

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет лісового господарства та екології  
Кафедра екології

Кваліфікаційна робота  
на правах рукопису

УДК 632.96

Гайворонський Андрій Олександрович

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**Кількісна оцінка виносу полютантів поверхневим стоком з водозборів  
міста Житомир  
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

\_\_\_\_\_ **А. О. Гайворонський**  
(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

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

Житомир – 2023

## АНОТАЦІЯ

Гайворонський. А. О. Кількісна оцінка виносу політантив поверхневим стоком з водозборів міста Житомир – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

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

У цій кваліфікаційній роботі проаналізовано екологічну оцінку якості зливових вод та розраховано кількісну динаміку винесення політантив зі зливовими стоками з типових урбанізованих територій м. Житомир.

Ключові слова: дощові опади, урбанізовані ландшафти, забруднення, винос, поверхневий стік, якісна оцінка, водні об'єкти.

### Abstract

Gayvoronskiy A. O. Quantitative assessment of pollutant removal by surface runoff from catchments of the city of Zhytomyr. – Qualification work on the rights of the manuscript. – Manuscript qualification work. Qualification work for the bachelor in ecology in specialty 101 «Ecology» – Polissya National University, Zhytomyr, 2023.

In this qualification work, the ecological assessment of the quality of stormwater was analyzed and the quantitative dynamics of pollutant removal with stormwater runoff from typical urbanized areas of Zhytomyr was calculated.

Keywords: rainfall, urbanized landscapes, pollution, runoff, surface runoff, quality assessment, water bodies.

## ЗМІСТ

ВСТУП	3
<b>РОЗДІЛ 1. РІВЕНЬ ЗАБРУДНЕННЯ ДОЩОВИХ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД З МІСЬКИХ ЛАНДШАФТІВ.</b>	<b>6</b>
Висновки до розділу 1	9
<b>РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРИТОРІЇ ОБ'ЄКТІВ ТА МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ</b>	<b>10</b>
2.1. Існуюча структура водозбірних територій та геологічна, гідрогеологічна характеристика та умови водозабезпечення міста Житомир	10
2.2. Кліматичні умови м. Житомир	13
2.3. Об'єкти досліджень	15
2.4. Програма та методика робіт	18
Висновки до розділу 2	19
<b>РОЗДІЛ 3. КІЛЬКІСНА ОЦІНКА ВІНОСУ ПОЛЮТАНТІВ ПОВЕРХНЕВИМ СТОКОМ З ВОДОЗБОРІВ МІСТА ЖИТОМИР</b>	<b>20</b>
3.1. Динаміка змиву полютантів дощовим поверхневим стоком з водозбірних поверхонь урбанізованих територій.	20
3.2. Винос полютантів дощовими водами з забудованих ландшафтів у гідрографічну мережу міста Житомир.	22
3.3. Шляхи регулювання та управління опадами на забудованих територіях м. Житомира	24
Висновки до розділу 3	25
<b>ВИСНОВКИ.</b>	<b>26</b>
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.	27
ДОДАТКИ.	30–36

## ВСТУП

Нині майже на більшості території нашої країни склалася серйозна екологічна криза, яка загрожує здоров'ю людей. При створенні міського середовища та розвитку інфраструктури порушуються природні процеси поверхневого стоку в ґрунтах і водоймах. Значні площі міських територій (асфальт, бетон та інші водонепроникні покриття) не дозволяють опадам вільно стікати з урбанізованих територій.

Враховуючи особливості формування поверхневого стоку, основний стік відбувається під час сніготанення, повені та сильних дощів навесні та восени. Ці потоки містять велику кількість антропогенних забруднювачів: зважені речовини, частинки пилу всіх видів, побутове сміття, сіль тощо.

Поверхневі стоки можуть містити перелічені вище забруднюючі речовини, а також поживні речовини, специфічні домішки, що викидаються в атмосферу промисловими підприємствами, та бактеріальне забруднення.

