерименту, математичне моделювання.

Перелік публікацій:

1. Ковальчук А. Ю. Екологічна оцінка якості води р. Тетерів в результаті надходження поверхневого стоку з міських територій міста Житомир. Тези доповідей міжнародної студентської наукової конференції «Актуальні питання та перспективи проведення наукових досліджень» (6 листопада 2020 року), – Вінниця, 2020. С 19 – 21. URL: (дата звернення: 10.11.2020) <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/liga/issue/view/06.11.2020/376>

2. Смаглій В. О., Гекалюк Д. М., Ковальчук А. Ю. Сучасний стан та проблеми дощової каналізації в місті Житомир. Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасні екологічні проблеми урбанізованих територій», (10 – 11 листопада 2020 року) Житомир, 2020. – С. 80–82.

3. Піціль А. О., Ковальчук А. Ю., Гекалюк Д. М. Вертикальне планування урбанізованих територій міста Житомир. Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасні екологічні проблеми урбанізованих територій», (10 – 11 листопада 2020 року) Житомир, 2020. – С. 74–76.

Практичне значення результатів: результати кваліфікаційної роботи можуть бути використанні при розробці водоохоронних заходів для покращення навколишнього природного середовища.

Структура та обсяг роботи: кваліфікаційна робота включає 56 сторінки друкованого тексту (38 основного), 8 таблиць, 4 рисунків та 40 джерел літератури.

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ****I ТЕРМІНІВ**

БПК	– біохімічне споживання кисню;
ГДК	– гранично допустима концентрація;
ЗР	– завислі речовини;
НП	– нафтопродукти;
ХСК	– хімічне споживання кисню;
SER	– середні значення
Min	– мінімум;
Max	– максимум;
pH	– показник концентрації іонів H <sup>+</sup> .

## РОЗДІЛ 1

### ЗАБРУДНЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ПОВЕРХНЕВИМ СТОКОМ НА МІСЬКИХ ЛАНДШАФТАХ

Серед численних екологічних наслідків урбанізації одними з найбільш помітних є зміни в гідрологічному і гідрохімічному режимі водних джерел. Зростання і розвиток міських територій приводить до істотних змін умов формування стоку. Відбувається це в результаті перетворення поверхні і зон аерації, створення дренажно-каналізаційних систем. Трансформація територій, асфальтове покриття, ущільнення ґрунту істотно змінюють умови стоку поверхневих та ґрунтових вод на міських ландшафтах [1].

Залежно від особливостей ландшафтного складу території порушення природних зв'язків між поверхневими і підземними водами можуть привести до різних негативних наслідків. Враховувати вірогідність появи таких наслідків необхідно, вирішуючи практично багато питань містобудування. Найважливіша особливість гідрології міст – організація поверхневого стоку. Одно з основних напрямів в організації стоку поверхневих вод в містах – прискорення їх скидання у водний об'єкт [2].

Міська територія є сукупність двох субсистем: антропогенної і природної. Чим більша населена територія, тим більша площа її впливу, що викликає передумову до порушення екологічної рівноваги у другій субсистемі – природній [3, 4].

Заселена територія вже давно виступає джерелом забруднення поверхневих джерел. України» покращення екологічного стану басейнів річок вважається основним напрямком державної політики України у галузі навколишнього природного середовища [5].

Такий крок відповідає вимогам міжнародних документів та нормативних документів наприклад рекомендаціям Директиви Європейського Союзу 2000-09-14 «Упорядкування діяльності ЄС в галузі водної політики», Директиві «Міські стічні води» 92/274/ЄЕС [6].

Дослідження якісного складу поверхневого стоку з населених територій проводилося найбільш інтенсивно з початку 1970-х років. Результати досліджень свідчать про те, що води містять велику кількість забруднюючих речовин. Раніше дощові і талі води вважалися відносно чистими, і без обмежень відводили у водні джерела, що значною мірою вплинуло на зміну хімічного і біологічного складу багатьох природних водойм України. У подальшій перспективі це може привести до зміни всієї екосистеми цих водойм [6, 7].

Надходження у водні об'єкти забруднень через випуски дощової каналізації населених пунктів мають епізодичний характер, але можуть значно змінити хімічний склад води в періоди випадіння атмосферних опадів або танення снігу. Під час дощу у водний об'єкт з поверхневим стоком змивається маса яка в 10 разів перевищує масу зважених речовин, що направляється на станцію очищення побутових стоків впродовж доби [8].

Визначити вплив різноманітних забруднень на водойму дуже складно. При цьому необхідно враховувати багато чинників: тип водного об'єкту і його гідродинамічні характеристики, екологічний стан і здатність самовідновлення, біологічні характеристики і господарське призначення, ландшафт території та інше [7].

Слід мати на увазі і ту обставину, що вплив викидів поверхневого стоку розповсюджується на сотні кілометрів вниз за течією річок [8]. З іншого боку, дуже складно визначити якісний склад поверхневого стоку, встановити його кількісні характеристики, оскільки ці параметри значною мірою залежать від типу і схеми водовідведення, характеру басейну водовідведення, типу економічної діяльності населення, інтенсивності руху різноманітного транспорту і багатьох інших чинників [9, 26].

Поверхневий сток атмосферного походження впливає на якісний стан урболандшафтної басейнової геосистеми. Талі зимові води, дощові води та інтенсивні зливи змивають забруднення з поверхонь населених територій забруднення різного походження у гідрографічну мережу. Особливо, значними



показниками забруднень характеризуються сілітебна та промислово транспортна підсистеми [10, 11, 12, 13, 14].

Поверхневий стік з забудованих територій формують опади (переважно осінні та весняні), талі та поливомийні води. Кількісні та якісні характеристики перерахованих видів зливових вод змінюються, насамперед, відповідно до сезону.

Погодні умови сезони характеризуються кількістю атмосферних опадів, температурою повітря, інтенсивністю, тривалістю дощу й цілою низкою гідрохімічних показників, які різняться за сезонами дослідження. Літні дощі мають свої характеристики, які, зазвичай, відрізняються від осінніх та весняних. Крім цього, влітку, утворюються поливо-мийні води, які впливають на формування поверхневого стоку на автошляхах та мостах [15, 16].

Талі води формують поверхневий стік у зимово-весняний період. Якісно кількісні характеристики талого поверхневого стоку залежать від об'єму снігового покриву, вивозу снігу з міста чи складування його на урбанізованій території, використання пісково-снігових сумішей і т. і [17, 18].

Усі вище перераховані чинники надали можливість зосередитися на тих, які є найвагомішими при дослідженні формування поверхневого стоку урбанізованої території. Причому, чітко виділяються природні й антропогенні (рис. 1). Для дослідження конкретної басейнової геосистеми, виходячи із природних умов, особливостей природокористування чинники, звичайно, можуть доповнюватися, як в цілому, так і окремі їх характеристики, виражені через показники, коефіцієнти, індекси тощо [19].

Аналіз літературних джерел літератури [1, 36, 37] показав, що в містах створюються обставини, які призводять до утворення специфічного поверхневого стоку урбанізованої території. До них відносимо: зміну складу поллютантів, швидкі зміни рівнів забруднення, швидкі зміни витрати води та епізодичність потрапляння (рис. 1).

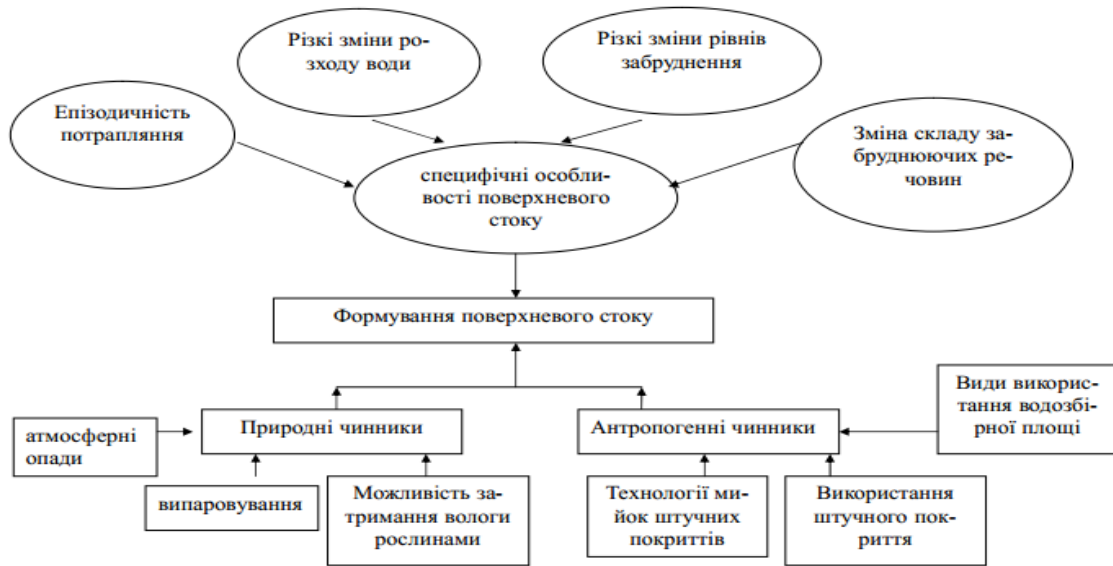


Рис.1. Умови формування поверхневого стоку з урбанізованої території [5, 12, 13]

При оцінці поверхневого стоку міської території дослідники пропонують окремо досліджувати та проводити аналіз і та надавати оцінку організованого поверхневого стоку та неорганізованого ( дифузного) поверхневого стоку (рис. 2). [20].

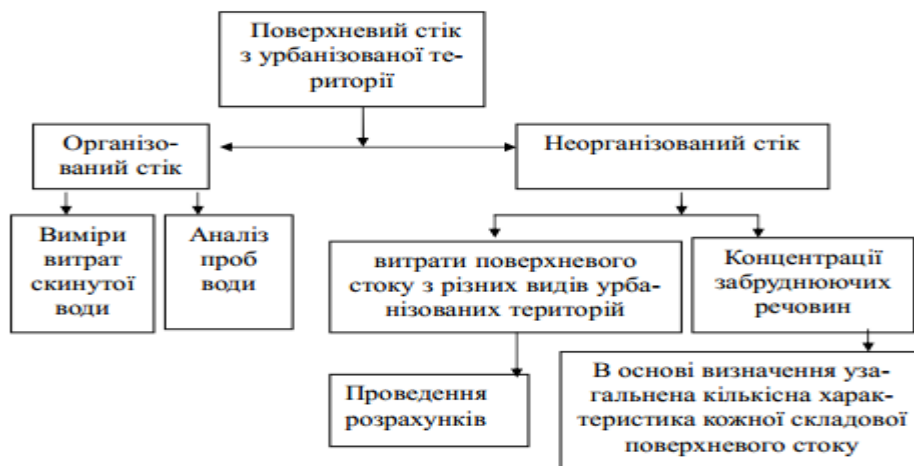


Рис. 2. Підходи до оцінки винесення речовин поверхневим стоком [5].

Безпосередньо, досліджуючи формування поверхневого стоку урбанізованої території та його вплив на якість річкових вод, важливим показником є якість води до входження її в урбанізовану систему мегаполіса та зміну показників її якості нижче за течією ( чи за містом) [39, 40].

Особливої уваги та прискіпливого дослідження вимагають малі річки, які протікають через мегаполіси. Бо саме малі та середні за розміром басейни водних джерел мають суттєвий ступінь урбанізації [39, 40].

Для неорганізованого стоку пропонується розрахувати витрати з поверхневого стоку з різних видів території (наприклад: з селітебної, рекреаційної, транспортної підсистем, тощо) з урахуванням виду підстиляючої поверхні, чи безпосередньо з урахуванням коефіцієнтів стоку.

При визначенні концентрації забруднюючих речовин, що знаходяться у зливових водах узагальнюємо кількісної характеристики кожної складової поверхневого стоку [5].

Аналіз результатів власних досліджень наукового керівника магістерської роботи показав, що концентрації на водозборах забруднюючих речовин в зливових стоках з урбанізованих територій не є постійною [21].

Формування якісного складу зливових стічних вод в перших фазах дощу залежить від багатьох чинників: витрати стічних вод, часу між дощами, маси забруднюючих речовин, яка накопичилася на водозборі за період між дощами, інтенсивності дощу [22].

