МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет лісового господарства та екології
Кафедра екології

Кваліфікаційна робота

на правах рукопису

Карпов Назарій Олегович

УДК 504.453

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Якісна оцінка води річки Тетерів при надходженні поверхневого стоку з урбанізованих територій м. Житомира

101 «Екологія»

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

_____ **Н. О. Карпов**
(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи
Піціль А. О.
к.с-г.н

Житомир – 2023

АНОТАЦІЯ

Карпов Н. О. Якісна оцінка води річки Тетерів при надходженні поверхневого стоку з урбанізованих територій м. Житомира.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 101 – Екологія. – Поліський національний університет, Житомир, 2023.

Ця кваліфікаційна робота є результатом екологічної оцінки якості води річки Тетерів внаслідок поверхневого стоку з міського водозбору та пропозицією щодо охорони навколишнього середовища.

Ключові слова: поверхневий стік, водозбір, ландшафт, дощовий стік, екологічна оцінка, забруднення, селітебні території, поверхневі води.

Abstract

Karpov N. O. Qualitative assessment of the water of the Teteriv River when receiving surface runoff from the urbanized areas of Zhytomyr.– Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualification work for the bachelor in ecology in specialty 101 Ecology. – Polissya National University, Zhytomyr, 2023. – Polissya National University, Zhytomyr, 2023.

This qualification work is the result of an environmental assessment of the water quality of the Teteriv river as a result of surface runoff from the city catchment and a proposal for environmental protection.

Keywords: surface runoff, catchment, landscape, rain runoff, ecological assessment, pollution, residential areas, surface water.

ЗМІСТ

ВСТУП 4

РОЗДІЛ 1. ЗАБРУДНЕННЯ МІСЬКИХ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ПОВЕРХНЕВИМ СТОКОМ 6

Висновки до розділу 1 10

РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРИТОРІЇ ОБ'ЄКТУ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ 11

2.1. Загальна характеристика м. Житомира 11

2.2. Природно-кліматичні умови м. Житомир 14

2.3. Програма та методика дослідження 15

Висновки до розділу 2 21

РОЗДІЛ 3. ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ В РЕЗУЛЬТАТІ НАДХОДЖЕННЯ ПОВЕРХНЕВОГО СТОКУ 22

3.1. Розрахунок кратності розведення поверхневого стоку з водами водного об'єкта р. Тетерів 22

3.2. Екологічна оцінка якості води р. Тетерів за результатами досліджень 25

3.3. Методи регулювання поверхневого стоку спрямовані на зменшення надходження забруднюючих речовин з міських водозбірних територій 28

Висновки до розділу 3 29

ВИСНОВКИ 30

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 31

ДОДАТКИ 34-52

ВСТУП

Наразі майже в усіх регіонах України склалася напружена екологічна ситуація, яка серйозно загрожує здоров'ю населення. Серед багатьох питань, що визначають стан поверхневих джерел, особливе місце займає питання забруднення поверхневим стоком.

По-перше, на думку дослідників, це пов'язано з тим, що стік має антропогенний вплив на водойми в набагато більшому масштабі, ніж інші джерела забруднення. Значна частина річного поверхневого стоку не відповідає вимогам які запропоновані до стічних вод. Забруднення поверхневих водних джерел і річок переконливо свідчить про неефективність існуючих систем техногенного екологічного регулювання.

Проблема охорони річок від забруднення поверхневими стічними водами є надзвичайно складною і вирішується в основному організаційно-технічними заходами. Їх реалізація потребує часу та вкладення значних грошових і трудових ресурсів.

Тому на сьогоднішній день є актуальним завдання об'єктивної оцінки впливу поверхневого стоку на якість води річкових об'єктів з метою проведення у разі необхідності кваліфікованих водоохоронних заходів.

Метою роботи є проведення екологічної оцінки якості води р. Тетерів в результаті надходження поверхневого стоку з урбанізованого ландшафту міста Житомира та запропонувати заходи щодо зменшення негативного впливу поверхневого стоку житлових територій на навколишнє середовище.

Для досягнення вищезазначених цілей пропонуються наступні завдання:

– дослідження сучасного стану поверхневого стоку Житомира;

– розрахунок поширення забруднення у водоймах з урахуванням поверхневого стоку як одного з основних джерел забруднення річок;

– екологічна оцінка якості поверхневих вод за відповідними категоріями при скиді поверхневого стоку м. Житомира;

– запропонувати систему заходів, спрямованих на зменшення надходження забруднюючих речовин у міські водні об’єкти.

Об'єкти дослідження – забруднення річок міста Житомир поверхневим стоком, який надходить в результаті атмосферних опадів.

Предмет дослідження – якісні показники стану води річки Тетерів в результаті потрапляння та змиву забруднень з поверхневим стоком.

Виконуватись поставлені завдання з використанням методів математичної статистики (регресійні, дискретний), планування експерименту та математичного моделювання.

Перелік публікацій:

1. Карпов Н. О. Основні забруднювачі підземних вод за регіонами України. Магістерські читання – 2022 : тези доповідей V студентської конференції (02 грудня 2022 р., м. Житомир) – Житомир : «Поліський національний університет», 2022. С. 22–24.

2. Карпов Н.О., Кононов О.А., Андросович В. В. Огляд стану лісів та лісового господарства України. Екологія. Наука. Практика – 2022 Матеріали XVIII Всеукраїнської науково-практичної конференції, м. Житомир, 21 травня 2022 року. Житомир. – « Поліський національний університет », 2022. С. 29–31.

Практичні цінність результатів: Результати випускної бакалаврської роботи можуть бути використані при проведенні оцінки впливу на довкілля для розробки водозберігаючих заходів для покращення природного водного середовища.

Структура та обсяг роботи: кваліфікаційна робота включає 52 сторінки друкованого тексту (34 основного), 8 таблиць, 4 рисунків та 24 джерела літератури.

РОЗДІЛ 1
ЗАБРУДНЕННЯ МІСЬКИХ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ПОВЕРХНЕВИМ СТОКОМ

Серед багатьох екологічних наслідків урбанізації одним з найпомітніших є зміна гідрологічного та гідрохімічного режиму водних джерел. Зростання та розвиток міських територій призводить до значних змін в умовах, за яких формується стік. Це відбувається в результаті зміни рельєфу земної поверхні та вентиляційних зон, а також будівництва дренажних та каналізаційних систем. Трансформація території, бітумні покриття та ущільнення ґрунту суттєво змінюють умови поверхневого та підземного стоку в міських ландшафтах [1].

Залежно від особливостей місцевого ландшафту, порушення природних зв’язків між поверхневими та підземними водами може мати цілу низку негативних наслідків. Можливість таких наслідків необхідно враховувати при вирішенні практично всіх містобудівних питань. Найважливішою особливістю міської гідрології є організація поверхневого стоку. Одним з основних напрямків організації міського поверхневого стоку є сприяння його відведенню у водні об'єкти [2].