Поверхневий стік приносить велику кількість забруднюючих речовин у водойми, спричиняючи їх забруднення та відкладення осаду. Осад, що утворюється у водоймах під час вологої погоди, пригнічує життєдіяльність мікроорганізмів і має негативний вплив на біоценоз та самоочищення. Тому оцінка шкоди, завданої поверхневим стоком, необхідна як першочерговий захід, щоб реалістично оцінити вплив зливового стоку на якість води та річок і, за необхідності, впровадити різні заходи щодо захисту якості води.

Метою роботи є дослідження екологічної та кількісної характеристики матеріалів, що виносяться зливовим стоком з урбанізованого ландшафту м. Житомира, та запропонувати шляхи зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. Для досягнення вищезазначеної мети були поставлені наступні

– Вивчення динаміки виносу різних речовин поверхневим зливовим стоком на міських водозборах;

– Екологічна оцінка якості поверхневих дощових вод міських територій м. Житомира;

– Рекомендувати різні системи водоохоронних заходів, спрямованих на поліпшення екологічного стану гідрологічної мережі району.

**Об’єктом дослідження** є поверхневий дощовий стік міста Житомира.

**Предмет дослідження** є якісні складові зливогого стоку та кількісні показники, що змиваються поверхневим міським стоком з водозборів міста Житомир.

Для виконання поставлених завдань і досліджень використовуються такі методи: польовий, лабораторний, експериментальний, аналітичний.

Перелік публікацій:

1. Гайворонський А. О. Водозабезпеченість регіонів України. Магістерські читання – 2022 : тези доповідей V студентської конференції (02 грудня 2022 р., м. Житомир) – Житомир : «Поліський національний університет», 2022. С. 8–9.

2. Гайворонський А. О., Дурицький М. О., Бабийчук І. М. Огляд стану водного господарства Житомирської області. Екологія. Наука. Практика – 2022 Матеріали XVIII Всеукраїнської науково-практичної конференції, м. Житомир, 21 травня 2022 року. Житомир. – « Поліський національний університет », 2022. С. 10–12 с.

Практичне значення результатів: результати кваліфікаційної бакалаврської роботи можуть бути використанні при впровадженні оцінки впливу на довкілля, технічних, інженерних заходів з організації та водовідведення дощових, поверхневих опадів в місті Житомир.

Структура та обсяг роботи: кваліфікаційна робота включає 36 сторінок друкованого тексту, 6 таблиць, 7 рисунків та 24 джерела літератури.

## РОЗДІЛ 1

### РІВЕНЬ ЗАБРУДНЕННЯ ДОЩОВИХ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД З МІСЬКИХ ЛАНДШАФТІВ

Наприкінці 1960-х років США вперше підняли питання про вплив поверхневого стоку на якість води. По-перше, зливові та талі води, які вважаються відносно чистими, без обмежень потрапляють у водойми, що суттєво впливає на зміну хімічного та масового складу малих річок [1, 2].

Недостатня увага до своєчасної ліквідації атмосферних опадів часто призводить до таких надзвичайних ситуацій, як підтоплення територій, порушення роботи підприємств і транспорту, пошкодження складського обладнання та інвентарю. Збитки спричинили зливи, які в деяких випадках порівнюють із пожежами. [3, 4].

Поверхневі води, що досягають низин, можуть призвести до затоплення підземних переходів і підвалів, будівель, що призведе до пошкодження майна та обладнання, а також до зносу та деформації різних конструкцій та елементів міської інфраструктури. Економічні збитки, спричинені повенями в містах, дуже великі. Це додаткові капітальні та експлуатаційні витрати на компенсацію та усунення негативного впливу загального затоплення території у сферах: матеріального виробництва, особисте споживання, використання рекреаційних об'єктів. [3, 4, 16].