У завершальну фазу дощу змив визначається масою забруднюючих речовин, що постійно знаходяться на водозборі (у ґрунтах, дорожніх покриттів і так далі). У цій фазі концентрації інгредієнтів однозначно залежать від витрати зливого стоку в замикаючому створі. Найбільше винесення забруднень з поверхневим стоком в річки відбувалося в ранніх фазах на початку дощу. Винесення забруднень було не пропорційне об'єму стоку з водозбірних територій [21, 22, 23].

Серед багатьох чинників і процесів, що роблять вплив на забруднюючі речовини при проходженні від джерела до замикаючого створу, виявлена довжина шляху транспортування поллютанта, яка визначається розміром водозбору і його гідролого-геологічними особливостями [21, 22, 23].

Отже, щоб використати значення про кількість забруднюючої речовини, отримане для одного водозбірного басейну, для оцінки величини дифузного

навантаження слід переконатися, що розміри водозбірних басейнів близькі, а гідрологічні і гідрометеорологічні умови і типи функціональних зон подібні.

Проте, узагальнена характеристика водозбірного басейну, кількість забруднень інтегрально характеризує і рівень забрудненості території, і її гідрологічні особливості, і характер господарського освоєння, і щільність населення і так далі, є зручним параметром для оцінки дифузного забруднення водойм [21, 22, 23].

Досліджуючи проблему, забруднення річок дослідники не змогли запропонувати методичку розрахунку, яка дозволяє враховувати усі всі фактори і виконати із задовільною точністю розрахунок екологічного збитку в результаті скидання у водний об'єкт поверхневого стоку з урбанізованої території. В той же час наявна в численних джерелах інформація про фізико-хімічний склад поверхневого стоку з різних водозбірних басейнів представляє великий інтерес для наукового аналізу і подальшого вивчення [21, 22, 24].

### **Висновки до розділу 1:**

1. Формування поверхневого стоку на міській урбанізованій території має складну природу формування, яка залежить від природних, антропогенних та специфічних умов формування стоку на міській території.

2. Винесення забруднюючих речовин поверхневим стоком з водозбірних поверхонь відбувається двома шляхами організованим та неорганізованим (дифузним).

## РОЗДІЛ 2.

### ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРИТОРІЇ ОБ'ЄКТУ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1. Характеристика району дослідження

##### 2.1.1. Загальна характеристика м. Житомира

Територія міста де розташовується м. Житомир в геоструктурному відношенні знаходиться в межах Українського кристалічного щита, який є складовою частиною Руської платформи що має в своєму складі породи граніту, лабрадориту, гнейсів, які в багатьох місцях виходять на поверхню.

Для дослідження умов формування якості талого та дощового стоку на урбанізованій території водозбірного басейну р. Тетерів м. Житомира розглянемо територіально–функціональна структуру території дослідження та коротко охарактеризуємо.,(табл.2.1 ).

*Таблиця 2.1.*

#### Експлікація земель м. Житомир

№	Показники	га	%
1	Територія в межах міста	6083,0	100
2	Житлова забудова (багатоквартирна, садибна)	2416	39,7
3	Селітебна громадська забудова	384,4	6,35
4	Земельні ділянки Міністерства оборони	379,4	6,23
5	Промислова забудова	643,4	10,61
6	Комунально–складська інфраструктура	409,3	6,75
7	Інженерно-транспортна інфраструктура	554,2	9,12
8	Рекреаційна зелені насадження	479,6	7,9
	у тому числі		
8.1	– зелені насадження загального користування	335,1	5,51
8.2	– ліси та інші лісо вкриті площі	144,8	2,42
9	Землі природоохоронного призначення	71,62	1,21
10	Землі сільськогосподарського призначення	375,1	6,21
11	Землі під водними об'єктами	157,9	2,62
12	Інші території	215,3	3,52

Загальна площа м. Житомир складає 6083 тис. га. Під забудовою площа в місті займає 4228,5, (приблизно 70,5% площі від площі міста ). Зеленими

насадженнями зайнято 7,9% від площі водозбірного басейну в тому числі (насадження загального користування, ліси та лісо вкриті площі).

Транспортні магістралі з твердим покриттям : вулично –дорожня інфраструктура, складає 325,0 га (5,4 % від загальної площі), мережа зовнішнього транспорту міста 231,0 га (3,9% від всієї площі) ( табл. 2,1), карта схема ландшафтної структури та природних ресурсів наведена на (рис.2.1.).

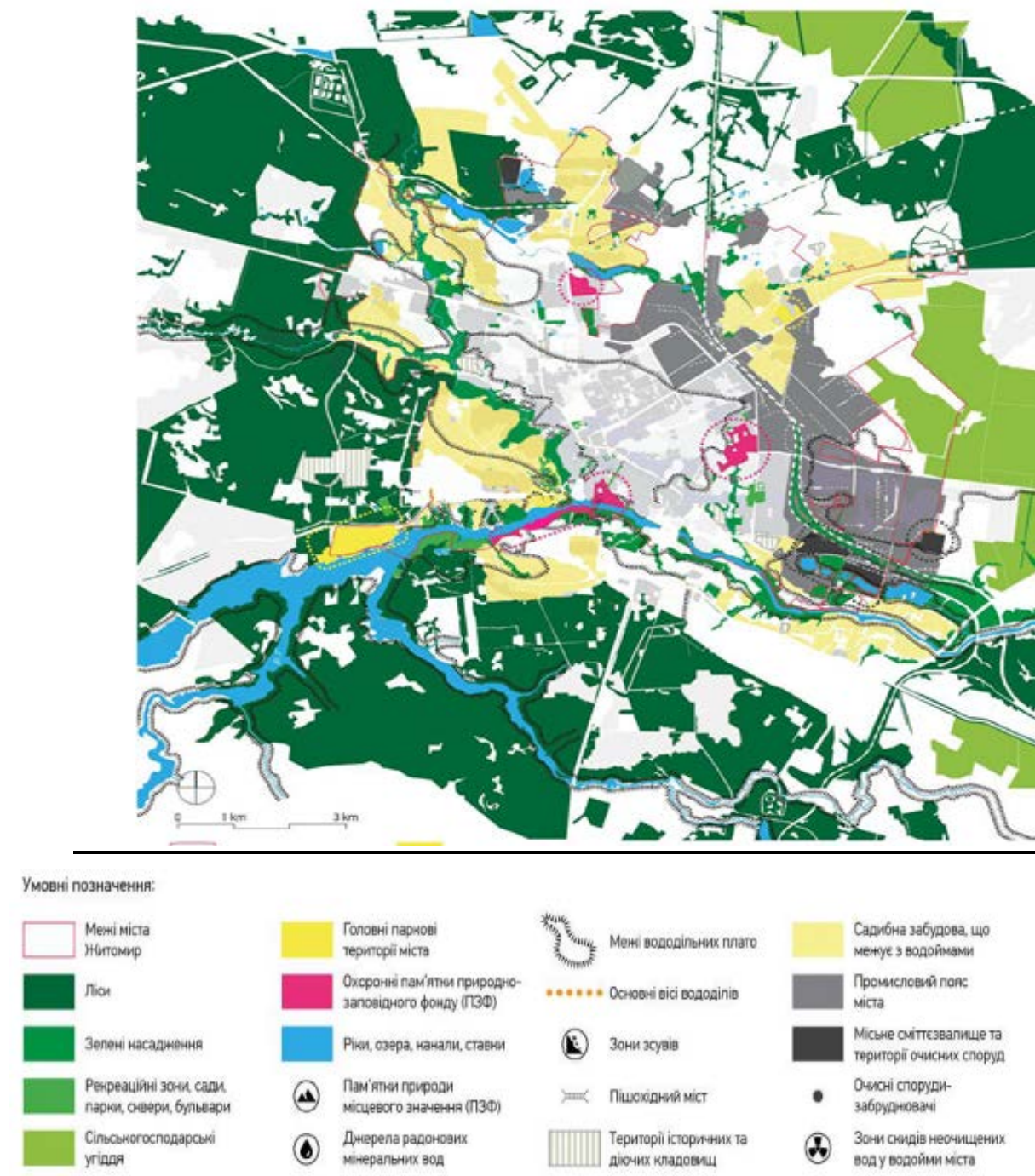


Рис. 2.1. Карта природних ресурсів, ландшафтних структур, зелених насаджень й охоронних території, забруднених зон м. Житомир

Характерною особливістю регіону є домінування полісько-лісових ландшафтів з суцільним покривом лесовидних суглинків легкого механічного складу, для ґрунтового покриву території характерна велика строкатість та мозаїчність.

Найбільш родючі ґрунти, які домінують центральній та східній частині представлені чорноземами типовими. В долинах річок спостерігаються інтразональні лучні ґрунти. В південній частині міста сформувались середньо родючі сірі опідзолені ґрунти. Дерново – підзолисті з комплексом гігроморфних ґрунтів сформувались на окраїнах міста.

На більшій території міста ґрунти зазнали антропогенного впливу в результаті окультурення, природні ґрунти збереглися в основному в парках, лісопарках, заплавах луках. Характеристика рослинного покриву м. Житомира наведена в (табл.2.2.).

Таблиця 2.2

#### Рослинний покрив

Тип рослинного покриву	Площа природної рослинності, га	Відомча приналежність
Парки: - природо-заповідний фонд – дендропарк–	36,0 55,6	Підприємство комунальне «Парк»міської ради
Ботанічний сад	35,4	Поліський національний університет
Бульвари та сквери	292,88	Підприємство «Зеленбуд»
Інші типи покриву	791,17	

Територію міста протікають водотоки – річки Тетерів, Крошенка, Пуятинка, Лісна, Кам'янка за своїм режимом вони відносяться до рівнинних, переважно атмосферного живлення.

Згідно з гідрологічною характеристикою водних об'єктів Житомира, площа зайнятих останніх складає 2,6 км; довжини берегових ліній річок в межах міста нараховує 64,53 км (табл. 2.3.), довжини річок в межах водозбірних площ міста представлені в (табл. 2.4.).

Таблиця 2.3

**Гідромережа водних об'єктів м. Житомир**

Площі земель, зайнятих водними об'єктами, кв. км	2,96
Довжини протяжності ліній водних об'єктів, м. Житомир км	64,53

В цілому річний хід рівня річок міста характеризується вираженою весняною повінню, порівняно низькою меженню, щорічними паводками річок.

Таблиця 2.4

**Довжини річок в межах водозбірних площ Житомир**

Назва річки	Протяжність річкової мережі м. Житомир, км
річка. Тетерів	10,74
річка. Кам'янка	9,42
річка. Крошенка	8,22
річка. Лісна	2,52
річка. Путятинка	3,12

Річка Тетерів з утвореними водосховищами є важливим містобудівним чинником та природним ресурсом, вона є основним джерелом водопостачання та рекреаційним ресурсом для мешканців міста.

**2.2. Природно-кліматичні умови м. Житомир**

Клімат району помірно континентальний з достатньою зволоженістю, характеризується нетривалою помірно м'якою зимою та тривалим вологим і теплим літом. В наступних таблицях наведені показники температури повітря, та опадів за середніми, (ser) максимальними (max) та максимальними( max) показниками (табл.2.5–2.6).

Глибина середнього промерзання ґрунту в зимовий період дорівнює – 48 см, середня висота снігового покриву –25мм, число днів зі сніговим покривом – 95днів, домінуючий напрям північно – східний –16,8%, середня швидкість вітру – 3,4 м/с , відносна вологість –78 %.



Таблиця 2.5

**Температура повітря (по м. Житомир) °С**

	Періоди року												Разом
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
SER	-6,1	-4,5	-0,2	7,6	13,7	17,1	18,1	17,5	13,5	7,3	1,7	-2,6	6,8
MAX	11,4	17,5	22,8	29,6	34,2	33,5	38,2	36,5	36,6	26,4	22,1	14,6	38,2
MIN	-34,8	-34,4	-27,1	-10,8	-3,6	0,8	5,2	0,2	-3,8	-15,8	-25,1	-30,6	-34,8

Таблиця 2.6

**Кількість опадів (по м. Житомир) мм**

	Періоди року												Разом
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
SER	33	29	30	43	58	75	95	76	52	33	43	39	609
MAX	84,0	76,7	116	123	128,5	197,8	207,8	218	200,9	105,9	115,	110,8	866,3
MIN	2,5	4,1	1,1	3,7	6,0	10,2	14,9	7,6	4,5	1,2	2,9	4,7	302,3

Територія має високий метеорологічний потенціал забруднення повітря, що означає погану здатність до самоочищення. На території міста в холодний період спостерігаються тумани, а в теплий період слабкі вітри.