Міська територія є поєднанням двох підсистем: техногенної та природної. Чим більша територія проживання, тим більша територія її впливу, що стає передумовою порушення екологічної рівноваги другої підсистеми – природної [3, 4]. Житлові райони вже давно є джерелом забруднення поверхні.

Поліпшення екологічного стану водозборів вважається основним напрямком національної політики України в галузі охорони навколишнього природного середовища [5]. Такі кроки відповідають вимогам міжнародних та нормативних документів, наприклад, Директиви ЄС 2000-09-14 «Регламент діяльності ЄС у сфері водної політики», рекомендацій Директиви 92/274 «Міські стічні води» / Європейського співтовариства [6] .

Якісний склад поверхневого стоку в густонаселених районах найбільш інтенсивно вивчається з початку 1980-х років. Результати показують, що ці водні об'єкти містять велику кількість забруднюючих речовин. Забруднюючі

речовини потрапляють у водойми через зливові стоки з густонаселених районів епізодично, але можуть суттєво змінювати хімічний склад води в періоди дощів і танення снігу. Під час дощу з поверхневим стоком у водойму може потрапити більш ніж у 10 разів більше завислих речовин, ніж надходить на очисні споруди протягом доби [8].

Визначити вплив різних забруднювачів на водні об'єкти дуже складно. Необхідно враховувати багато факторів, включаючи тип водного об'єкта та його гідродинамічні характеристики, його екологічний стан і здатність до регенерації, його біологічні характеристики та економічні цілі, а також його ландшафт [7]. Слід також мати на увазі, що вплив забруднення поверхневого стоку може поширюватися на сотні кілометрів вниз за течією [8].

Слід також мати на увазі, що вплив скидів поверхневого стоку поширюється на сотні кілометрів вниз за течією [8]. З іншого боку, важко визначити якісний склад поверхневого стоку та встановити його кількісні характеристики. Ці параметри сильно залежать від типу і способу водовідведення, характеру водозбору, виду господарської діяльності населення, інтенсивності різних видів автомобільного руху та багатьох інших факторів [9, 26].

Поверхневий стік з атмосфери впливає на якість басейнових геосистем міського ландшафту. Зимові талі води, дощова вода та сильні опади змивають забруднення з різних джерел у гідрологічну мережу, що забруднює урболандшафт населених пунктів. Зокрема, значні показники забруднення мають підсистеми комунальна та промислового транспорту [10, 11, 12, 13, 14].

Поверхневий стік із забудованих територій формується за рахунок опадів (переважно восени і навесні), талих і поливних вод. Кількісні та якісні характеристики перерахованих типів опадів змінюються в основному по сезонах. Сезонні погодні умови характеризуються кількістю опадів, температурою, інтенсивністю, тривалістю опадів і багатьма показниками хімічного складу води, які змінюються залежно від сезону, що досліджується. Дощ влітку має свої особливості і зазвичай відрізняється від дощу восени і

навесні. Крім того, влітку утворюються зрошувальні та промивні води, що впливає на формування поверхневого стоку з доріг і мостів [15, 16].

Талі води утворюють поверхневий стік взимку і навесні. Якісні та кількісні характеристики поверхневого стоку талого залежать від снігонакопичення, міського снігоприбирання або снігозатримування в урбанізованих територіях, використання піщано-снігової суміші тощо [17, 18].

Усі перераховані вище чинники дають змогу зосередити увагу на тих факторах, які є найбільш важливими при вивченні формування поверхневого стоку урбанізованих територій. Крім того, різниця між природним і штучним є чіткою (рис. 1). Для вивчення геологічної системи конкретного вододілу фактори можуть бути доповнені відповідно до природних умов і особливостей природного використання і звичайно, також можуть бути доповнені загальні фактори та індивідуальні фактори, виражені показниками, коефіцієнтами, індикаторами тощо [19].

Аналіз літературних джерел [1, 36, 37] показує, що середовище, створене в містах, призводить до формування питомого поверхневого стоку в урбанізованих територіях. До них належать: зміни у складі забруднюючих речовин, швидкі зміни рівнів забруднення, швидкі зміни потоку води та випадкові змиви (рис. 1).

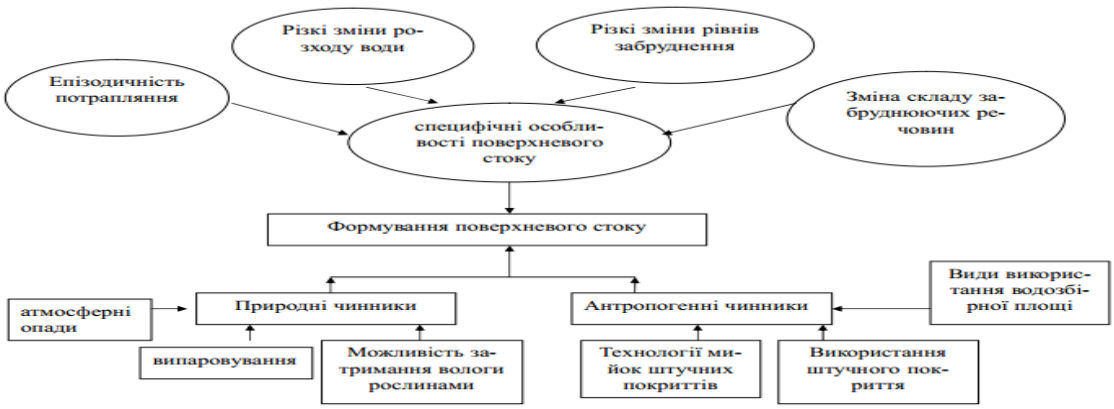

Рис.1. Умови формування поверхневого стоку з урбанізованої території [5, 12, 13]

При оцінці міського поверхневого стоку дослідники рекомендують окремі дослідження та аналізи та надають оцінки організованого та неорганізованого (дифузного) поверхневого стоку (рис. 2). [20].

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

Безпосередньо, при вивченні формування поверхневого стоку в урбанізованих територіях та його впливу на якість річкової води, важливим показником є якість води перед надходженням води в систему урбанізації мегаполісу та її нижній течії (або за межі міста) [39, 40]. Малі річки, що протікають через мегаполіси, вимагають особливої уваги та ретельного вивчення, оскільки є малими та середніми витоками зі значною урбанізацією [39, 40]. Формування якісних складових зливових стоків першої черги опадів залежить від багатьох факторів: витрати стічних вод, інтервалу опадів, якості забруднюючих речовин, накопичених у водозборі під час опадів, інтенсивності опадів [22].

Під час кінцевих етапів випадання кількість змиву залежить від маси забруднюючих речовин, що перебувають у водозбірному басейні (ґрунт, дорожнє покриття тощо). На цьому етапі концентрація складових, очевидно, залежить від потоку дощової води в закритій конструкції. Найбільший скид забруднюючих речовин поверхневого стоку в річки відбувається на ранніх етапах початку випадання опадів. Видалення забруднюючих речовин непропорційне водозбірному стоку [21, 22, 23].