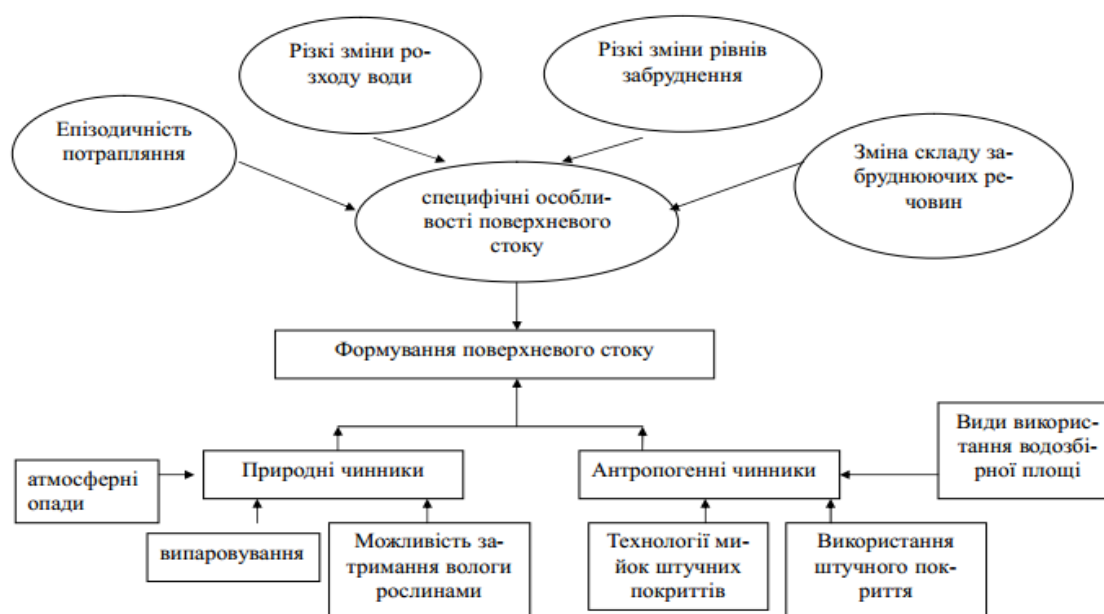
Дощ захоплює 13-22 мг/л твердих часток з атмосфери. Стік з дахів будівель містить близько 15 мг/л аерозольних і промислових викидів. Продукти руйнування автомагістралей становлять 40-50 г/м<sup>2</sup> на рік, що відповідає концентраціям 16-32 мг/л.

Завислі речовини, утворені переважно продуктами ерозії ґрунту з дерну та відкритого ґрунтового покриву, значною мірою визначають мінеральний склад твердої фази стоку [5, 6, 7]. Ступінь забруднення зливових і талих стоків залежить від санітарного стану території (якість прибирання шляхів і вулиць),

інтенсивності руху та технічного стану транспорту тощо). Надзвичайна нестійкість і особливість поверхневого стоку ускладнюють вивчення його складу. Проведені експериментальні дослідження не дозволяють досить повно описати якісний склад поверхневого стоку. [8, 9].

Якісна оцінка поверхневого стоку обумовлена впливом багатьох факторів, які одночасно впливають на аналіз зливових стоків за одноразовими пробами, щоб дати помилкове уявлення про інтенсивність забруднення різних водозборів. Через великий діапазон коливань концентрації забруднюючих речовин якість стокової води змінюється з інтенсивністю та часом опадів з певною закономірністю., (рис. 1 ).

Концентрація домішок у зливових стоках швидко зростає до максимального значення, а потім зменшується до закінчення дощу. Методика розрахунку об'ємів поверхневих стічних вод описана в [10, 11]. За результатами досліджень поверхневий стік несе розчинні та нерозчинні домішки, а також дощову воду [17, 18, 19]. Завислі речовини та нафтопродукти, сполуки азоту є характерними забруднювачами міського поверхневого стоку, що справляють найбільш значний негативний вплив на стан водойм.



**Рис.1. Умови формування стоку з урбанізованих територій.**

На прикладі міста Харкова можна простежити динаміку збільшення забруднюючих речовин, що утворюються на дорожніх магістралях у вигляді дорожніх частинок різних елементів, так що в 1977 р. на територію міста в середньому припадало 5110 кг забруднюючих речовин на 1 га землі. У 1991 році вона зросла до 9850 кг/рік, що було пов'язано з різким збільшенням кількості автомобілів. Причому основні згустки дорожнього пилу утворюються під час перевезення вантажів і руху транспортних засобів внаслідок пошкодження дорожнього покриття.