**2.3. Програма дослідження**

Початкові показники забруднення поверхневого стоку, які нам були необхідні для розрахунків були проаналізовані та систематизовані науковим керівником роботи, а саме аналіз умов формування і трансформації стоку здійснювався на основі кліматичних, гідрологічних, інженерно-геологічних та ґрунтових умов водозборів, особливостей рельєфу, характеру рослинного покриву та інших.

Для математичного моделювання джерела надходження поверхневого стоку у водні об'єкти ми поділили на дві групи – стаціонарні і лінійні (розподілені).

Стаціонарні – джерела, надходження стоку з яких здійснюється скидання стоку в зазначеному місці водного об'єкта (скид, без очищення або, через скиди, канали; по природним ярам, та сформованим «лініях» стоку).

Лінійні – джерела, надходження поверхневого стоку з яких по довжині берегової лінії річок відбувається безперервно (стік дощових вод з прилеглих

берегів водозбірного басейну річки). Лінійні джерела поверхневого стоку, в свою чергу, можна також розділити на дві групи – безперервні та перервні.

Основною метою даного поділу є те, що при математичному моделюванні потужність стаціонарного джерела являє собою витрати поверхневого стоку, а потужність лінійного джерела – питома витрата (на одиницю довжини).

При моделюванні формування якості води на ділянці водотоку з лінійними джерелами, в безперервних – потужність задається у вигляді безперервної функції, а в перервних – у вигляді перервної функції.

За ступенем організації відведення, поверхневий стік можна поділити на дві групи – організовані і неорганізовані.

Організований – спосіб, допускає відведення поверхневого стоку по мережах дощової каналізації та скидання через дощові скиди (при здійсненні очищення поверхневих вод, даний спосіб створює джерело забруднення водних об'єктів відноситься до організованих джерел, а при відсутності очистки – до перехідних джерел) або відведення поверхневого стоку по природних ярах і лініях стоку (джерело забруднення відноситься до природно організованого). Таким чином, за способом організації відведення, поверхневих вод можна також класифікувати на дві групи – штучні і природно організовані.

Неорганізований – спосіб, має на увазі пряме надходження поверхневих стічних вод у водойму, так . Створюваний джерело забруднення відноситься до однойменної групи джерел забруднення.

Для визначення допустимого навантаження на водне джерело при надходженні стічних вод необхідно знати: 1) сучасний екологічний стан води; 2) дослідити всі джерела забруднення (беручи до уваги випуски стічних і неорганізованих поверхневих вод); 3) оцінити вплив кожного фактора на забруднення води.

Через складність та проблемність і її неоднозначності доводиться вдаватися до моделювання процесу забруднення водойми поверхневим стоком і вирішення низки оптимізаційних та організаційних завдань. Вирішувати такі задачі необхідно з аналізу ступеня впливу різних чинників які впливають на

розбавлення стічних ( в нашому випадку надходження дощового стоку ) вод з водними джерелами [27].

#### 2.4. Методика розрахунків

При скиді поверхневих вод у водний об'єкт не має місце їх повне змішування. Фактично у цьому процесі приймає участь тільки частина води водного об'єкту.

Ступінь змішування залежить від співвідношення витрат річної та стічної води, від швидкості течії водного об'єкту, його глибини, звивистості, типу скиду стоків та відстані від місця скиду до розрахункового створу і визначається за формулою В.А. Фролова та І.Д. Родзіллера

$$n_0 = \frac{\gamma \cdot Q + q_{\text{нб}}}{q_{\text{ст}}}, \quad (2.1)$$

де  $\gamma$  коефіцієнт змішування, що показує яка частина природної води приймає участь у розбавленні скинутої кількості зворотної води на відрізьку довжиною  $L$ ;

$Q$  - середньомісячна витрата води водотоку 95%-й забезпеченості, м<sup>3</sup>/с;

$q_{\text{ст}}$  - максимальна витрата стічних вод, що підлягають скиданню у водотік, м<sup>3</sup>/с;

Розрахунок заснований на диференціального рівнянні турбулентної дифузії для слідуєчих умов: річковий шлях є безмежним, початкове розбавлення відсутнє, випуск поверхневих вод зосереджений.

Треба зауважити, водних об'єктів початкове розбавлення значно менше, ніж для озер і інших водних джерел, тому в більшості методик розрахунку розбавлення стічних вод у річках початкове розбавлення не враховують.

Відповідно до методу В.А. Фролова - І.Д. Родзіллер [28, 31] коефіцієнт змішування, що характеризує частку витрат води в водному об'єкті, яка змішується зі стічними водами, вираховується за наступною формулою

$$\gamma = \frac{1 - e^{-\alpha \sqrt[3]{L_\phi}}}{1 + \frac{Q}{q} e^{-\alpha \sqrt[3]{L_\phi}}}, \quad (2.2)$$

де  $L$  - відстань по фарватеру водотоку (фарватер - найбільш глибока смуга даного водного простору) від місця випуску до контрольного створу, м;

$\alpha$  - коефіцієнт, що залежить від гідравлічних умов потоку:

$$\gamma = \frac{1 - 2,72^{-0,34\sqrt[3]{500}}}{1 + \frac{0,34}{0,049} 2,72^{-0,34\sqrt[3]{500}}} = 0,64, \quad \text{коефіцієнт змішування у розрахунковому створі,}$$

розташованому на 500 м. нижче від випуску стічних вод; (для водойм рибогосподарського призначення)

$$\gamma = \frac{1 - 2,72^{-0,34\sqrt[3]{1}}}{1 + \frac{0,34}{0,049} 2,72^{-0,34\sqrt[3]{1}}} = 0,05, \quad \text{коефіцієнт змішування у розрахунковому створі,}$$

розташованому на 1 м. нижче від випуску стічних вод. (коефіцієнт перемішування в місці випуску стічних вод)

$\gamma = 0,95$ , як відомо, відстань до створу повного перемішування теоретично рівна безкінечності, для практичних розрахунків використовують поняття створу достатнього перемішування. В якості такого створу ми приймаємо створ, в якому стічні води змішуються з водами річки на 95 %.

Коефіцієнт ( $\gamma$ ) змішування у розрахункових створах ми розраховували: розташованих на 500 м. нижче від випуску стічних вод; (для водойм рибогосподарського призначення); змішування у розрахунковому створі, розташованому на 1 м. нижче від випуску стічних вод. (коефіцієнт перемішування в місці випуску стічних вод); відстань до створу повного перемішування теоретично рівна безкінечності, для практичних розрахунків використовують поняття створу достатнього перемішування .

$$\alpha = \xi \cdot \varphi \cdot \sqrt[3]{\frac{D_c}{q_{\text{н}0}}}, \quad (2.3)$$

$$\alpha = 1,0 * 1,0 * \sqrt[3]{\frac{0,02}{0,049}} = 0,34$$

де  $\xi$  - коефіцієнт, що залежить від розташування випуску стічних вод у водотік:

$\xi = 1$  при випуску біля берега,  $\xi = 1,5$  при випуску у фарватер;

$\varphi$  - коефіцієнт водотоку, який враховує відношення відстані між створами водотокцу до відстані по прямій;

$D_c$  - коефіцієнт турбулентної дифузії.

На рис. 2 2. показана схема частини водного об'єкта, де відбувається змішування поверхневого стоку з водою водного джерела.

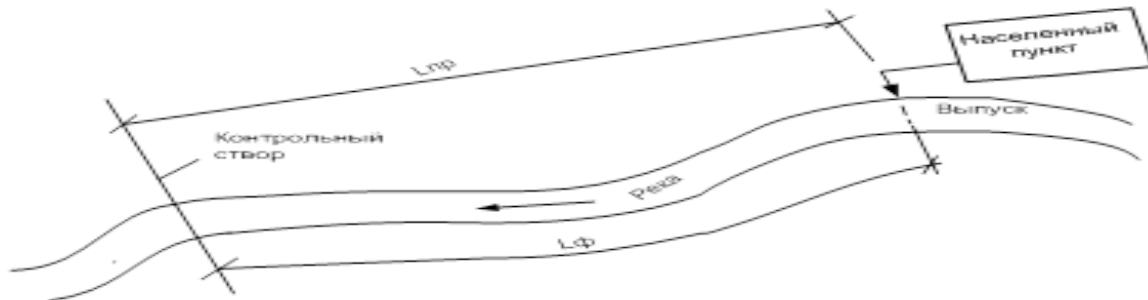


Рис. 4. Схема частини річки, яка приймає участь у змішуванні поверхневого стоку з водою водного джерела:  $L_{пр}$  – довжина по прямій;  $L_{ф}$  – довжина за фарватером.

Для річок і спрощення розрахунку коефіцієнти турбулентної дифузії знаходяться за формулою А.О. Потапова:

$$D_c = \frac{v_{cp} \cdot H_{cp}}{200}, \quad (2.4)$$

де  $v_{cp}$  – швидкість течії водотоку цікавить між нульовим і розрахунковим створами, м/с;

$H_{cp}$  – середня глибина ділянки, м.

Коефіцієнти дифузії для реальних розрахунків визначається за формулою А. В. Караушева [28, 31,32], як

$$D_c = \frac{g \cdot v_{cp} \cdot H_{cp}}{M_{ш} \cdot C_{ш}}, \quad (2.5)$$

$$D_c = \frac{9,81 \cdot 0,2 \cdot 0,3}{17,76 \cdot 16,8} = 0,002$$

де  $g$  – прискорення вільного падіння,  $g = 9,81$  м/с<sup>2</sup>;  $v_{cp}$  – середня швидкість течії водотоку на ділянці, м/с;  $H_{cp}$  – середня глибина на даній ділянці, м;  $C_{ш}$  – коефіцієнт Шезі, м<sup>0,5</sup>/с.

Величина  $M_{ш}$  визначається за формулою:

$$M_{ш} = \begin{cases} 0,7 \cdot C_{ш} + 6 & \text{при } 10 \leq C_{ш} \leq 60 \\ 48 & \text{при } C_{ш} > 60 \end{cases} \quad (2.6)$$

Добуток  $M_{ш} \cdot C_{ш}$  має розмірність м/с<sup>2</sup>.

$$M_{ш} = 0,7 \cdot 16,8 + 6 = 17,76$$

Стосовно до методу І. Д. Родзіллера [29], для літнього сезону коефіцієнти турбулентної дифузії розраховують за формулою:

$$D_c = \frac{g \cdot v_{ср} \cdot H_{ср}}{37 \cdot n_{ш} \cdot C_{ш}^2}, \quad (2.7)$$

$$D_c = \frac{9,81 \cdot 0,2 \cdot 0,3}{37 \cdot 0,04 \cdot 16,8^2} = 0,001$$

де  $n_{ш}$  - коефіцієнт шорсткості ложа річки, що визначається за табл. (по М.Ф. Срібному додаток).