Вивчаючи проблему забруднення річок, дослідники не змогли розробити метод розрахунку, який би враховував усі фактори та точно розраховував екологічну шкоду від поверхневого стоку, що скидається у водойми урбанізованих територій, хімічні аспекти поверхневого стоку з різних водозбірних басейнів наявність інформації з численних джерел інгредієнтів становить великий інтерес для наукового аналізу та подальших досліджень [21, 22, 24].

Висновки до першого розділу:

1. Формування поверхневого стоку в урбанізованих міських територіях має комплексні формоутворювальні властивості, які залежать від конкретних умов формування природного, техногенного та міського стоку.

2. Поверхневий стік виносить забруднюючі речовини з водозбірних басейнів двома шляхами: організованим і неорганізованим (дифузійним).

РОЗДІЛ 2.
ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРИТОРІЇ ОБ'ЄКТУ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Загальна характеристика м. Житомира

Територія на якій розташоване місто Житомир, географічно розташована в межах Українського кристалічного щита, який є невід'ємною частиною Української платформи і складається з гранітних, видовжених і гнейсових порід, що в багатьох місцях виходять на поверхню.

З метою дослідження умов формування якості талих та дощових вод урбанізованої території басейну р. Тетерів розглянемо територіально-функціональну структуру досліджуваної території та коротко охарактеризуємо її загальну площу.

Міська територія, що будується, займає площу 4228,6 (що становить близько 70,5% міської території). 7,9% площі водозбору займають зелені насадження, включаючи території загального користування, ліси та лісосмуги. (табл.2.1).

Таблиця 2.1.

Експлікація земель м. Житомир

№	Показники	Га	%
1	Територія міста	6083,0	100
2	Житлова забудова (багатоквартирна, приватна)	2417	39,8
3	Селитебна громадська забудова	384,5	6,34
4	Ділянки Міністерства оборони	379,5	6,24
5	Промислова виробнича забудова	643,3	10,51
6	Комунальна інфраструктура	409,5	6,74
7	Транспортна інфраструктура	554,3	9,11
8	Зелені насадження	479,7	7,90
	у тому числі		
8.1	– зелені насадження загального користування	335,2	5,52
8.2	– інші лісо вкриті площі	144,7	2,43
9	Землі природоохоронного фонду	71,63	1,22
10	Землі сільськогосподарського користування	375,2	6,23
11	водні об'єкти	157,8	2,61
12	Інші земельні території	215,4	3,53

Транспортні шляхи з твердим покриттям: вулично-дорожньої інфраструктури – 325,0 га (5,4% від загальної площі), зовнішньої транспортної мережі міста – 231,0 га (3,9% від загальної площі) (табл. 2.1).

Природні ресурси зображені на рисунку 2.1. Характерним для регіону є переважання лісового ландшафту, суцільно вкритого лесами легкого механічного складу, різноманітність і мозаїчність ґрунтового покриву регіону. Найродючіші ґрунти переважають у центральній та східній частинах із типовим чорноземом

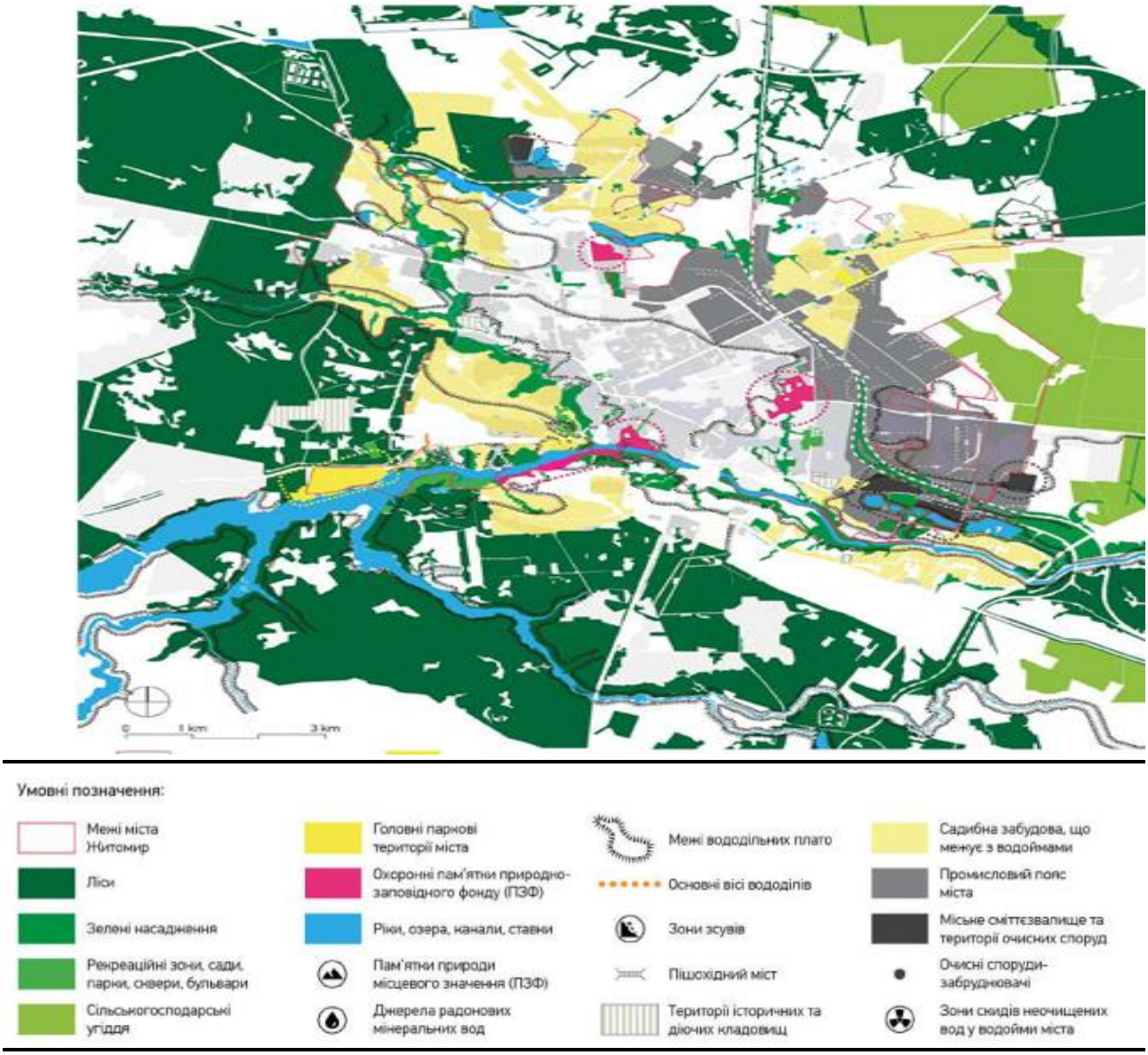

Рис. 2.1. Карта природних ресурсів, ландшафтних структур, зелених насаджень й охоронних території, забруднених зон м. Житомир

В долинах річок сформувалися лучні ґрунти. На південь від міста сформувалися помірно родючі сірі ґрунти. Дерново - опідзолені ґрунти з перезволоженими ґрунтами сформувалися на околицях міста.