За актуальною інформацією обласного «Укравтошляху», шар дорожнього покриття зменшується на 4-5 мм на рік (руйнується транспортуванням), що становить 1 га або 160-200 тонн 40-50 кубометрів дорожньої продукції/га. . Немає сумніву, що така велика кількість забруднень не прибирається і не видаляється комунальними службами (максимум 13-16%), але оскільки на дорогах немає сміття, значить, залишки дорожнього пилу та бруду є змивається дощовою водою та талими потоками в результаті стікання з водними потоками. [ 21, 24].

За даними американських дослідників, 17 тис. т завислих речовин, 2400т ХПК, 1200 т БПК, 50 т органічного азоту (за К'ельдалем), 50 т фосфатів і неочищені міські стічні води. ( За даними дослідження [30] встановлено, що в містах жорсткість води зросла в 12 разів, лужність осаду стічних вод збільшилася в 30 разів, азотисті сполуки виведені в 50 разів, фосфор в 6 разів, мідь в 2 рази, 5, нафтопродукти - у 4 рази, хлору – у 80 разів, свинцю – у 8 разів. [20].

Останнім часом загострилася проблема забруднення річок Дніпровського басейну дощовими та сніготалими водами з урбанізованих територій, що пов'язано із збільшенням їх забруднення твердими побутовими відходами, збільшенням кількості автотранспорту та погіршенням екологічної обстановки. [20, 21, 24].

Найбільш сприятливими наслідками цих процесів є активізація ерозійних процесів і посилення забруднення водойм. Розвиток цих процесів



зумовлений насамперед великомасштабною забудовою, скороченням зелених насаджень, відсутністю науково обґрунтованих методів використання окремих природних комплексів. Тенденція до активізації цих процесів чітко простежується на території водозборів міста Житомира, особливо в його лівобережній частині. [18].

У міських умовах формування та трансформація поверхневого стоку пов'язані не лише з кліматичними умовами, а й з різноманітними антропогенними змінами ландшафту, особливостями освоєння водних ресурсів, умовами водокористування та дренажних систем, а також характеристиками урбанізованих територій в межах міста. [19, 21, 26].

### **Висновки до розділу 1:**

1. У міських умовах поверхневий стік може формуватися і трансформуватися не тільки під впливом кліматичних умов, але й під впливом різних антропогенних перетворень ландшафту, специфіки використання водних ресурсів, стану водоспоживання та водовідведення, особливостей взаємозв'язку поверхневих і підземних вод, що може мати негативні екологічні наслідки в залежності від ландшафтної структури території.

## РОЗДІЛ 2.

### ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРИТОРІЇ ОБ'ЄКТІВ ТА МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### **2.1. Існуюча структура водозбірних територій та геологічна, гідрогеологічна характеристика та умови водозабезпечення міста Житомир**

Населення Житомира 267 610 чоловік. (На 01.01.2019) Постійне населення: 266,7 тис. чол. Народжуваність: 10,95; Смертність: 11,78. Адміністративні райони: Корольовський (117,1 тис. чол.) та Богунський (150,6 тис. чол.) Типи забудови: багатоквартирні (79,4%), садибні (20,6%) Середня густина населення: 4388 чол./1 км<sup>2</sup> (рис. 2.1).