Коефіцієнт Шезі  $C_{ш}$  знаходиться за формулою М. М. Павловського (при  $H_{ср} \leq 5$  м). [30]

$$C_{ш} = \frac{R^{y_{II}}}{n_{ш}}, \quad (2.8)$$

$$C_{ш} = \frac{0,3^{0,33}}{0,04} = 16,8$$

де  $R$  - гідравлічний радіус потоку, м ( $R = H_{ср}$ ); ;  $y_{II}$  - показник ступеня. Показник ступеня визначаємо за формулою

$$y_{II} = 2,5\sqrt{n_{ш}} - 0,13 - 0,75\sqrt{R}(\sqrt{n_{ш}} - 0,1). \quad (2.9)$$

$$y_{II} = 2,5\sqrt{0,04} - 0,13 - 0,75\sqrt{0,3}(\sqrt{0,04} - 0,1) = 0,33$$

Кратність основного розбавлення  $n_0$  в потоці у розрахункового створу визначаємо за методом В. А. Фролова і І. Д. Родзіллера за формулою [29, 30,31,32].

$$n_0 = \frac{\gamma \cdot Q + q_{см}}{q_{см}}, \quad (7)$$

$$n_0 = \frac{0,64 \cdot 0,34 + 0,049}{0,049} = 5,5 \text{ — на відстані 500 м.}$$

$$n_0 = \frac{0,05 \cdot 0,34 + 0,049}{0,049} = 1,4 \text{ — на відстані 1 м.}$$

$$n_0 = \frac{0,95 \cdot 0,34 + 0,049}{0,049} = 7,6 \text{ — при 95\% розбавленні стічних вод;}$$

Розрахунки ми проводили для всіх на наших створів, випусків поверхневого стоку у водні об'єкти із застосуванням нормативних вимог як до стічних вод, так і до складу і якості вод в контрольному створі водокористування для мінімальних (min), максимальних (max), та середніх (ser) концентрацій забруднення дощового стоку ( табл. 3.1). [27]

У другому випадку виконували розрахунок кратності розведення (змішання) стічних вод з водами водного об'єкта-приймача. р Тетерів урахуванням фонових середньорічних концентрації речовин в контрольних створах за 2019 рік (в одиницях кратності відповідних ГДК) за 2019 роки, та концентрацій після розбавлення з врахуванням фону мг/л для порівняння з ГДК. [27]

В наших розрахункових показниках елементи ( $\text{NH}_4$   $\text{NO}_2$   $\text{NO}_3$   $\text{PO}_4$ ) виражені в мг/л – замість  $\text{мгN/дм}^3$  та  $\text{мгP/дм}^3$ , то в обчисленнях , якщо не врахувати ці обставини, припустимо помилок під час здійснення екологічної оцінки якостей води.

Переводять ( см в м) а маси сполук елементів з молекулярної в атомарну форму, використовуючи коефіцієнти :

$$1,00 \text{ мгNO}_3^- / \text{дм}^3 \text{ дорівнює } 0,227 \text{ мгN/дм}^3$$

$$1,00 \text{ мгNH}_4^+ / \text{дм}^3 \text{ дорівнює } 0,778 \text{ мгN/дм}^3;$$

$$1,00 \text{ мгNO}_2^- / \text{дм}^3 \text{ дорівнює } 0,316 \text{ мгN/дм}^3$$

$$1,00 \text{ мгPO}_4^{3-} / \text{дм}^3 \text{ дорівнює } 0,348 \text{ мгP/дм}^3$$

Якщо розрахункові значення концентрації забруднюючих речовин у річковій воді) менше ГДК цієї домішки, то санітарні вимоги щодо скидання даної домішки з поверхневим стоком в річку виконуються, а додаткова очистка стоку цієї домішки не потрібна [27].

Якщо концентрація домішки більше відповідного ГДК, то санітарні вимоги до скидання даної домішки з стічними водами не виконуються і необхідно додаткове очищення стоку від цієї домішки [27].

**Висновки до розділу 2:**

1. В розділі стисло представлена характеристика кліматичних умов, водозбірних площ, ґрунтових, рослинних та гідрологічних характеристик які спричиняють вагомий вплив на формування та трансформацію поверхневого стоку в м. Житомир.

2. При виконанні поставлених завдань, досліджень користувались методами математичної статистики дисперсійний, регресійний, математичне моделювання. планування експерименту.

3. Наведена методика розрахунків для всіх створів, випусків поверхневого стоку для мінімальних, максимальних, та середніх концентрацій забруднень дощового стоку у водні об'єкти за методом В. А. Фролова і І. Д. Родзиллера.



## РОЗДІЛ 3. ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ В РЕЗУЛЬТАТІ СКИДУ ПОВЕРХНЕВОГО СТОКУ

### **3.1. Розрахунок кратності розведення поверхневого стоку з водами водного об'єкта-приймача. р Тетерів**

Основним чинником при розрахунку нормативів допустимих скидів речовин окремого випуску є кратність розбавлення стічних вод водою водойми, витрат водного об'єкту і стічних вод, що скидаються, і концентрацій речовин у воді водного об'єкту і в стічних водах, що скидаються в нього [32].

У 3 розділі представлені результати досліджень процесів формування якості води в р. Тетерів, які істотно залежать від потрапляння них стічних вод, в тому числі у вигляді поверхневого стоку.

Дані забруднень дощового поверхневого стоку м. Житомир з 4 різноманітних водозборах. надані в Додатку А 1 [24]. Водозбір № 1–житлова забудова з високим благоустроєм та регулярним прибиранням покриттів; водозбори № 2–3 – житлова забудова з приватним сектором; водозбір № 4–територія промислових районів міста з інтенсивним рухом автотранспорту.

Розрахунки ми проводили для всіх на наших створів, випусків поверхневого стоку у водні об'єкти із застосуванням нормативних вимог як до стічних вод, так і до складу і якості вод в контрольному створі водокористування для мінімальних (min), максимальних (max), та середніх (ser) концентрацій забруднення дощового стоку, як приклад розрахунків, ми наводимо в таблиці ( табл. 3.1), наступні подальші розрахунки наводимо в додатках Б 1 Б 2 Б 3.

У другому випадку виконували розрахунок кратності розведення (змішання) стічних вод з водами водного об'єкта-приймача. р Тетерів урахуванням фонових середньорічних концентрації речовин в контрольних створах за 2019 рік (в одиницях кратності відповідних ГДК) за 2019 роки (Додаток Б 1 Б 2 Б 3), та концентрацій після розбавлення з врахуванням фону мг/л для порівняння з ГДК. [27]

Таблиця 3.1

## р.Тетерів , водозбір №2

<b>Забруденість дощового стоку м. Житомир мг/л</b>												
	NH <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	БПК	Fe	Zn	Cu	ХСК	НП	ЗР	pH
min	0,27	0,00	0,57	0,08	3,70	0,600	0,090	0,02	8,27	0,020	3,50	6,53
max	1,42	0,030	1,90	0,27	28,2	1,350	0,370	0,10	85,3	0,910	42,4	8,15
ser	0,80	0,020	1,45	0,19	14,2	1,010	0,220	0,05	55,7	0,560	25,4	7,55
<b>Концентрація після розбавлення без фону мгN/л, мкг/л</b>												
min/n 500м	0,038	0,000	0,023	0,005	0,673	109,091	16,364	3,636	1,504	3,636	0,636	1,187
1 м	0,149	0,000	0,092	0,019	2,643	428,571	64,286	14,286	5,907	14,286	2,500	4,664
95%	0,028	0,000	0,017	0,003	0,487	78,947	11,842	2,632	1,088	2,632	0,461	0,859
max/n 500м	0,200	0,002	0,078	0,016	5,127	245,455	67,273	18,182	15,520	165,455	7,709	1,482
1 м	0,786	0,007	0,307	0,063	20,143	964,286	264,286	71,429	60,971	650,000	30,286	5,821
95%	0,145	0,001	0,057	0,012	3,711	177,632	48,684	13,158	11,232	119,737	5,579	1,072
ser/n 500м	0,113	0,001	0,060	0,011	5,127	183,636	40,000	9,091	10,127	101,818	4,618	1,373
1 м	0,000	0,004	0,234	0,044	20,143	721,429	157,143	35,714	39,786	400,000	18,143	5,393
95%	0,082	0,001	0,043	0,008	1,868	132,895	28,947	6,579	7,329	73,684	3,342	0,993

Продовження таблиці 3.1

<b>Концентрація після розбавлення з врахуванням фону мгN/л, мкг/л</b>												
min/n 500м	2,095	1,393	0,296	2,426	4,674	863,663			29,868	329,433		
1 м	0,442	0,184	0,125	0,314	4,116	105,73			10,932	133,157		
95%	2,332	1,565	0,324	2,731	4,713	972,93			32,594	344,469		
max/n 500м	2,615	1,438	0,415	2,470	13,96	1637,3			55,329	775,876		
1 м	1,571	0,250	0,428	0,403	28,24	1167,49			81,698	746,038		
95%	2,726	1,599	0,413	2,764	11,65	1567,22			51,529	687,384		
ser/n 500м	2,274	1,423	0,389	2,454	9,824	1092,8			47,310	470,854		
1 м	0,879	0,315	0,373	0,369	16,06	420,31			56,908	327,420		
95%	2,467	1,588	0,394	2,752	8,583	1148,9			45,608	453,092		
<b>Концентрація після розбавлення з врахуванням фону мг/л для порівняння з ГДК</b>												
min/n 500м	2,692	4,565	1,229	7,432	4,674	0,972			29,868	0,333		
1 м	0,527	0,603	0,239	0,924	4,116	0,534			10,932	0,147		
95%	3,002	5,131	1,374	8,371	4,713	1,052			32,594	0,347		
max/n 500м	3,317	4,709	1,569	7,543	13,964	1,883			55,329	0,941		
1 м	1,798	0,804	0,846	1,105	28,249	2,131			81,698	1,395		
95%	3,474	5,240	1,634	8,455	11,650	1,744			51,529	0,807		
ser/n 500м	2,902	4,664	1,518	7,506	9,824	1,276			47,310	0,572		
1 м	1,006	0,740	0,728	1,042	16,061	1,141			56,908	0,727		
95%	3,160	5,205	1,595	8,427	8,583	1,282			45,608	0,527		

### 3.2. Екологічна оцінка якості води р. Тетерів

Екологічна оцінка якості води основного русла р. Тетерів здійснена із застосуванням «Методики...» [25, 33, 34, 35]. Згідно зазначеного нормативного документу процедура виконання екологічної оцінки якості води після надходження поверхневого стоку р. Тетерів складалася з наступних послідовних кроків визначення початкових даних:

- вивчення гідроекологічних спостережень річок міста;
- аналіз та обчислення інформації;
- обрахунок категорій якості та класів водних об'єктів за досліджуваними показниками якості води;
- встановлення загальної оцінки якостей води водного об'єкту дослідження ; [27]

Початковою базою використаної «Методики...» [25, 33, 38 ] є система екологічних показників якості поверхневих об'єктів за трьома групами початкових даних:

- показники сольового складу (за критеріями мінералізації та іонного складу, за критеріями забруднення прісних гіпогалинних олігогалинних вод компонентами сольового складу); [27]
- показники еколого-санітарні;
- показники вмісту специфічних сполук токсичної дії.

Градація показників якості поверхневих стічних вод розділено на 5 класів і 7 категорій якості з конкретними назвами, що класифікують відповідну якісну оцінку поверхневих стічних вод від «відмінної», « чистої» до « поганої», « брудної» [27].

Для розрахунків було вибрано пункти спостережень, що за можливістю повторювалися для кожного періоду різної водності та відповідно сезону року.

В кінцевому розрахунку для оцінки якості води, було вибрано пункт спостережень, що дав змогу охарактеризувати гідроекологічний стан основного русла р. Тетерів в межах м. Житомир (1км нижче гирла р. Кам'янка).[27].

На зазначеному створі поверхневих вод здійснювались регулярні спостереження за досліджуваними показниками якості поверхневої води р. Тетерів. Гідрометслужбою. Отримані статистичні різноманітні гідрологічні ряди даних були систематизовані і проаналізовані здобувачем та керівником роботи.

Для розрахунків було обрано 2019 р. Групування й оброблення вихідної інформації показало, що забезпеченість даними не достатня.

Що стосується гідрохімічної, гідробіологічної і токсикологічної інформації на притоках Тетерів, в межах Житомира, то моніторингові спостереження тут майже не ведуться.

Що стосується трофо–сапробіологічних показників слід зазначити що : з 17 показників екологічною класифікацією забезпечені даними в середньому від 9 до 12 показників (зважені речовини, азот амонійний, азот нітритний, азот нітратний, фосфор, БСК<sub>5</sub>, ХСК). Загальна кількість даних що стосується трофо–сапробіологічних показників має бути не менше 9 в наших розрахунках витримана [27].

Щодо блоку специфічних речовин токсичної дії, то треба зазначити, що за останні роки досліджень р. Тетерів визначається в цілому 4 показника (мідь, залізо загальне, цинк, нафтопродукти). Така кількість вихідних даних за блоком специфічних речовин токсичної дії надала можливість виконати тільки орієнтовну оцінку якості води. [27].

Результати виконаної екологічної оцінки якості води р. Тетерів в межах м. Житомир представлені в додатках В 1–В 9. Аналіз узагальненої екологічної оцінки якостей пверхневої води за окремими показниками з визначенням екологічних значень класів і категорій якостей води річки Тетерів здійснювався на основі показників в межах відповідних масивів даних і величин інтегральних екологічних значень розрахункових блочних індексів [27].