Таблиця 2.2

Рослинний покрив міста Житомир

Типи рослинного покриву	Площа природної рослинності, га	Відомча належність
Природо-заповідний фонд – дендропарк –	36,1 55,4	Комунальне підприємство «Парк міської ради»
Ботанічний сад	35,3	Поліський національний університет
Бульвари та сквери	292,87	Комунальне підприємство «Зеленбуд»
Інші типи покриву	791,18	

На більших територіях міста ґрунти піддані штучному окультуренню, природний ґрунт зберігся переважно в парках, лісопарках і на заплавних луках. Характеристику рослинності Житомира наведено в (табл. 2.2).

Територією міста протікають водні артерії - річки Тетерів, Крошенка, Путятинка, Лісна, Кам'янка За своїм режимом належать до рівнинних. За гідрологічною характеристикою водного об’єкта Житомира останній займає площу 2,6 км², довжина берегової лінії річки міста становить 64,53 км (табл. 2.3), а довжина річок у водозборі міста наведена в (табл. 2.4).

Загалом річний процес підвищення рівня води в місті характеризується яскраво вираженими весняними паводками, маловоддям та багаторічним розливом річок. Забезпечити водопостачання та рекреаційні ресурси жителів міста.

Таблиця 2.3

Гідромережа водних об’єктів м. Житомир

Площі земель, зайнятих водними об’єктами, кв. км	2,97
Довжини протяжності ліній водних об’єктів, м. Житомир км	64,54

Таблиця 2.4

Довжини річок в межах водозбірних площ Житомир

Назва річки	Річкова мережа м. Житомир, км
р. Тетерів	10,76
р. Кам'янка	9,42
р. Крошенка	8,21
р. Лісна	2,54
р. Путятинка	3,15

2.2. Природно-кліматичні умови м. Житомир

Клімат області помірно-континентальний з великою кількістю вологи, характеризується короткою м'якою зимою та тривалим вологим теплим літом. У таблиці нижче наведено показники температури повітря та опадів за середніми, (сер.) максимальними (макс.) та максимальними (макс.) показниками (табл. 2.5-2.6).

Взимку середня глибина промерзання ґрунту 48 см, середня висота снігонакопичення 25 мм, снігонакопичення днів 95. Переважаючий напрямок вітру північно-східний -16,8%, середня швидкість вітру 3,4 м/с, а відносна вологість -78%. Регіон має високий метеорологічний потенціал для забруднення повітря, що означає низьку здатність до самоочищення.

На території міста в холодну пору туман, у теплу – слабкий вітер. При оцінці міського поверхневого стоку дослідники рекомендують окремі дослідження та аналізи та надають оцінки організованого та неорганізованого (дифузного) поверхневого стоку

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	-6,2	-4,5	-0,3	7,6	13,7	17,4	18,3	17,5	13,5	7,3	1,7	-2,6	6,8
MAX	12,4	17,5	21,8	29,6	34,2	33,4	37,2	36,1	36,6	26,4	22,1	14,6	37,2
MIN	-35,8	-33,4	-28,1	-10,9	-3,8	0,8	4,3	0,1	-3,8	-15,8	-25,1	-30,6	-33,8

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	97	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	302,7

2.3. Програма та методика дослідження

Вихідні показники забруднення поверхневого стоку, необхідні для наших розрахунків, були проаналізовані та систематизовані науковим керівником робіт, тобто аналіз умов формування та трансформації стоку проводився на основі кліматичних, гідрологічних, інженерно-геологічних та ґрунтових умов, топографічних особливості, характер рослинного покриву та ін.

Для математичного моделювання джерел поверхневого стоку з водних об’єктів поділимо їх на дві групи – стаціонарні та лінійні (розподілені). Стаціонарний джерело, потік води в певному місці у водоймі (скид, неочищений або наскрізний скид, канали; вздовж природних каньйонів і утворених ліній течії). Лінійне джерело, в якому поверхневий стік безперервно протікає вздовж берегової лінії річки (зливовий стік із суміжних берегів водозбору річки). І навпаки, лінійні джерела поверхневого стоку також можна розділити на дві групи: безперервні та періодичні.

Основна мета цього поділу полягає в тому, що в математичному моделюванні потужність стаціонарного джерела являє собою витрату поверхневого потоку, а потужність лінійного джерела - питому витрату (на одиницю довжини). При моделюванні формування якості води для ділянки русла з лінійним джерелом потужність встановлюється як безперервна функція для безперервних джерел і як періодична функція для періодичних джерел.

За ступенем організації водовідведення поверхневий стік можна розділити на два види: організований і неорганізований. Організований - спосіб, що дозволяє відводити поверхневий стік через зливову каналізаційну

мережу і дренувати через дощові води (при очищенні поверхневих вод цей спосіб створює джерела забруднення води, маючи на увазі організовані джерела, які за відсутності очищення - миттєві природні джерела) або для видалення поверхневого стоку вздовж природних канав і дренажних ліній (джерела є природними).

Для визначення допустимого навантаження джерела води при надходженні стічних вод необхідно знати:

1) поточний екологічний стан води ;

2) дослідити всі джерела забруднення (з урахуванням стічних вод і неорганізованих скидів поверхневих вод);

3) оцінити вплив різних факторів на забруднення води.

У зв’язку зі складністю, багатогранністю та неоднозначністю, необхідно вдатися до моделювання процесу поверхневого стоку, що забруднює водойму, і вирішити деякі оптимізаційні та організаційні задачі. Вирішувати такі питання необхідно на основі аналізу ступеня впливу різних факторів, що впливають на стічні води (у нашому випадку зливовий стік) [27].

Коли поверхневі води скидаються у водойму, вони не змішуються повністю. Насправді в цьому процесі бере участь лише частина водойми.

Ступінь перемішування залежить від співвідношення річних витрат води до витрат стічних вод, швидкості течії, глибини, звивистості водойми, виду скиду відходів і відстані місця скиду від розрахункового виробництва і визначається формула В. А. Фролова та І. Д. Родзіллера.

$$n_0 = \frac{\gamma \cdot Q + q_{ñò}}{q_{ñò}}, \qquad (2.1)$$

Де γ - коефіцієнт змішування, який показує, якою мірою природна вода бере участь у розведенні об'єму скинутих зворотних вод на ділянці довжиною L;

Q - середньомісячна витрата води в каналі при 95% заповненні, м3/с

qст - максимальна витрата стічних вод, що скидаються у водотік, м3/с;

Розрахунки базуються на диференціальних рівняннях турбулентної дифузії за таких умов: русло річки необмежене, початкове розбавлення

відсутнє, а поверхневий стік води концентрований. Слід зазначити, що початкове розведення водойм значно менше, ніж у таких джерел води, як озера, тому початкове розведення здебільшого не враховується в методах розрахунку розведення річкових стічних вод.