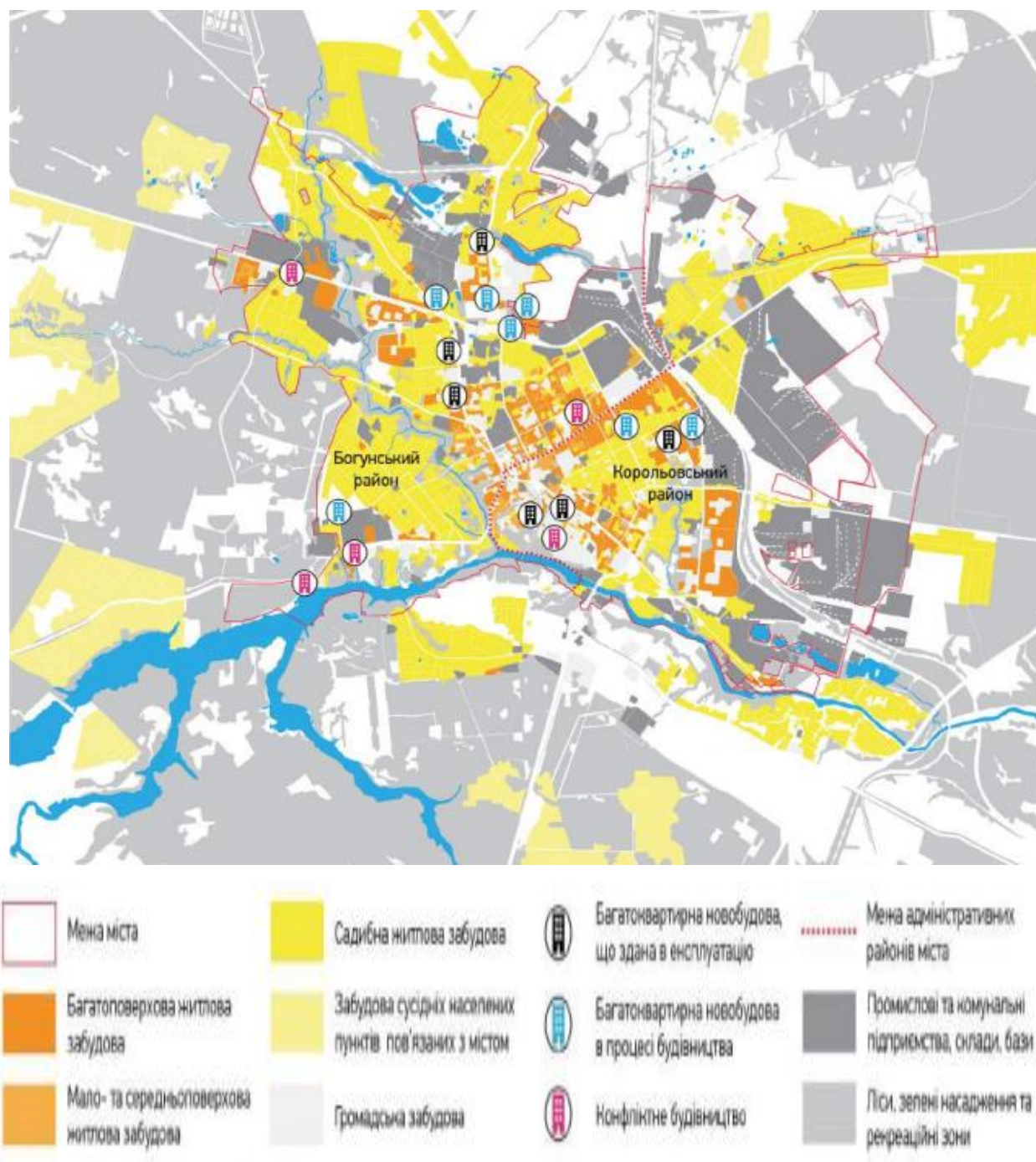
Середній житловий фонд близько 19 м<sup>2</sup> (на одну особу), що нижче відповідних середніх показників по міських поселеннях України та Житомирської області. Загальна площа становить 60,85 квадратних кілометрів, з яких забудована площа становить 40,53 квадратних кілометрів, а основна житлова забудова – 36,53 квадратних кілометрів.

Щільність населення цих територій досягала 14701-18526 осіб/км<sup>2</sup>, а загалом на цих територіях проживало 19,7% житомирян, що призвело до трудової міграції до центру міста. Центральний район має компактну структуру, де переважає середньоповерхова забудова 3-5 поверхів, і має високу щільність населення 7000-9000 осіб/км<sup>2</sup>.