Далі за текстом окремо наводяться узагальнюючі результати екологічної оцінки якості води за блоками показників для маловодного періоду як найгіршого й найскладнішого за екологічною ситуацією для р. Тетерів.

Вихідна інформація щодо підсумкових абсолютних і відносних значень окремих трофо–сапробіологічних показників якості води в окремих пунктах спостережень представлена в додатках [27].

За базових даних, що містяться в таблицях додатків ( В1, В.4, В.7) стало можливим знайти пояснення результатам окремих та порівняльних оцінок якості води на різних ділянках основного русла р. Тетерів, а також проаналізувати можливі зміни якості річкової води за течією або їх місцезнаходженням[27].

Аналіз екологічних якостей води р. Тетерів, за результатами середнього розрахунку сапробіологічних блочних показників в Житомир в меженний період показав, що поверхневі води р. Тетерів року належать до IV класів, 5-6 категорії , тобто є «задовільною», «забрудненою», евтрофною,  $\beta''$ – або  $\alpha'$ – мезосапробною (Додатки. В.3, В.6, В.7). Причому така загальна оцінка ґрунтується на обчисленні найгірших значень  $I_2$ . [27].

З екологічного погляду надходження токсикантів у воду розглядається як процес токсифікації. У «Методиці...» [25, 33] у разі оцінення якостей поверхневих вод за специфічними речовинами токсичного впливу враховуються кількісні характеристики 10 сполук металів, фторидів, ціанідів, нафтопродуктів, летких фенолів, та СПАР – всього 15 показників. Службами моніторингу поверхневих вод у басейні р. Тетерів представлено в основному 4 компонентів, а саме: залізо та нафтопродукти, цинк, мідь, що найчастіше визначаються аналітично та можуть розцінюватися як пріоритетні токсиканти. [27]

Порівняння якості води р. Тетерів, оцінюваної за узагальнюючими показниками й характеристиками специфічних речовин в сезон межені за найгіршими та середніми показниками  $I_3$ , показує збільшення забрудненості на протязі року, таблиці додатків ( В2, В5, В8) [27].

В цілому по всій довжині в усі сезони року в маловодний період за найгіршими величинами  $I_3$  вода характеризується за  $I_{3\text{ сеп.}} = 5,5-6,5$ , IV–V класом якості як «погані», «брудні» – «дуже погані», «дуже брудні».

Визначення екологічної оцінки якості води р. Тетерів полягає в обчисленні загального екологічного блочного індексу ( $I_E$ ), який обчислюється для найгірших і середніх показників та екологічних індексів забруднених вод [27].

$$I_A = \frac{I_2 + I_3}{2}, \quad (3.1)$$

де  $I_2$  – показники трофо-сапробіологічних блочних показників;

$I_3$  – показники специфічних речовин блочних показників.

Результати проведених розрахунків свідчать про те, що величини  $I_E$  за найгіршими й середніми значеннями блокових індексів на окремих ділянках р. Тетерів становлять: 4,4-6,4 і 5,2-6,4, що характеризує якість річкової води за ступенем чистоти по всій довжині як «забруднену» і «брудну», а за станом – «задовільну» та «погану» (додатки .B3, B6, B9) [27].

В період 2019 року при визначенні показників екологічного інтегрального блочного індексу  $I_E$  основними були показники сапробіологічних даних ( $I_2$ ) і специфічних речовин ( $I_3$ ), які мали високі та найгірші показники забруднення поверхневої води [27].

### **3.3. Пропозиції регулювання поверхневого стоку спрямовані на зменшення надходження забруднюючих речовин з міських водозбірних територій**

Проведені дослідження свідчать про необхідність вирішення питань організації та відведення поверхневого стоку в місті Житомир з обов'язковим урахуванням особливостей ландшафтів та рельєфу території.

Існуюча пропускна спроможність дощової каналізації не забезпечує відведення поверхневого стоку. Дощові мережі мають проблеми з забиттям піском, побутовим сміттям. Відкриті канали, втратили початкову пропускну здібність. Окремі ділянки дощової каналізації потребують капітального ремонту, прочищення, перекладання та реконструкції.

Вирішенням одного з проблемних питань як скид до річок неочищених поверхневих стоків, що призводить до їх забруднення є повне виключення скидів (включно дощових та талих стоків) у гідрографічну мережу.

Для нормативної організації відведення поверхневих стічних вод на землях міста Житомира необхідно влаштування більш розгалуженої мережі дощової каналізації та обов'язкове влаштування очисних споруд.

Наявність безлічі ерозійних форм рельєфу і широке поширення схилів, в тому числі значної довжини і крутизни, зумовлюють розробку проектів озеленення водоохоронних зон і прибережних захисних смуг водойм та річок, благоустрій берегів та дотримання водоохоронного режиму, в їх межах, очистка благоустрій водойм, організація паркових зон відповідно до санітарних норм.

У комплекс заходів з регулювання поверхневого стоку необхідно включати будівництво різноманітних гідротехнічних споруд. Таких споруд в місті явно недостатньо. Багато з наявних споруд примітивні, неправильно сплановані, побудовані без врахування об'єму стоку необхідної забезпеченості, з відхиленнями від прийнятих проектних рішень.

### **Висновки до розділу 3:**

1. Представлені результати розрахунків зміни концентрації поверхневих вод за методикою В. А. Фролова І. Д. Родзіллер з використанням нормативних вимог як до стічних вод, концентрацій після розбавлення без фону, концентрацій після розбавлення з врахуванням фону та концентрацій після розбавлення з врахуванням фону для порівняння з ГДК.

2. Здійсненна екологічна оцінкам поверхневих вод річки Тетерів за двома видами показників блоку трофо–сапробіологічних показників та блоку вмісту специфічних речовин токсичної дії.



## ВИСНОВКИ

1. У результаті виконання кваліфікаційної роботи були виконані розрахунки розповсюдження забруднень у водних об'єктах з урахуванням поверхневого стоку, як одного з домінуючих джерел забруднення річок; на 500 м. нижче від випуску стічних вод; розташованому на 1 м. нижче від випуску стічних вод та відстані до створу достатнього повного перемішування 95%.

2. Екологічна оцінка води р. Тетерів, в результаті надходження стоку оцінена за результатами середнього розрахунку сапробіологічних екологічних показників в меженний період засвідчив, що води р. Тетерів протягом року належить до IV класу, 5-6 категорій, тобто є «задовільною», «забрудненою», евтрофною,  $\beta''$ – або  $\alpha'$ –мезосапробною.

3. Екологічна оцінка за специфічними речовинами токсичної дії в маловодний період за найгіршими та середніми значеннями належать за класом якості як «погані», «брудні» – «дуже погані», «дуже брудні».  $I_3 \text{ сеп.} = 5,5$

4. Результати проведених розрахунків свідчать про те, що величини  $I_E$  за найгіршими й середніми значеннями блокових індексів на окремих ділянках р. Тетерів становлять: 4,4-6,4 і 5,2-6,4, що характеризує якість річкової води за ступенем чистоти по всій довжині як «забруднену» і «брудну», а за станом – «задовільну» та «погану».

5. Рациональна організація та очищення поверхневого стоку з існуючою та проектною територією міста ( з урахуванням інженерно –геологічних чинників ) шляхом відновлення, ремонту існуючої та будівництва нової мережі дощової каналізації по всій площі міста ( в першу чергу на промислових майданчиках); будівництво очисних споруд існуючої зливової каналізації з житлової забудови і промислових територій з забезпеченням локальних випусків очищення стоків із застосуванням сучасних методів очищення повинні призвести до покращення екологічного стану території м. Житомир.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Куприянов В.В. Основы гидрологии городов // Географо гидрологический метод исследования вод суши. – М.: Изд-во ГО СССР, 1984. – С. 28–32.
2. Е.А. Бобров Социально экологические проблемы крупных городов и пути их решения// Серия Естественные науки. 2011. № 15 (110) С. 199–2008. Выпуск 16 URL: (дата звернення: 23.07.2020). <https://core.ac.uk/download/pdf/151230074.pdf>
3. Маслов Н.В. Градостроительная экология / Н. В. Маслов. – М.: Высш. шк., 2002. – 284 с.
4. Смольянинов В. М. Комплекс водорегулирующих мероприятий для борьбы с эрозией и искусственного пополнения подземных вод в условиях центрально-черноземных областей / В. М. Смольянинов. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1972. – 126 с.
5. Ричак. Н. Л. Формування якості річкових вод під впливом поверхневого стоку урбанізованих територій/ Н. Л. Ричак //Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Сер.: Геологія – Географія – Екологія. - 2013. - № 1049, Вип. 38. - С. 210-215. - URL: (дата звернення: 23.07.2020) [http://nbuv.gov.ua/UJRN/VKhG\\_2013\\_1049\\_38\\_42](http://nbuv.gov.ua/UJRN/VKhG_2013_1049_38_42)
6. Емельянова Ю. С. Влияние экологического состояния Жигулевского и Саратовского водохранилищ на водоснабжение городов: Материалы 8-й Междунар. научно-практ. конф. «Города России: проблемы строительства, инженерного обеспечения, благоустройства и экологии». – Пенза, 2006
7. Свергузова С. В., Проскурина И. И., Василевич Н. Н. Экологическая оценка состояния водных ресурсов Белгородской области: Сб. материалов Междунар. научно-практ. конф. «Природоресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России». – Пенза, 2005

8. Gromaire M. C. La pollution des eaux pluviales urbaines en rseau d'assainissement unitaire, caract ristiques et origines. PhD thesis, ENPC – Marne-laVall e, 1998.

9. House M. A., Ellis J. B., Herricks E. E., et al. Urban – impacts on receiving water quality // Water Science Technology. 1992. № 28.

9. Мостепан О.В. Оцінка збитків, довкіллю при надходженні зливових вод з автомобільних доріг / О.В. Мостепан // Вестник Харьковського національного автомобільного дорожнього університета: сб. науч. трудов. – 2007. – Выпуск 44. – С. 44-47.

10. Мостепан О.В. Дослідження впливу зливових на водних об'єктів / О.В. Мостепан // Вестник Харьковського національного автомобільного дорожнього університета: сб.науч.трудов. – 2011. – Выпуск 47. – С. 38 – 42.

11. Ніколев А.М. Поверхневий стік з як джерело забруднення річкових вод / А.М. Ніколев // Вісник Чернівецького національного університету імені Ю. Федьковича. – Серія: Географія. – 2014. – Вип. №524. – С. 6–8.

12. Ричак Н. Формування якості річкових вод під впливом поверхневого стоку з урбанізованих територій / Н. Ричак // Вісн. Харк. нац. ун–ту ім.В.Н. Каразіна. Сер.: Географія –Геологія – Екологія. – 2014. – № 1047, Вип. 34. – С. 211–216.

13. Ричак Н. Стан якості зливого – талого стоку транспортної урбофункціональної підсистеми басейну р. Харків / Н. Ричак, К Срібна // Вісн. Харк. нац. ун–ту ім. В.Н. Каразіна. Сер.: Географія –Геологія – Екологія. – 2014р. – № 1051, Вип. 40. – С.250–260.

15. Мануйлов М.Б., Шевченко А.К. Эколого – экономическая оценка влияния поверхностного стока, отводимого с урбанизированных территорий, //Економіка розвитку. – Харків: Вид-во ХНЕК 2009. -№ 2(37).-С. 14-24.

16. Хват В.М., Московкин М.Б., Мануйлов, Ронечко О.П. Об аэрозольном загрязнении поверхностного стока урбанизированных территорий// Метеорология и гидрология.-1991 - №2. – С. 114-115.