За методикою В. А. Фролова – І. Д. Родзіллера [19, 20] коефіцієнт змішування розраховується за наступною формулою, яка являє собою частку споживання води у водному об'єкті, змішаної зі стічними водами.

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

де L – відстань по руслу (русло – найглибша смуга даної акваторії) від точки випуску до контрольної споруди, м;

α – коефіцієнт, що залежить від гідравлічних умов течії: Коефіцієнт змішування в розрахунковій споруді, розташованій на 500 м нижче місця випуску стічних вод; (для рибного господарства)

α - коефіцієнт, що залежить від гідравлічних умов потоку:

$\gamma = \frac{1 - 2{,}72^{-0{,}34\sqrt[3]{500}}}{1 + \frac{0{,}34}{0{,}049} 2{,}72^{-0{,}34\sqrt[3]{500}}} = 0{,}64,$ Коефіцієнт змішування в розрахунковій споруді, розташованій на 500 м нижче місця випуску стічних вод; (для рибного господарства) Співвідношення змішування в розрахунковій споруді, розташованій на 1 м нижче випуску стічних вод. (коефіцієнт змішування в точці зливу стічних вод)

$\gamma = 0{,}95,$ як ми всі знаємо, відстань ідеального змішування теоретично дорівнює нескінченності, а в фактичних розрахунках використовується концепція повного змішування. У якості таких творів ми приймаємо твори, де стічні води змішані з річковою на 95%. де ξ – коефіцієнт, що залежить від місця скидання стічних вод у річку: ξ = 1 при скиді біля берега, ξ = 1,5 при скиді в русло;

Коефіцієнт змішування (γ) розраховано в розрахунковій споруді: розташована на 500 м нижче водозливу; (водойма для рибальства); змішана в

розрахунковій споруді, розташована на 1 м нижче випуску стічних вод. (Коефіцієнт змішування точки скидання стічних вод); Теоретично відстань повного змішування дорівнює нескінченності, а в фактичному розрахунку використовується поняття повного змішування.

$$\alpha = \xi \cdot \varphi \cdot \sqrt[3]{\frac{D_{\tilde{n}}}{q_{\tilde{n}\grave{o}}}}, \tag{2.3}$$

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

де ξ – коефіцієнт, що залежить від місця скидання стічних вод у річку:

ξ = 1 при скиді біля берега,

ξ = 1,5 при скиді в русло;

φ – коефіцієнт витрати води, який враховує відношення відстані між відгалуженнями потоку води до прямолінійної відстані;

Dc – коефіцієнт турбулентної дифузії. на рис. 2 2. Схематична діаграма, що показує частину водойми, де поверхневий стік змішується з водою з джерела.

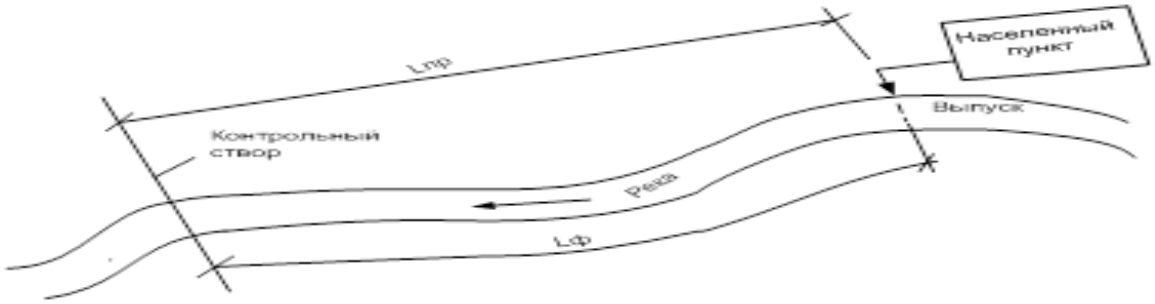

Рис. 4. Схема частини водного джерела , яка приймає участь у змішуванні дощового стоку з водою водного джерела: $L_{пр}$ – довжина по прямій; $L_{ф}$ – довжина за фарватером річки.

Для річок, для спрощення розрахунку, коефіцієнт турбулентної дифузії за А. О. Потаповою:

$$D_c = \frac{v_{\text{ср}} \cdot H_{\text{ср}}}{200}, \tag{2.4}$$

де v_{sr} – швидкість потоку води, що представляє інтерес, між нульовою точкою та розрахунковою точкою, м/с;

N_{sr} – середня глибина ділянки, м.

Фактичний розрахунковий коефіцієнт дифузії визначається за формулою А.В. Караушева [19, 20] наступним чином:

$$D_c = \frac{g \cdot v_{ср} \cdot H_{ср}}{M_ш \cdot C_ш}, \quad (2.5)$$

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

Де g – прискорення вільного падіння, g = 9,81 м/с^2; v_{sr} – середня швидкість течії води на ділянці, м/с;

N_{sr} – середня глибина місцевості, м; $C_ш$ – коефіцієнт Шезі, м ^{0,5}/с.

Величина $M_ш$ визначається за формулою:

$$M_ш = \begin{cases} 0{,}7 \cdot C_ш + 6 \quad при \quad 10 \le C_ш \le 60 \\ 48 \quad при \quad C_ш > 60 \end{cases} \quad (2.6)$$

Добуток $M_ш \cdot C_ш$ має розмірність м/с^2.

$$M_ш = 0{,}7 * 16{,}8 + 6 = 17{,}76$$

Стосовно до методу І. Д. Родзіллера [19], коефіцієнт турбулентної дифузії знаходять 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 $n_ш$ - коефіцієнти шорсткості ложа водного джерела, що знаходиться за табл. (по М.Ф. Срібному додаток).

Коефіцієнт Шезі $C_ш$ визначається за формулами М. М. Павловського (при $H_{ср} \le 5$ м). [20]

$$C_ш = \frac{R^{y_П}}{n_ш}, \quad (2.8)$$

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

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

$$y_П = 2,5\sqrt{n_ш} - 0,13 - 0,75\sqrt{R}(\sqrt{n_ш} - 0,1). \quad (2.9)$$

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

Кратність основного розбавлення $_{n0}$ в потоці водного джерела у розрахунковому створі знаходимо за методикою В. А. Фролова і І. Д. Родзіллера за формулою [19, 20].