За геологічною будовою територія розташована в північно-західній частині Українського кристалічного масиву, який характеризується висотним заляганням кристалічних порід, перекритих слабкими осадовими товщами.

Житомирський район розташований на великому гранітному куполі, утвореному житомирським гранітом, практично не вкритим осадовими породами, потужність яких у межах міста коливається від 0 до 32 м. У долинах Кам'янки і Тетерова спостерігаються виходи гранітних річок. Геолого-літологічний склад гірських порід визначає формування мінерально-сировинних ресурсів району. Житомирські родовища радону (70%

експлуатаційних запасів радону) знаходяться в межах міста. Глибина цих вод не перевищує 100 м, мінералізація – 0,5–3,6 г/дм<sup>3</sup>, хімічний склад змінюється від гідрокарбонатного до сульфатно-хлоридно-кальцієвого та кальцієво-натрієвого, швидкість течії коливається в широкому діапазоні значень – від 0,6 до 10. дм<sup>3</sup>/с.



**Рис.2,1 Існуюча структура території м. Житомир.**

Територією міста протікають річки: Тетрів, Корошенка, Лісна, Путятинка, Кам'янка. Для них характерний рівнинний тип з типовим атмосферним живленням.

За характеристикою м. Житомира площа водного об'єкта становить 2,96 км<sup>2</sup>, загальна довжина берегової лінії річок та озер – 67,55 км (табл. 2.1), довжину річок на території дивіться (табл. 2.2).

Сезонний річний стік річки Житомира характеризується ознаками тривалої весняної повені, маловоддя, щорічної короткочасної повені. Основним джерелом води є річка Тетерів, притока правого берега Дніпра, яка протікає південною околицею міста на протяжності 10,8 кілометрів і утворює в районі Колбудівки Житомирське центральне водосховище.

Природний потік регулюється трьома дамбами, щоб пропускати найвищі рівні води під час паводків. Загалом річний процес підвищення водності річок характеризується весняною повінню, відносно маловоддям і багаторічними паводками.

Таблиця 2.1

#### Водні об'єкти м. Житомир

Берегові лінії річок і озер, в межах міста Житомир км	64,57
Водні об'єкти, км	2,97
<b>Разом</b>	<b>67,58</b>

Таблиця 2.2

#### Довжини річкової мережі м. Житомир

№	Водні джерела	Довжина водних джерел міста. Житомира, км
1	р. Путятинка	3,24
2	р. Кам'янка	8,45
3	р. Крошенка	9,25
4	р. Лісна	3,55
5	р. Тетерів	11,87
6	<b>Разом</b>	<b>36,19</b>

Долина річки в місті має ширину 0,8 кілометра, частина її звужується в каньйон шириною 110-160 метрів з крутим схилом до 55 метрів. Береги та дно піщані, глибина 0,6-2,1 метра. Біля підніжжя схилу знаходяться мінеральні джерела.

Заплава річки в основному з обох боків складена в основному піщаними та суглинистими ґрунтами, а русло не роздвоєне та порожнисте. Дно переважно піщане, а на рівнинах піщано - мулисте, глинисте.

Водозбір належить до водозбору південнопольського типу, формування якісного складу річкової води відбувається за умови насичених карбонатними лесовими відкладами та достатнього кліматичного живлення переважно за рахунок танення снігу, дощового стоку, підземних вод Живлення незначне. Лід на річці суцільний, середньою товщиною 0,3-0,2 метра, танути він почав у березні.

З півдня на південь через місто протікає річка Кам'янка, притока лівого берега Тетрів. Параметри водотоку: Довжина по місту 9,5 км, ширина 11-20 м, глибина 0,35-1,25 м, площа водного дзеркала 9 га. Узбережжя круте, місцями скелясте, а не болотисте, вкрите трав'яною та чагарниковою рослинністю. Річка живиться атмосферними джерелами. У посушливий період ріка пересихає.

У північній частині міста протікає річка Крошенка, ліва притока р. Кам'янка, зрегульована двома ставками, які потребують гідротехнічного благоустрою. Загальна довжина річки в місті становить 8,3 кілометра.