17. Дмитрієва О.О. Екологічно безпечне водокористування у населених пунктах України: К.: Рада по вивченню продуктивних сил України НАН України, 2008. – 429 с.
18. Ralf Rentz. Water and Sediment Quality of Urban Water Bodies in Cold Climates. Doctoral Thesis. Lulea, 2011 – 155 pp.
19. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод.- К.: Ніка – Центр, 2001.- 262 с. 8. Самойленко В.М., Верес К.О. Моделювання урболадшафтних басейнових геосистем. –К.: Ніка-Центр, 2007. – 292 с
20. Самойленко В.М., Верес К.О. Моделювання урболадшафтних басейнових геосистем. –К.: Ніка-Центр, 2007. – 292 с.
21. Пициль А.О. Оценка выноса загрязняющих веществ от неточечных источников на городских территориях / А.О. Пициль // Альманах современной науки и образования (Тамбов). – 2013. – №9 (76). – С. 141–144. URL: (дата звернення: 23.07.2020) [www.gramota.net/materials/1/2013/9/42.html](http://www.gramota.net/materials/1/2013/9/42.html)
22. Пициль А.О. Классификация источников поступления химических веществ с поверхностным стоком на селитебных территориях / А.О. Пициль // Teoria i praktyka – znazenie badan naukowych: zbior raportow naukowych, 29.07.2013-31.07.2013. – Lublin, 2013. – Cz. 1. – S. 30–36. URL: (дата звернення: 25.08.2020)[http://конференция.com.ua/files/image/scientific\\_conference\\_19/zbornik\\_nauchnih\\_dokladov\\_19\\_1.pdf](http://конференция.com.ua/files/image/scientific_conference_19/zbornik_nauchnih_dokladov_19_1.pdf)
23. Пициль А.О. Диффузное загрязнение водных объектов на городских территориях / А.О. Пициль // Естественные и математические науки в современном мире. (Новосибирск). – 2013. – № 8. – С. 95–101. Режим доступу: <http://sibac.info/conf/naturscience/viii/33451>
24. Піциль А. О. Екологічна оцінка поверхневого стоку з міських та сільських селитебних територій [Рукопис] : дис. ... канд. с.-г. наук : 03.00.16 / Піциль Андрій Орестович – Житомир : ЖНАЕУ, 2014. –187 с.
25. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В.Д. Романенко, В.М. Жукинський, О.П. Оксіюк та ін., – К.: Символ-Т, 1998. – 28 с.)

26. Мостепан О.В. Оцінка збитків, завданих докільлю при надходженні зливових вод з автомобільних доріг, розташованих на території підприємства / О.В. Мостепан // Вестник Харьковського національного автомобільного дорожнього університета: сб. науч. трудов. – 2008. – Випуск 43. – С. 43-46.

27. 1. Ковальчук А. Ю. Екологічна оцінка якості води р. Тетерів в результаті надходження поверхневого стоку з міських територій міста Житомир тези доповідей міжнародної студентської наукової конференції Молодіжна наукова ліга «Актуальні питання та перспективи проведення наукових досліджень» (6 листопада 2020 року), – Вінниця, 2020. С 19– 21. URL: (дата звернення: 10.11.2020) <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/liga/issue/view/06.11.2020/376>

28. Караушев А. В. Речная гидравлика. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 416

29. Савичев О. Г. Гидрология, метеорология и климатология: гидрологические расчеты: учебное пособие / О.Г. Савичев; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 223 с.

30. Жуков А.И., Монгайт И.Л., Родзиллер И.Д. Методы очистки производственных сточных вод. – М.: Стройиздат, 1977. – 204 с

31 Н. Д. Родзиллер «Указание по методам расчета смешения и разбавления сточных вод в реках, озерах и водохранилищах». - Москва, 1977.

32 Методические основы оценки и регламентирования антропогенного влияния вод/ Под ред. А.В. Караушева. - Л.: Гидрометеиздат, 1987

33. Методичні вказівки до виконання практичних занять "Екологічна оцінка якості поверхневих вод за відповідними категоріями" з начвальної дисципліни "Основи басейнового управління водогосподарськими системами" студентами за напрямом підготовки 6.040106 „Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування” денної та заочної форми навчання / А.В. Яцик, І.В. Гопчак, Рівне: НУВГП, 2012, - 26 с.

34. Досвід використання "Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями" (пояснення, застереження,

приклади) / А.В. Яцик, В.М. Жукинський, А.П. Чернявська, І.С. Єзловецька. – К.: Оріяни, 2006. – 44 с.

35. Яцик А.В. Водогосподарська екологія: у 4-х т, 7 кн. – К.: Генеза, 2004. – Т. 3, кн. 5. – 496 с.

36. Найманов А. Я. Современные проблемы поверхностного стока в Украине / А. Я. Найманов, Е. В. Яковенко // Вісн. Донбаської нац. акад. будівництва і архітектури. – 2012. – Вип. 23 (95). – С. 52

37. Управління поверхневим стоком сільськогосподарських територій та вдосконалення системи моніторингу в басейнах малих річок: метод. рекомендації / [М. Д. Мельничук, В. М. Боголюбов, Е. Г. Дегодюк та ін.]. – К.: НАУ, 2007. – 58с

38. Якість води. Визначання рН (ISO 10523:1994, MOD): ДСТУ 4077–2001. – Офіц. вид. – [Чинний від 2003–01–01]. – К: Держ. ком. України з питань техн. регулювання та споживчої політики, 2003. – 11 с. – (Національний стандарт України).

39. Стольберг Ф. В. Экология города / Ф. В. Стольберг. – К. : Либра, 2000. – 465 с.

40. Современные проблемы поверхностного стока в Украине / Г. М. Семчук, В. П. Рудий, С. В. Разметаев [и др.] // Экология и здоровье человека. Охрана водного и воздушного бассейнов. Утилизация отходов: сб. науч. тр. XII междунар. науч.–техн. конф., 7–11 июня 2004 г.: в 3-х т. / Укр. гос. НИИ проблем водоснабжения, водоотведения и охраны окруж. природной среды «Укр ВОДГЕО». – Харьков, 2004. – Т. 3. – С. 591–593.

## ДОДАТКИ

## Додаток А

Таблиця А 1

Забруднення дощового поверхневого стоку міста Житомир [24].

№	Водозбір	Показники	Показники якості поверхневого стоку мг/л										
			NH <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	БПК <sub>5</sub>	Fe	Zn	Cu	XПК	НП	ВВ
1	№1	Min	0,15	0,13	0,27	0,21	4,3	0,31	0,08	0,01	24,16	0,08	8,9
		Max	1,1	0,35	2,5	0,63	12,8	1,35	0,2	0,01	64,6	0,9	80,3
		Ser	0,6	0,23	1,4	0,37	10,8	0,8	0,15	0,01	45,7	0,23	35,6
2	№2	Min	0,27	0	0,57	0,08	3,7	0,6	0,09	0,02	8,27	0,02	3,5
		Max	1,42	0,3	1,9	0,27	28,2	1,35	0,37	0,1	85,36	0,91	42,4
		Ser	0,80	0,2	1,45	0,19	14,2	1,10	0,22	0,05	55,7	0,56	25,4
3	№3	Min	0,17	0,2	0	0	5,3	0,27	0	0	6,77	0	4,3
		Max	1,06	0,9	2,2	0,37	17,6	1,44	0,12	0,13	62,8	0,91	62,8
		Ser	0,68	0,7	1,34	0,24	13,7	1,10	0,09	0,07	34,6	0,6	45,6
4	№4	Min	0,29	0,25	0	0	5,3	0	0,17	0	8,42	0,5	13,3
		Max	3,4	1,2	1,92	0,67	37,8	5,2	0,42	0,11	85,36	3,5	150
		Ser	1,20	0,9	1,70	0,45	27,80	1,54	0,35	0,09	67,7	1,45	56,7

## р.Тетерів , водозбір №3

Забруденість дощового стоку м. Житомир мг/л												
	амон	нітри	нітра	PO	БПК	Fe	Zn	Cu	ХСК	НП	ЗР	pH
min	0,17	0,02	0,00	0,00	5,30	0,27	0,00	0,00	6,77	0,00	4,30	6,83
max	1,06	0,09	2,20	0,37	17,60	1,44	0,12	0,13	62,80	0,91	62,80	7,76
ser	0,68	0,07	1,34	0,24	13,70	1,10	0,09	0,07	34,60	0,60	45,60	7,33
Концентрація після розбавлення без фону мгN/л, мкг/л												
<b>min/n</b> <b>500м</b>	0,024	0,001	0,000	0,000	0,964	49,091	0,000	0,000	1,231	0,000	0,782	1,242
<b>1 м</b>	0,094	0,004	0,000	0,000	3,786	192,857	0,000	0,000	4,836	0,000	3,071	4,879
<b>95%</b>	0,017	0,001	0,000	0,000	0,697	35,526	0,000	0,000	0,891	0,000	0,566	0,899
<b>max/n</b> <b>500м</b>	0,149	0,005	0,090	0,022	3,200	261,818	21,818	23,636	11,418	165,455	11,418	1,411
<b>1 м</b>	0,587	0,020	0,355	0,086	12,571	1028,571	85,714	92,857	44,857	650,000	44,857	5,543
<b>95%</b>	0,108	0,004	0,065	0,016	2,316	189,474	15,789	17,105	8,263	119,737	8,263	1,021
<b>ser/n</b> <b>500м</b>	0,096	0,004	0,055	0,014	3,200	200,000	16,364	12,727	6,291	109,091	8,291	1,333
<b>1 м</b>	0,000	0,015	0,216	0,056	12,571	785,714	64,286	50,000	24,714	428,571	32,571	5,236
<b>95%</b>	0,069	0,003	0,040	0,010	1,803	144,737	11,842	9,211	4,553	78,947	6,000	0,964
Концентрація після розбавлення з врахуванням фону мгN/л, мкг/л												
<b>min/n</b> <b>500м</b>	2,081	1,394	0,272	2,421	4,965	863,603			29,595	329,429		
<b>1 м</b>	0,387	0,188	0,033	0,295	5,259	105,499			9,860	133,143		
<b>95%</b>	2,322	1,566	0,307	2,728	4,923	972,896			32,396	344,466		
<b>max/n</b> <b>500м</b>	2,565	1,441	0,427	2,476	12,036	1637,369			51,228	775,876		
<b>1 м</b>	1,371	0,263	0,477	0,426	20,677	1167,559			65,584	746,038		
<b>95%</b>	2,689	1,602	0,421	2,769	10,255	1567,233			48,561	687,384		
<b>ser/n</b> <b>500м</b>	2,257	1,426	0,385	2,457	9,733	1092,845			43,473	470,861		
<b>1 м</b>	0,813	0,326	0,355	0,381	15,704	420,377			41,837	327,449		



<b>95%</b>	2,455	1,590	0,391	2,755	8,517	1148,975			42,832	453,098		
<b>Концентрація після розбавлення з врахуванням фону мг/л для порівняння з ГДК</b>												
<b>min/n 500м</b>	2,678	4,567	1,205	7,427	4,965	0,912			29,595	0,330		
<b>1 м</b>	0,472	0,608	0,147	0,906	5,259	0,298			9,860	0,133		
<b>95%</b>	2,992	5,131	1,357	8,367	4,923	1,008			32,396	0,345		
<b>max/n 500м</b>	3,266	4,712	1,581	7,549	12,036	1,899			51,228	0,941		
<b>1 м</b>	1,599	0,817	0,894	1,129	20,677	2,195			65,584	1,395		
<b>95%</b>	3,438	5,243	1,642	8,460	10,255	1,756			48,561	0,807		
<b>ser/n 500м</b>	2,885	4,667	1,513	7,509	9,733	1,292			43,473	0,580		
<b>1 м</b>	0,940	0,751	0,710	1,053	15,704	1,205			41,837	0,756		
<b>95%</b>	3,148	5,207	1,592	8,429	8,517	1,294			42,832	0,532		

**перевідні**  
**коефіцієнти**  
**0,775 амоній**  
**0,305 нітрити**  
**0,226 нітрати**  
**0,326 фосфор**

## р. Тетерів, водозбір №4

Забрудненість дощового стоку м. Житомир мг/л												
	амон	нітри	нітра	РО	БПК	Fe	Zn	Cu	ХСК	НП	ЗР	pH
<b>min</b>	0,29	0,25	0,00	0,00	5,30	0,00	0,17	0,00	8,42	0,50	13,30	6,76
<b>max</b>	3,40	1,20	1,92	0,67	37,80	5,20	0,42	0,11	85,36	3,50	55,50	7,82
<b>ser</b>	1,20	0,90	1,70	0,45	2708,00	1,54	0,35	0,09	67,70	1,45	56,70	7,43