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

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

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

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

Ми виконали розрахунки для всіх наших створів, скидів поверхневого стоку у водойми та застосували нормативні вимоги до стічних вод, складу та якості води для контролю мінімальних (min), максимальних (max) і середніх (ser) концентрацій забруднення зливовими стоками (Таблиця 3.1). [20]

У другому випадку проводяться розрахунки розведення (змішування) стічних вод з водою приймального водоймища. р Тетерів, враховуючи фонову середньорічну концентрацію речовини в контрольному створі 2021 (кратно відповідної ГДК) 2021 розведена концентрація враховує фонову мг/л для порівняння з ГДК. [20]

В показниках, які ми розраховуємо, елементи (NH4 NO2 NO3 PO4) виражені в мг/л, замість мгN/дм^3 та мгP/дм^3, то при розрахунку, якщо не враховувати ці випадки, будемо вважати, що помилка в екологічній оцінці якості води. Перетворіть масу елементарної сполуки з молекулярної форми в атомну (см в м), використовуючи коефіцієнти:

Перетворіть масу елементарної сполуки з молекулярної форми в атомну (см в м), використовуючи коефіцієнти:

1,000 мгPO_4^{3-}/ дм^3 = 0,350 мгP/дм^3

1,000 мгNO_3^-/ дм^3 = 0,228 мгN/дм^3

1,000 мгNO_2^-/ дм^3 = 0,317 мгN/дм^3

1,000 мгNH_4^+/ дм^3 = 0,779 мгN/дм^3;

Якщо розрахункове значення концентрації забруднюючих речовин у річковій воді) менше ГДК домішок, то санітарні вимоги до домішок, що скидаються в річку з поверхневим стоком, виконуються, а доочистка домішок у стоці здійснюється. не є необхідним [19].

Якщо концентрація домішки перевищує належну ГДК, то санітарні вимоги до скидання цієї домішки зі стічними водами не виконуються і необхідна додаткова очистка стоків від цієї домішки [19].

Висновки до розділу 2:

1. У розділі узагальнено ознаки кліматичних умов, водозбірних, ґрунтово-рослинних та гідрологічних ознак, які мають значний вплив на формування та трансформацію поверхневого стоку в м. Житомирі.

2. Під час виконання поставлених завдань та дослідження використовувалися методи статистичного аналізу, дисперсії, регресії та математичного моделювання. планування експериментів.

3. Описано процес розрахунку всіх новоутворень, випусків поверхневого стоку для найменших, найвищих і середніх концентрацій забруднюючих речовин у водоймах за методикою В. А. Фролова та І. Д. Родзіллера.

РОЗДІЛ 3.
ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ В РЕЗУЛЬТАТІ НАДХОДЖЕННЯ ПОВЕРХНЕВОГО СТОКУ

3.1. Розрахунок кратності розведення поверхневого стоку з водами водного р. Тетерів

Основними факторами для розрахунку нормативу допустимого скидання однорядних речовин є розбавлення стічних вод водою водойми, витрата і скидання стічних вод з водних об'єктів, концентрація речовин у водних об'єктах, концентрація речовин у водних об'єктах. У нього скидаються стічні води.

У розділі 3 представлені результати дослідження процесів, що формують якість води річки Тетерів, які значною мірою залежать від надходження стічних вод, у тому числі у вигляді поверхневого стоку. Дані забруднення поверхневого стоку зливових стоків з 4 різних водозбірних районів міста Житомира. в Додатку А 1 .

Водозбір № 1 - Житлові будинки з високим озелененням та регулярним очищенням;

Водозбір № 2-3 - Житлова забудова приватного сектору;

Водозбір № 4 - Міські промислові зони з інтенсивним рухом транспорту.

Ми виконали розрахунки для всіх наших створінь, скидів поверхневого стоку у водойми та застосували нормативні вимоги до стічних вод, складу та якості води для контролю мінімальних (min), максимальних (max) і середніх (ser) концентрацій забруднення зливовими стоками, як приклади розрахунків наведемо в таблиці (табл. 3.1), а подальші розрахунки наведено в Додатку Б 1 Б 2 Б 3.

У другому випадку проводяться розрахунки розведення (змішування) стічних вод з водою приймального водоймища. Річка Тетерів враховує фонову середньорічну концентрацію речовини в контрольній створі (відповідно ГДК) 2021 (Додаток В 1 В 2 В 3), розведена концентрація враховує фонову мг/л.

Таблиця 3.1

р. Тетерів, водозбір №2

Забрудненість дощового стоку м. Житомир мг/л												
	NH_4	NO_2	NO_3	P_2O_5	БПК5	Fe	Zn	Cu	ХСК	НП	ЗР	pH
min	0,28	0,01	0,58	0,07	3,72	0,605	0,080	0,03	8,28	0,021	3,51	6,54
max	1,44	0,030	1,95	0,28	28,2	1,354	0,372	0,11	85,2	0,910	41,4	8,17
ser	0,85	0,02	1,47	0,20	14,1	1,015	0,225	0,06	55,6	0,565	25,2	7,56
Концентрація після розбавлення без фону мгN/л, мкг/л												
min/n 500м	0,037	0,0	0,02	0,00	0,67	109,09	16,35	3,62	1,50	3,63	0,63	1,18
1 м	0,149	0,001	0,08	0,02	2,64	427,57	64,28	13,28	5,90	14,28	2,50	4,66
95%	0,028	0,00	0,01	0,00	0,48	77,94	11,84	2,63	1,08	2,63	0,46	0,85
max/n 500м	0,200	0,00	0,07	0,01	5,12	245,45	67,27	18,18	15,52	165,45	7,70	1,48
1 м	0,786	0,00	0,30	0,06	20,14	964,28	264,28	71,42	60,97	650,0	30,28	5,82
95%	0,145	0,00	0,05	0,01	3,711	177,63	48,68	13,15	11,23	119,7	5,57	1,07
ser/n 500м	0,11	0,01	0,06	0,01	5,12	183,63	40,0	9,09	10,12	101,8	4,61	1,37
1 м	0,00	0,01	0,23	0,04	20,14	721,42	157,14	35,71	39,78	400,0	18,14	5,39
95%	0,08	0,00	0,04	0,00	1,86	132,89	28,94	6,579	7,329	73,6	3,34	0,99

Продовження таблиці 3.1

Концентрація після розбавлення з врахуванням фону мгN/л, мкг/л												
min/n 500м	2,09	1,39	0,29	2,42	4,67	863,66			29,86	329,43		
1 м	0,44	0,18	0,12	0,31	4,11	105,7			10,93	133,15		
95%	2,33	1,56	0,32	2,73	4,71	972,9			32,59	344,46		
max/n 500м	2,61	1,43	0,41	2,47	13,9	1647,3			55,32	775,87		
1 м	1,57	0,25	0,42	0,40	28,2	1167,4			81,69	746,03		
95%	2,72	1,59	0,41	2,76	11,6	1567,2			51,52	687,38		
ser/n 500м	2,27	1,42	0,38	2,45	9,82	1092,7			47,31	470,85		
1 м	0,87	0,31	0,37	0,36	16,0	420,3			56,90	327,42		
95%	2,46	1,58	0,39	2,75	8,58	1147,9			45,60	453,09		
Концентрація після розбавлення з врахуванням фону мг/л для порівняння з ГДК												
min/n 500м	2,69	4,56	1,22	7,43	4,67	0,97			29,86	0,33		
1 м	0,52	0,60	0,23	0,92	4,11	0,53			10,93	0,14		
95%	3,00	5,13	1,37	8,37	4,71	1,05			32,59	0,34		
max/n 500м	3,31	4,70	1,56	7,54	13,96	1,88			55,32	0,94		
1 м	1,79	0,80	0,84	1,10	28,24	2,13			81,69	1,39		
95%	3,47	5,24	1,63	8,45	11,65	1,74			51,52	0,80		
ser/n 500м	2,90	4,66	1,51	7,50	9,82	1,27			47,31	0,57		
1 м	1,00	0,74	0,72	1,04	16,06	1,14			56,90	0,72		
95%	3,16	5,20	1,59	8,42	8,58	1,28			45,60	0,52		