Справа в річку Тетрів впадає річка Пуятинка на південному сході міста, верхня частина якої є меліоративним каналом для скидання атмосферних вод. Має довжину 3 кілометри і площу водної поверхні 0,35 га.

## **2.2. Кліматичні умови м. Житомир**

Кліматичні погодні фактори умови м. Житомира континентально помірні з частково м'яким зимовим періодом та тривалим вологим і сухим літом. На наступних малюнках продемонстровані типові показник температури, і опадів

за 2018 – 2020 роки та середня температура опадів (рис. 2.1–2.2) в сезон максимально весняних та дощових опадів, де утворюється поверхневий стік.

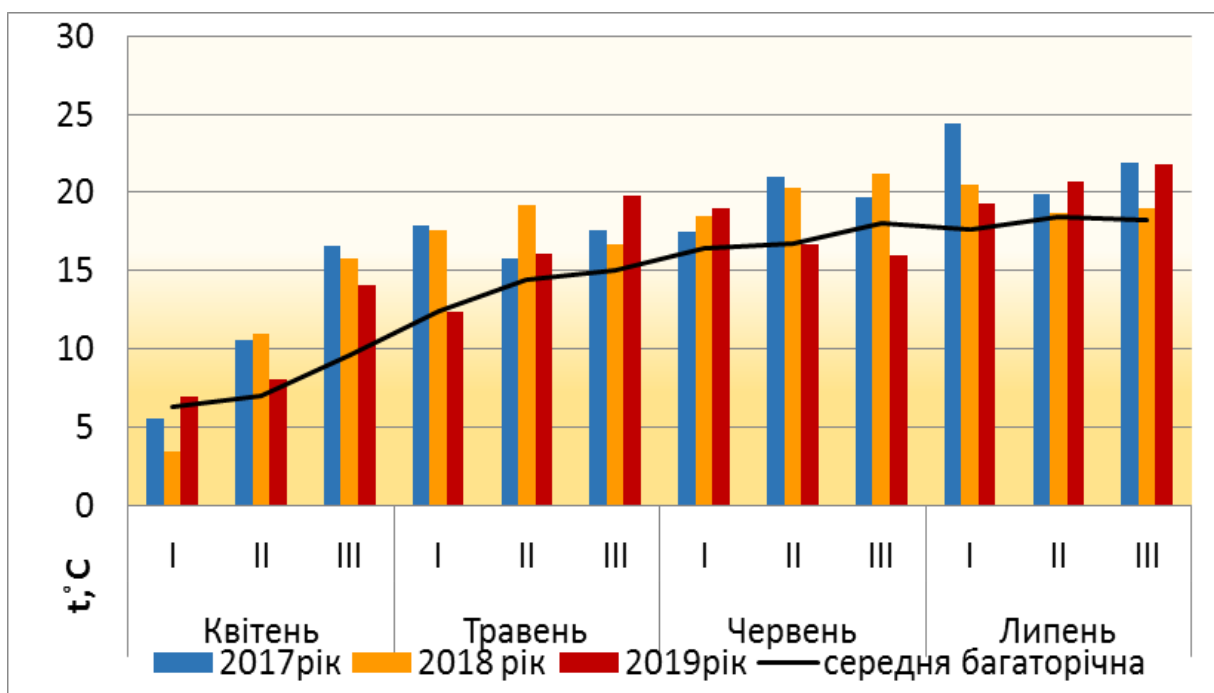


Рис. 2.1 Середньодобова температура повітря за період дощових опадів

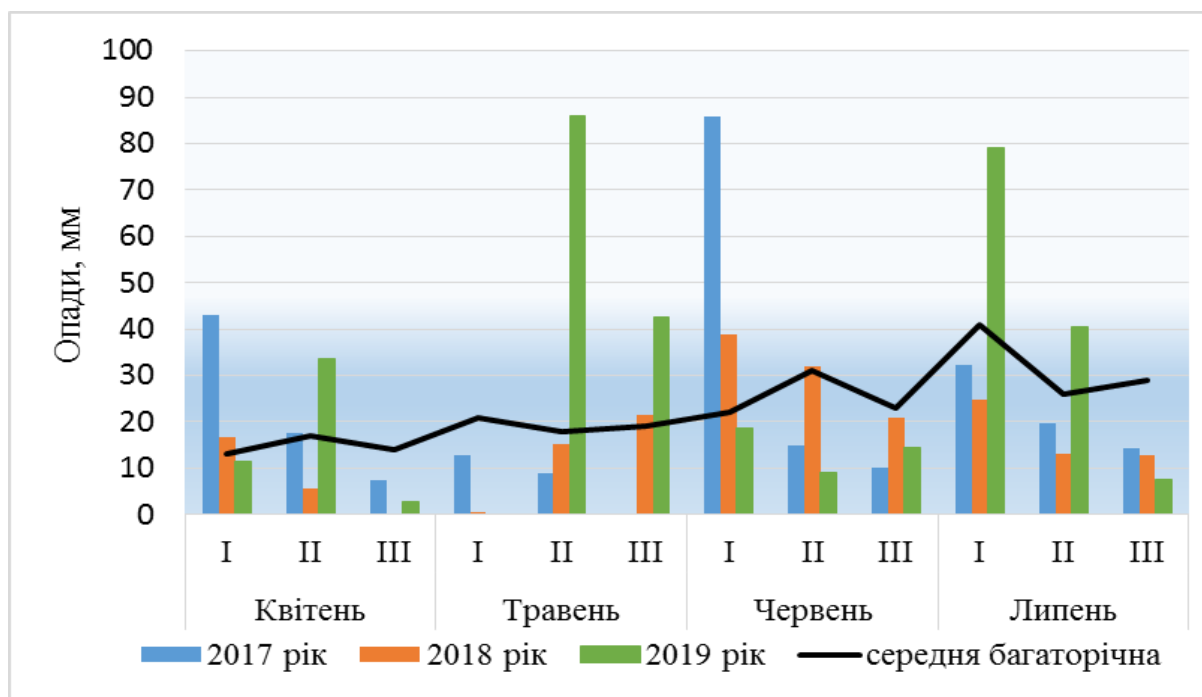


Рис. 2.2 Сума дощових опадів в теплий період

### 2.3. Об'єкти досліджень.

На основі моніторингу та узагальнення характеристик основних типів забруднень по кожному водозбору вони були розподілені на наступні категорії та обрано водозбори м. Житомира, де проводився постійний моніторинг здобувачем та керівником.

Варто зазначити, що серед усіх скидів дощові стічні води, а також умовно чисті води окремих промислових підприємств скидаються у водойми без очищення.