Концентрація після розбавлення без фону мгN/л, мкг/л												
<b>min/n 500м</b>	0,041	0,014	0,000	0,000	0,964	0,000	30,909	0,000	1,531	90,909	2,418	1,229
<b>1 м</b>	0,161	0,054	0,000	0,000	3,786	0,000	121,429	0,000	6,014	357,143	9,500	4,829
<b>95%</b>	0,030	0,010	0,000	0,000	0,697	0,000	22,368	0,000	1,108	65,789	1,750	0,889
<b>max/n 500м</b>	0,479	0,067	0,079	0,040	6,873	945,455	76,364	20,000	15,520	636,364	10,091	1,422
<b>1 м</b>	1,882	0,261	0,310	0,156	27,000	3714,286	300,000	78,571	60,971	2500,000	39,643	5,586
<b>95%</b>	0,347	0,048	0,057	0,029	4,974	684,211	55,263	14,474	11,232	460,526	7,303	1,029
<b>ser/n 500м</b>	0,169	0,050	0,070	0,027	6,873	280,000	63,636	16,364	12,309	263,636	10,309	1,351
<b>1 м</b>	0,000	0,196	0,274	0,105	27,000	1100,000	250,000	64,286	48,357	1035,714	40,500	5,307
<b>95%</b>	0,122	0,036	0,051	0,019	356,316	202,632	46,053	11,842	8,908	190,789	7,461	0,978

перевідні  
коефіцієнти  
**0,775** амоній  
**0,305** нітриту  
**0,226** нітрату  
**0,326** фосфору

<b>Концентрація після розбавлення з врахуванням фону мгN/л, мкг/л</b>												
<b>Скрат</b>	1,950	2,050	0,040	3,170	1,600	4,300			1,350	1,270		
<b>Сф мгN/л,</b>	3,023	2,063	0,407	3,617	4,800	1290,000			40,500	381,000		
<b>С мг/л</b>	3,900	6,765	1,800	11,095	4,800	1,290	0,000	0,000	40,500	0,381	0,000	0,000
<b>min/n 500м</b>	2,514	1,702	0,333	2,959	4,891	1055,455			34,667	402,636		
<b>1 м</b>	1,024	0,644	0,116	1,033	5,157	368,571			17,586	466,000		
<b>95%</b>	2,654	1,802	0,353	3,141	4,866	1120,263			36,279	396,658		
<b>max/n 500м</b>	2,952	1,755	0,412	2,999	10,800	2000,909			48,656	948,091		
<b>1 м</b>	2,746	0,851	0,426	1,189	28,371	4082,857			72,543	2608,857		
<b>95%</b>	2,972	1,840	0,410	3,170	9,142	1804,474			46,403	791,395		
<b>ser/n 500м</b>	2,642	1,738	0,403	2,986	8,851	1335,455			45,445	575,364		
<b>1 м</b>	1,528	1,088	0,487	1,138	20,714	1468,571			59,929	1144,571		
<b>95%</b>	2,747	1,828	0,404	3,160	7,732	1322,895			44,079	521,658		
<b>Концентрація після розбавлення з врахуванням фону мг/л для порівняння з ГДК</b>												
<b>min/n 500м</b>	3,244	5,580	1,473	9,078	4,891	1,055			34,667	0,403		
<b>1 м</b>	1,321	2,111	0,514	3,170	5,157	0,369			17,586	0,466		
<b>95%</b>	3,425	5,908	1,563	9,635	4,866	1,120			36,279	0,397		
<b>max/n 500м</b>	3,809	5,753	1,822	9,200	10,800	2,001			48,656	0,948		
<b>1 м</b>	3,543	2,790	1,886	3,649	28,371	4,083			72,543	2,609		
<b>95%</b>	3,834	6,033	1,816	9,723	9,142	1,804			46,403	0,791		
<b>ser/n 500м</b>	3,409	5,699	1,782	9,160	8,851	1,335			45,445	0,575		
<b>1 м</b>	1,971	2,576	1,729	3,491	20,714	1,469			59,929	1,145		
<b>95%</b>	3,545	5,993	1,787	9,694	7,732	1,323			44,079	0,522		

**р. Кам'янка , водозбір №1**

Забруденість дощового стоку м. Житомир мг/л												
	амон	нітри	нітра	РО	БПК	Fe	Zn	Cu	ХСК	НП	ЗР	pH
<b>min</b>	0,15	0,13	0,27	0,21	4,30	0,31	0,08	0,01	24,16	0,08	8,90	6,36
<b>max</b>	1,10	0,35	2,50	0,63	12,80	1,35	0,20	0,01	64,60	0,90	80,30	7,96
<b>ser</b>	0,60	0,23	1,40	0,37	10,80	0,80	0,15	0,01	45,70	0,23	35,60	7,40

Концентрація після розбавлення без фону мгN/л, мкг/л												
<b>min/n 500м</b>	0,07	0,02	0,04	0,04	2,65	191,36	49,38	6,17	14,91	0,05	5,49	3,93
<b>1 м</b>	0,05	0,02	0,03	0,03	1,97	142,20	36,70	4,59	11,08	0,04	4,08	2,92
<b>95%</b>	0,05	0,02	0,02	0,03	1,73	125,00	32,26	4,03	9,74	0,03	3,59	2,56
<b>max/n 500м</b>	0,53	0,07	0,35	0,13	7,90	833,33	123,46	6,17	39,88	0,56	49,57	4,91
<b>1 м</b>	0,39	0,05	0,26	0,09	5,87	619,27	91,74	4,59	29,63	0,41	36,83	3,65
<b>95%</b>	0,34	0,04	0,23	0,08	5,16	544,35	80,65	4,03	26,05	0,36	32,38	3,21
<b>ser/n 500м</b>	0,29	0,04	0,20	0,07	6,67	493,83	92,59	6,17	28,21	0,14	21,98	4,57
<b>1 м</b>	0,21	0,03	0,15	0,06	4,95	366,97	68,81	4,59	20,96	0,11	16,33	3,39
<b>95%</b>	0,19	0,03	0,13	0,05	4,35	322,58	60,48	4,03	18,43	0,09	14,35	2,98

перевідні  
коефіцієнти  
0,775 амоній  
0,305 нітрити  
0,226 нітрати  
0,326 фосфор

**Екологічна оцінка якості води річки Тетерів №2 за трофо-сапробіологічними (еколого-санітарними) показниками в пунктах спостережень за даними 2019 р.**

№ ПУНКТУ	Басейн річки, пункт	Найгірші і середні значення трофо-сапробіологічних показників якості води, мг/дм <sup>3*</sup> )																	
		Завислі речовини		рН (одиниць)		Азот амонійний		Азот нітритний		Азот нітратний		Фосфор фосфатів		Розчинений кисень		Прозорість (см)		Перманганатна окисність	
		велич.	кат.	велич.	кат.	велич.	кат.	велич.	кат.	велич.	кат.	велич.	кат.	велич.	кат.	велич.	кат.	велич.	кат.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>р. Тетерів</b>																			
1	<b>min/n 500м</b>					2,095	6	1,393	7	0,296	2	2,426	7						
2	1 м					0,442	4	0,184	7	0,125	1	0,314	7						
3	95%					2,332	6	1,565	7	0,324	3	2,731	7						
4	<b>max/n 500м</b>					2,615	7	1,438	7	0,415	3	2,470	7						
5	1 м					1,571	6	0,250	7	0,428	3	0,403	7						
6	95%					2,726	9	1,599	7	0,413	3	2,764	7						
7	<b>ser/n 500м</b>					2,274	6	1,423	7	0,389	3	2,454	7						
8	1 м					0,879	5	0,315	7	0,373	3	0,369	7						
9	95%					2,467	6	1,588	7	0,394	3	2,752	7						

## Продовження додатку В 1

		Екологічна оцінка якості води за трофо-сапробіологічними показниками (I <sub>2</sub> )													
Біхроматна окисність ХСК		БСК <sub>5</sub>		Підсумкові розрахунки			Значення індексу (I <sub>2</sub> )	Рівень трофності			Зона сапробності			Клас якості	
велич.	кат.	велич.	кат.	n	$\Sigma$	$\bar{x}$		кат.	суб-кат.	словесна характеристика	кат.	суб-кат.	словесна характеристика		
1	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
<b>р. Тетерів</b>															
1	29,868	4	4,674	5	6	31	5,17	5,2	5	5	евполітрофна	5	5	$\alpha'$ -мезосапробна	III
2	10,932	2	4,116	5	6	26	4,33	4,3	4	4(5)	евтрофна	4	4(5)	$\beta''$ - мезосапробна	III
3	32,594	5	4,713	5	6	33	5,50	5,5	5	5(6)	евполітрофна	5	5(6)	$\alpha'$ -мезосапробна	III
4	55,329	6	13,964	7	6	37	6,17	6,2	6	6	політрофна	6	6	$\alpha''$ -мезосапробна	IV
5	81,698	7	28,249	7	6	37	6,17	6,2	6	6	політрофна	6	6	$\alpha''$ -мезосапробна	IV
6	51,529	6	11,650	6	6	38	6,33	6,3	6	6(7)	політрофна	6	6(7)	$\alpha''$ -мезосапробна	IV
7	47,310	6	9,824	6	6	35	5,83	5,8	6	6(5)	політрофна	6	6(5)	$\alpha''$ -мезосапробна	IV
8	56,908	6	16,061	7	6	35	5,83	5,8	6	6(5)	політрофна	6	6(5)	$\alpha''$ -мезосапробна	IV
9	45,608	6	8,583	6	6	35	5,83	5,8	6	6(5)	політрофна	6	6(5)	$\alpha''$ -мезосапробна	IV

Екологічна оцінка якості води річки Тетерів №2 за специфічними показниками в пунктах спостережень за даними 2019 р.

№ ПУНКТУ	Басейн річки, пункт	Найгірші і середні значення специфічних показників якості ВОДИ, мкг/дм <sup>3*</sup> )										Екологічна оцінка якості води за критеріями специфічних речовин токсичної дії (I <sub>3</sub> )						
		кадмій		мідь		залізо				нафтопродукти		Підсумкові розрахунки				I <sub>3</sub>		Клас якості води
		велич.	кат.	велич.	кат.	велич.	кат.	Клас	кат.	велич.	кат.	n	∑	$\bar{x}$	I <sub>3</sub>	кат.	субкат.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
<b>р. Тетерів</b>																		
1	<b>min/n 500м</b>					863,663	5			329,433	7	2	12	6,00	6,0	6	6	IV
2	1 м					105,735	4			133,157	5	2	9	4,50	4,5	4	4(5)	III
3	95%					972,939	5			344,469	7	2	12	6,00	6,0	6	6	IV
4	<b>max/n 500м</b>					1637,35	6			775,876	7	2	13	6,50	6,5	6	6(7)	IV
5	1 м					1167,49	6			746,038	7	2	13	6,50	6,5	6	6(7)	IV
6	95%					1567,22	6			687,384	7	2	13	6,50	6,5	6	6(7)	IV
7	<b>ser/n 500м</b>					1092,82	6			470,854	7	2	13	6,50	6,5	6	6(7)	IV
8	1 м					420,313	4			327,420	7	2	11	5,50	5,5	5	5(6)	III
9	95%					1148,96	6			453,092	7	2	13	6,50	6,5	6	6(7)	IV

**Об'єднана екологічна оцінка якості води річки Тетерів №2 по блоковим індексам ( $I_1, I_2, I_3$ ) і величиною інтегрального екологічного індексу ( $I_E$ ) за даними 2019 р.**

№	Басейн річки, пункт	Значення індексів							
		$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_E$	Стан за		Ступінь чистоти за	
						категорією.	класом.	категорією	класом.
1	2	3	4	5	6	11	12	13	14
<b>р. Тетерів</b>									
1	min/n 500м		5,2	6,0	5,6	погана	погана	брудна	брудна
2	1 м		4,3	4,5	4,4	задовільна	задовільна	Слабко забруднена	забруднена
3	95%		5,5	6,0	5,8	погана	погана	брудна	брудна
4	max/n 500м		6,2	6,5	6,4	погана	погана	брудна	брудна
5	1 м		6,2	6,5	6,4	погана	погана	брудна	брудна
6	95%		6,3	6,5	6,4	погана	погана	брудна	брудна
7	ser/n 500м		5,8	6,5	6,2	погана	погана	брудна	брудна
8	1 м		5,8	5,5	5,7	погана	погана	брудна	брудна
9	95%		5,8	6,5	6,2	погана	погана	брудна	брудна



## Додаток В 4

**Екологічна оцінка якості води річки Тетерів №3 за трофо-сапробіологічними (еколого-санітарними) показниками в пунктах спостережень за даними 2019 р.**