3.2. Екологічна оцінка якості води р. Тетерів за результатами досліджень

Екологічну оцінку якості води основної течії р. Тетерів проводили за «Методикою...» [22, 23]. Відповідно до конкретного нормативного документа процедура проведення екологічної оцінки якості води після надходження поверхневого стоку річки Тетерів складається з наступних послідовних етапів визначення вихідних даних:

– дослідження гідроекологічних спостережень міських річок;

– аналіз та розрахунок інформації; – розрахувати категорію та клас якості водного об’єкта за обстеженими показниками якості води;

– провести загальну оцінку якості води досліджуваного водного об’єкта [22] Вихідною основою служить система екологічних індексів якості поверхневих об’єктів на основі трьох наборів вихідних даних:

– показники сольового складу (за критеріями мінералізації та іонного складу, за критеріями забрудненої сольовими компонентами свіжої малосольової ропи) [22] .

– екологічні та санітарні показники;

– показники рівнів специфічних токсичних сполук.

Показники якості поверхневих стічних вод поділяються на 5 класів і 7 категорій якості з конкретними назвами, а відповідні оцінки якості поверхневих стічних вод варіюються від «відмінно» і «чисто» до «погано» і «брудно»

Для розрахунків були обрані точки спостережень і по можливості повторені для кожного періоду різних рівнів води та відповідних сезонів року. В остаточному розрахунку оцінки якості води була обрана точка спостереження, яка дозволила описати гідроекологічну ситуацію головного русла р. Тетерів у м. Житомирі (1 км нижче гирла р. Кам’янка). Дослідження індексу якості поверхневих вод річки Тетерів проводять регулярні спостереження у визначених поверхневих водоймах. Гідрометеорологічні служби, збирачі та керівники робіт систематизували та проаналізували отримані статистичні та різноманітні гідрологічні ряди. Групування та обробка

вихідної інформації, обраної для розрахунків, показали, що доступність даних була недостатньою.

Що стосується гідрохімічних, гідробіологічних і токсикологічних даних притоки річки Тетерів в Житомирській області, то моніторингові спостереження практично відсутні. Для трофічних сапрофітних індикаторів слід зазначити, що серед 17 індикаторів екологічна класифікація передбачає в середньому 9-12 індикаторних даних (завислі речовини, азот амонійний, азот нітритний, азот нітратний, фосфор, $БПК_5$, ХСК). У наших розрахунках загальна кількість даних про трофічні сапрофітні показники має становити не менше 9 [22].

Що стосується блоків специфічних токсичних речовин, то слід зазначити, що за останні роки при дослідженні річки Тетерів загалом виявлено 4 показники (мідь, загальне залізо, цинк, нафтопродукти). Така велика кількість вихідних даних про питому масу речовин, що володіють токсичною дією, дає змогу робити лише наближені оцінки якості води. [22].

Результати екологічної оцінки якості води річки Тетерів у м. Житомир див. у Додатку Б 1. Аналіз узагальненої екологічної оцінки якості поверхневих вод шляхом визначення окремих показників екологічної цінності класів і категорій якості води р. Тетерів здійснюється за сумарним екологічним значенням показників у відповідному масиві даних та розрахованим блоковим індексом [27].

По-друге, узагальнено результати екологічної оцінки показників блоку якості води в посушливий період з найгіршою екологією та найскладнішою якістю води в річці Тетерів. У додатку представлено попередню інформацію про кінцеве абсолютне значення та відносне значення кожного індексу трофічних сапрофітів якості води в кожній точці спостереження.

На основі базових даних, що містяться в доданих таблицях, можна інтерпретувати результати індивідуальної та порівняльної оцінки якості води на різних ділянках основного русла річки Тетерів та можливі зміни якості води вздовж річки або її розташування. проаналізовано]. За даними аналізу

екологічної якості водного об’єкта р. Тетерів, за середніми результатами розрахунку середньострокового Житомирського сапрофітного індексу, поверхневі води р. Тетерів відносяться до IV категорії, категорія 5-6, тобто «задовільний», «забруднення», евтрофікація, β′′– або α′–мезосапробний (додатки В.3, В.6, В.7). Крім того, ця загальна оцінка базується на розрахунку найгірших значень. З екологічної точки зору надходження отруйних речовин у воду вважається процесом отруєння. У «Методиці...» при оцінці якості поверхневих вод за специфічними речовинами токсичної дії враховано кількісні характеристики 10 сполук металів, фторидів, ціанідів, нафтопродуктів, летких фенолів та СПАР – всього 15 показників.

Служба моніторингу поверхневих вод у басейні річки Тетерів в основному включає 4 компоненти, а саме: залізо та нафтопродукти, цинк, мідь, які найчастіше визначаються аналітично та можуть розглядатися як пріоритетні токсиканти. [27] Порівняння якості води в р. Тетерів, оцінене за загальними показниками та характеристиками конкретних речовин, обмежене найгіршим і середнім показниками ІЗ, що демонструє підвищене забруднення протягом року, додається в таблицях (В2, В5, В8) [22].

За звичайних умов, у посушливий період протягом року, за найгіршим значенням ІЗ водний об’єкт характеризується як ІЗ сер.=5,5-6,5, а IV-V клас якості води – «погана», «брудна» - «дуже погано», «дуже брудно». Визначення екологічної оцінки якості води р. Тетерів включало розрахунок загального екологічного блокового індексу (ІБ), який розраховувався за найгіршим і середнім показниками та екологічного індексу забруднених вод [22].

$$^{2}_{\text{Å}} = \frac{I_2 + I_3}{2}, \qquad (3.1)$$

де I_2 – показники трофо-сапробіологічних блочних показників;

I_3 – показники специфічних речовин блочних показників.

Висновки розрахунків свідчать, що значення ІЕ за найгіршими та середніми значеннями блокових показників на окремих ділянках р. Тетерів становлять: 4,4-6,4 та 5,2-6,4, що свідчить про те, що якість води по всій її

ділянці довжина характеризується як «забруднена» і «брудна», а її стан — «задовільний» і «поганий» (див. додатки В3, В6, В9).

Протягом 2021 року основними показниками для блокового індексу ІЕ були сапробіологічні дані (І2) та специфічні речовини (І3), які мали найвищий і найнижчий рівень забруднення поверхневих вод відповідно [22].

3.3. Методи регулювання поверхневого стоку спрямовані на зменшення надходження забруднюючих речовин з міських водозбірних територій

Проведені дослідження виявили необхідність вирішення питань організації та відведення поверхневого стоку в м. Житомирі з урахуванням ландшафтних особливостей та рельєфу місцевості.

Існуюча пропускна здатність зливової каналізації не може забезпечити скидання поверхневого стоку. Мережа дощової води засмічена піском та побутовим сміттям. Відкриті канали втратили свої початкові можливості.

Різні ділянки зливової каналізації потребують капітального ремонту, очищення, перенесення та перебудови. Однією з проблем боротьби з забрудненням, спричиненим неочищеним поверхневим стоком, що скидається в річки, є повне виключення скидів (у тому числі зливових і талих стоків) від надходження в гідрологічну мережу.

Для органу регулювання очищення поверхневих стічних вод на земельній ділянці м. Житомира необхідне встановлення більш широкої мережі зливових водопроводів та обов’язкове встановлення очисних споруд.

Наявність багатьох ерозійних рельєфів і широке поширення схилів, у тому числі досить довгих і крутих схилів, призводять до розвитку водоохоронних територій і озеленення узбережжя водойм і річок, благоустрою прибережної території та проектів відповідності водоохоронному режиму, в межах його масштаби, водойми очищені та облагороджені, паркові зони організовані відповідно до санітарних норм.

Комплексні заходи з регулювання поверхневого стоку повинні включати будівництво різноманітних гідротехнічних споруд. Багато існуючих споруд є примітивними, погано спланованими та побудованими без урахування руху транспорту для необхідної безпеки, з відхиленням від прийнятих проектних рішень.

Висновки до розділу 3:

1. Наведено результати розрахунків зміни концентрації поверхневих вод за методикою В.А. Фролова та І.Д. Родзіллера відповідно до нормативних вимог для стічних вод, концентрацій, розведених без фону, концентрацій, розбавлених фоном, та концентрацій, розведених фоном, для порівняння. з ГДК.

2. Проведено екологічну оцінку поверхневих вод р. Тетерів за двома різними блоками блоку трофо–сапробіологічних показників та блоку вмісту специфічних речовин токсичної дії.

ВИСНОВКИ

1. У результаті дослідження розраховано поширення забруднення водойм з урахуванням поверхневого стоку, визначено його як першоджерело забруднення річок; 500 метрів нижче каналізаційного випуску; 1 метр нижче вихідного отвору та відстань 1,5 метра для забезпечення повного змішування 95% води.

2. Екологічна оцінка води р. Тетерів за результатами надходження в річку стоку розрахована за середніми результатами сапробіологічних екологічних показників у проміжний період, показала, що вода р. Тетерів протягом ріку належить до IV класу, 5-6 категорій, тобто є «задовільною», «забрудненою», евтрофною, β′– або α′–мезосапробною.

3. Екологічна оцінка специфічних токсичних речовин, що шкідливо діють у межень, найгірші та середні значення мають у класі якості «брудно», «дуже брудно», «дуже погано» - «погано». $I_{З\ сер.}$= 5,5.

4. Висновки розрахунків показують, що значення I_E за найгіршими та середніми значеннями блокових показників на окремих ділянках р. Тетерів становлять: 4,4-6,4 та 5,2-6,4, це свідчить про те, що якість води характеризується за ступенем чистоти по всій довжині як «забруднена» і «брудна», а за станом «задовільна» і «погана».

5. Раціональна організація та очищення поверхневого стоку з існуючої території міста (з урахуванням задіяних інженерно-геологічних факторів) має здійснюватися шляхом відновлення, ремонту існуючої інфраструктури та будівництва нової дренажної системи по всій території міста, (насамперед у промислових районах), це призведе до покращення екологічного стану території м. Житомира.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ричак. Л. 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. - 2014. - № 1049, Вип. 38. - С. 211-216. - URL: (дата звернення: 23.07.2021) http://nbuv.gov.ua/UJRN/VKhG_2013_1049_38_42

2. Gromaire M. C. La pollution des eaux pluviales urbaines en rseau d'assainissement unitaire, caract ristiques et origines. PhD thesis, ENPC – Marne-laVall e, 2000.

3. House . A., Ellis J. ., Herricks E. ., et al. Urban – impacts on receiving water quality // Water Science Technology. 1994. № 28.

4. Мостепана О.Д. Оцінка збитків, довкіллю при надходженні зливових вод з автомобільних доріг / О.Д. Мостепана // Вестник Харьковского національного автомобильного дорожного университета: сб. науч. трудов. – 2007. – Випуск 44. – С. 44-47.

5. Мостепана О.Д. Дослідження впливу зливових на водних об'єктів / О.Д. Мостепана // Вестник Харьковского национального автомобильного дорожного университета: сб.науч.трудов. – 2013. – Випуск 44. – С. 38 – 42.

6. Ніколєва А.М. Поверхневий стік з як джерело забруднення річкових вод / А.М. Ніколєва // Вісник Чернівецького національного університету імені Ю. Федьковича. –: Геграфія. – 2012. – Вип. №524. – С. 6–8.

7. 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. – 2013. – № 1047, Вип. 34. – С. 241–246.

8. Ричак Н. Стан якості стоку транспортної урбофункціональної підсистеми басейну р. Харків / Н. Ричак, К Срібна // Вісн. Харк. нац. ун–ту ім. В.Н. Каразіна. Сер.: Географія –Геологія – Екологія. – 2015 р. – № 1051, Вип. 39. – С.251–260.

9. Мануйлова М.Б., Шевченко А.К. Эколого – экономическая оценка влияния поверхностного стока, отводимого с урбанизированных территорий, //Економіка розвитку. – Харків: Вид-во ХНЕК 2010. -№ 2 (38).-С. 16-28.

10. Дмитрієва О.О. Екологічно безпечне водокористування у населених пунктах України: К.: Рада по вивченню продуктивних сил України НАН України, 2009. – 430 с.

11. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод.- К.: Ніка – Центр, 2012.- 264 с. 8. Самойленко В.М., Верес К.О. Моделювання урболадшафтних басейнових геосистем. –К.: Ніка-Центр, 2009. – 282 с

12. Самойленко В.Р., Верес Моделювання урболадшафтних басейнових геосистем. –К.: Ніка-Центр, 2014. – 282 с.

13. 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

14. 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

15. Піціль А. О. Екологічна оцінка поверхневого стоку з міських та сільських селитебних територій [Рукопис] : дис. ... канд. с.-г. наук : 03.00.16 / Піціль Андрій Орестович – Житомир : ЖНАЕУ, 2014. –187 с.

16. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В.Л. Романенко, В.Д. Жукинський, О.М. Оксіюк та ін., – К.: Символ-Т, 2010. – 30 с.)

17. Мостепана О.В. Оцінка збитків, завданих довкіллю при надходженні зливових вод з автомобільних доріг, розташованих на території підприємства /

О.В. Мостепана // Вестник Харьковского національного автомобильного дорожного университета: сб. науч. трудов. – 2008. – Випуск 43. – С. 43-46.

18. 1. Коваль А. А. 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 2020року), – 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

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

21. 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.

22. Досвід використання "Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями" (пояснення, застереження, приклади) / А.В. Яцик, В.М. Жукинский,. – К.: Оріяни, 2008. – 41 с.

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

24. Якість води. Визначання pH (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 Україн