№ ПУНКТУ	Басейн річки, пункт	Найгірші і середні значення трофо-сапробіологічних показників якості води, мг/дм <sup>3*</sup> )																	
		Завислі речовини		рН (одиниць)		Азот амонійний		Азот нітритний		Азот нітратний		Фосфор фосфатів		Розчинений кисень		Прозорість (см)		Перманганатна окисність	
		велич.	кат.	велич.	кат.	велич.	кат.	велич.	кат.	велич.	кат.	велич.	кат.	велич.	кат.	велич.	кат.	велич.	кат.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>р. Тетерів</b>																			
1	<b>min/n 500м</b>					2,081	6	1,394	7	0,272	2	2,421	7						
2	1 м					0,387	4	0,188	7	0,033	1	0,295	6						
3	95%					2,322	6	1,566	7	0,307	3	2,728	7						
4	<b>max/n 500м</b>					2,565	6	1,441	7	0,427	3	2,476	7						
5	1 м					1,371	6	0,263	7	0,477	3	0,426	7						
6	95%					2,689	7	1,602	7	0,421	3	2,769	7						
7	<b>ser/n 500м</b>					2,257	6	1,426	7	0,385	3	2,457	7						
8	1 м					0,813	5	0,326	7	0,355	3	0,381	7						
9	95%					2,455	6	1,590	7	0,391	3	2,755	7						

## Продовження Додатку В.4.

		Екологічна оцінка якості води за трофо-сапробіологічними показниками (I <sub>2</sub> )													
Біхроматна окисність ХСК		БСК <sub>5</sub>		Підсумкові розрахунки			Значення індексу (I <sub>2</sub> )	Рівень трофності			Зона сапробності			Клас якості	
велич.	кат.	велич.	кат.	n	$\Sigma$	$\bar{x}$		кат.	суб-кат.	словесна характеристика	кат.	суб-кат.	словесна характеристика		
1	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
<b>р. Тетерів</b>															
1	29,595	4	4,965	5	6	31	5,17	5,2	5	5	евполітрофна	5	5	$\alpha'$ -мезосапробна	III
2	9,860	2	5,259	5	6	25	4,17	4,2	4	4	евтрофна	4	4	$\beta''$ - мезосапробна	III
3	32,396	5	4,923	5	6	33	5,50	5,5	5	5(6)	евполітрофна	5	5(6)	$\alpha'$ -мезосапробна	III
4	51,228	6	12,036	7	6	36	6,00	6,0	6	6	політрофна	6	6	$\alpha''$ -мезосапробна	IV
5	65,584	7	20,677	7	6	37	6,17	6,2	6	6	політрофна	6	6	$\alpha''$ -мезосапробна	IV
6	48,561	6	10,255	6	6	36	6,00	6,0	6	6	політрофна	6	6	$\alpha''$ -мезосапробна	IV
7	43,473	6	9,733	6	6	35	5,83	5,8	6	6(5)	політрофна	6	6(5)	$\alpha''$ -мезосапробна	IV
8	41,837	6	15,704	7	6	35	5,83	5,8	6	6(5)	політрофна	6	6(5)	$\alpha''$ -мезосапробна	IV
9	42,832	6	8,517	6	6	35	5,83	5,8	6	6(5)	політрофна	6	6(5)	$\alpha''$ -мезосапробна	IV

## Додаток В 5

**Екологічна оцінка якості води річки Тетерів №3 за специфічними показниками в пунктах спостережень за даними 2019 р.**

№ ПУНКТУ	Басейн річки, пункт	Найгірші і середні значення специфічних показників якості ВОДИ, мкг/дм <sup>3*</sup> )										Екологічна оцінка якості води за критеріями специфічних речовин токсичної дії (I <sub>3</sub> )						
		кадмій		мідь		залізо				нафтопродукти		Підсумкові розрахунки				I <sub>3</sub>		Клас якості води
		велич.	кат.	велич.	кат.	велич.	кат.	Клас	кат.	велич.	кат.	n	∑	$\bar{x}$	I <sub>3</sub>	кат.	субкат.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
<b>р. Тетерів</b>																		
1	<b>min/n 500м</b>					863,6	5			329,4	7	2	12	6,00	6,0	6	6	IV
2	1 м					105,4	4			133,1	5	2	9	4,50	4,5	4	4(5)	III
3	95%					972,8	5			344,4	7	2	12	6,00	6,0	6	6	IV
4	<b>max/n 500м</b>					1637,3	6			775,8	7	2	13	6,50	6,5	6	6(7)	IV
5	1 м					1167,5	6			746,0	7	2	13	6,50	6,5	6	6(7)	IV
6	95%					1567,2	6			687,3	7	2	13	6,50	6,5	6	6(7)	IV
7	<b>ser/n 500м</b>					1092,845	6			470,8	7	2	13	6,50	6,5	6	6(7)	IV
8	1 м					420,3	4			327,4	7	2	11	5,50	5,5	5	5(6)	III
9	95%					1148,97	6			453,0	7	2	13	6,50	6,5	6	6(7)	IV

Додаток В 6

**Об'єднана екологічна оцінка якості води річки Тетерів №3 по блоковим індексам (I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub>) і величиною інтегрального екологічного індексу (I<sub>E</sub>) за даними 2019 р.**

№	Басейн річки, пункт	Значення індексів							
		I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>E</sub>	Стан за		Ступінь чистоти за	
						категорією.	класом.	категорією	класом.
1	2	3	4	5	6	11	12	13	14
<b>р. Тетерів</b>									
1	min/n 500м		5,2	6,0	5,6	погана	погана	брудна	брудна
2	1 м		4,2	4,5	4,4	задовільна	задовільна	Слабко забруднена	забруднена
3	95%		5,5	6,0	5,8	погана	погана	брудна	брудна
4	max/n 500м		6,0	6,5	6,3	погана	погана	брудна	брудна
5	1 м		6,2	6,5	6,4	погана	погана	брудна	брудна
6	95%		6,0	6,5	6,3	погана	погана	брудна	брудна
7	ser/n 500м		5,8	6,5	6,2	погана	погана	брудна	брудна
8	1 м		5,8	5,5	5,7	погана	погана	брудна	брудна
9	95%		5,8	6,5	6,2	погана	погана	брудна	брудна

Додаток В 7

**Екологічна оцінка якості води річки Тетерів №4 за трофо-сапробіологічними (еколого-санітарними) показниками в пунктах спостережень за даними 2019 р.**

№ ПУНКТУ	Басейн річки, пункт	Найгірші і середні значення трофо-сапробіологічних показників якості води, мг/дм <sup>3*</sup>																	
		Завислі речовини		рН (одиниць)		Азот амонійний		Азот нітритний		Азот нітратний		Фосфор фосфатів		Розчинений кисень		Прозорість (см)		Перманганатна окисність	
		велич.	кат.	велич.	кат.	велич.	кат.	велич.	кат.	велич.	кат.	велич.	кат.	велич.	кат.	велич.	кат.	велич.	кат.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>р. Тетерів</b>																			
1	<b>min/n 500м</b>					2,514	7	1,702	7	0,333	3	2,959	7						
2	1 м					1,024	6	0,644	7	0,116	1	1,033	7						
3	95%					2,654	7	1,802	7	0,353	3	3,141	7						
4	<b>max/n 500м</b>					2,952	7	1,755	7	0,412	3	2,999	7						
5	1 м					2,746	7	0,851	7	0,426	3	1,189	7						
6	95%					2,972	7	1,840	7	0,410	3	3,170	7						
7	<b>ser/n 500м</b>					2,642	7	1,738	7	0,403	3	2,986	7						
8	1 м					1,528	6	1,088	7	0,487	3	1,138	7						
9	95%					2,747	7	1,828	7	0,404	3	3,160	7						

## Продовження Додатку В 7

		Екологічна оцінка якості води за трофо-сапробіологічними показниками (I <sub>2</sub> )													
Біхроматна окисність ХСК		БСК <sub>5</sub>		Підсумкові розрахунки			Значення індексу (I <sub>2</sub> )	Рівень трофності			Зона сапробності			Клас якості	
велич.	кат.	велич.	кат.	n	Σ	$\bar{x}$		кат.	суб-кат.	словесна характеристика	кат.	суб-кат.	словесна характеристика		
1	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
<b>р. Тетерів</b>															
1	34,667	5	4,891	5	6	34	5,67	5,7	6	5-6)	політрофна	6	5-6	α''-мезосапробна	IV
2	17,586	3	5,157	5	6	29	4,83	4,8	5	5(4)	евполітрофна	5	5(4)	α'-мезосапробна	III
3	36,279	5	4,866	5	6	34	5,67	5,7	6	5-6)	політрофна	6	5-6	α''-мезосапробна	IV
4	48,656	6	10,800	6	6	36	6,00	6,0	6	6	політрофна	6	6	α''-мезосапробна	IV
5	72,543	7	28,371	7	6	38	6,33	6,3	6	6(7)	політрофна	6	6(7)	α''-мезосапробна	IV
6	46,403	6	9,142	6	6	36	6,00	6,0	6	6	політрофна	6	6	α''-мезосапробна	IV
7	45,445	6	8,851	6	6	36	6,00	6,0	6	6	політрофна	6	6	α''-мезосапробна	IV
8	59,929	6	20,714	7	6	36	6,00	6,0	6	6	політрофна	6	6	α''-мезосапробна	IV
9	44,079	6	7,732	6	6	36	6,00	6,0	6	6	політрофна	6	6	α''-мезосапробна	IV

**Екологічна оцінка якості води річки Тетерів №4 за специфічними показниками в пунктах спостережень за даними 2019 р.**

№ ПУНКТУ	Басейн річки, пункт	Найгірші і середні значення специфічних показників якості води, мкг/дм <sup>3*</sup> )										Екологічна оцінка якості води за критеріями специфічних речовин токсичної дії (I <sub>3</sub> )						
		кадмій		мідь		залізо				нафтопродукти		Підсумкові розрахунки				I <sub>3</sub>		Клас якості води
		велич.	кат.	велич.	кат.	велич.	кат.	Клас	кат.	велич.	кат.	n	Σ	$\bar{x}$	I <sub>3</sub>	кат.	субкат	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
<b>р. Тетерів</b>																		
1	<b>min/n 500м</b>					1055,455	6			402,6	7	2	13	6,50	6,5	6	6(7)	IV
2	1 м					368,571	4			466,0	7	2	11	5,50	5,5	5	5(6)	III
3	95%					1120,263	6			396,6	7	2	13	6,50	6,5	6	6(7)	IV
4	<b>max/n 500м</b>					2000,909	6			948,0	7	2	13	6,50	6,5	6	6(7)	IV
5	1 м					4082,857	7			2608,8	7	2	14	7,00	7,0	7	7	V
6	95%					1804,474	6			791,3	7	2	13	6,50	6,5	7	6(7)	IV
7	<b>ser/n 500м</b>					1335,455	6			575,3	7	2	13	6,50	6,5	7	6(7)	IV
8	1 м					1468,571	6			1144,5	7	2	13	6,50	6,5	7	6(7)	IV
9	95%					1322,895	6			521,6	7	2	13	6,50	6,5	7	6(7)	IV

**Об'єднана екологічна оцінка якості води річки Тетерів №4 по блоковим індексам (I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub>) і величиною інтегрального екологічного індексу (I<sub>E</sub>) за даними 2019 р.**

№	Басейн річки, пункт	Значення індексів							
		I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>E</sub>	Стан за		Ступінь чистоти за	
						категорією.	класом.	категорією	класом.
1	2	3	4	5	6	11	12	13	14
<b>р. Тетерів</b>									
1	min/n 500м		5,7	6,5	6,1	погана	погана	брудна	брудна
2	1 м		4,8	5,5	5,2	посередня	задовільна	помірно забруднена	забруднена
3	95%		5,7	6,5	6,1	погана	погана	брудна	брудна
4	max/n 500м		6,0	6,5	6,3	погана	погана	брудна	брудна
5	1 м		6,3	7,0	6,7	дуже погані	дуже погані	дуже брудні	дуже брудні
6	95%		6,0	6,5	6,3	погана	погана	брудна	брудна
7	ser/n 500м		6,0	6,5	6,3	погана	погана	брудна	брудна
8	1 м		6,0	6,5	6,3	погана	погана	брудна	брудна
9	95%		6,0	6,5	6,3	погана	погана	брудна	брудна