- 1) Водозбір № 1 - висока ландшафтна забудова;
- 2) Водозбір № 2-3 - приватний сектор;
- 3) Водозбірна територія № - Промзона, Швидкісні дороги.

Водозбірна територія No1 - Висока ландшафтна архітектура; Басейн розташований на правому березі річки Кам'янка. Дощоприймачі обслуговують територію міста площею 17,55 га і виходять на вулиці: Польський бульвар, Майдан Закревського та Малікова, (рис. 2.3., 2.3).

Водозбір № 2-3 - забудовані спільно з приватним сектором; Каптаж 1 має 3 корпуси, що виходять на вулицю Слобідську (буд. 10, 16, 17) та частину багатоповерхової забудови – на вул. Станішевського (будинок №3/1). Площа земельної ділянки першої черги становить 2,53 га. (рис. 2.3, 2.4). Водозбір № 2 містить 2 будівлі середньої та високої поверховості (вул. Слобідська, № 12, 14) загальною площею 1,23 га (рис. 2.3, 2.4).

Водозбір №4 – Четвертий водозбірний район розташований на правому березі річки Тетерів і є індустріальною зоною з інтенсивним рухом транспорту. Котельня розташована в промисловій зоні, а автопарк підприємства також розташований у водозбірній зоні. Загальна площа 6,2 га (рис. 2.3, 2.4).



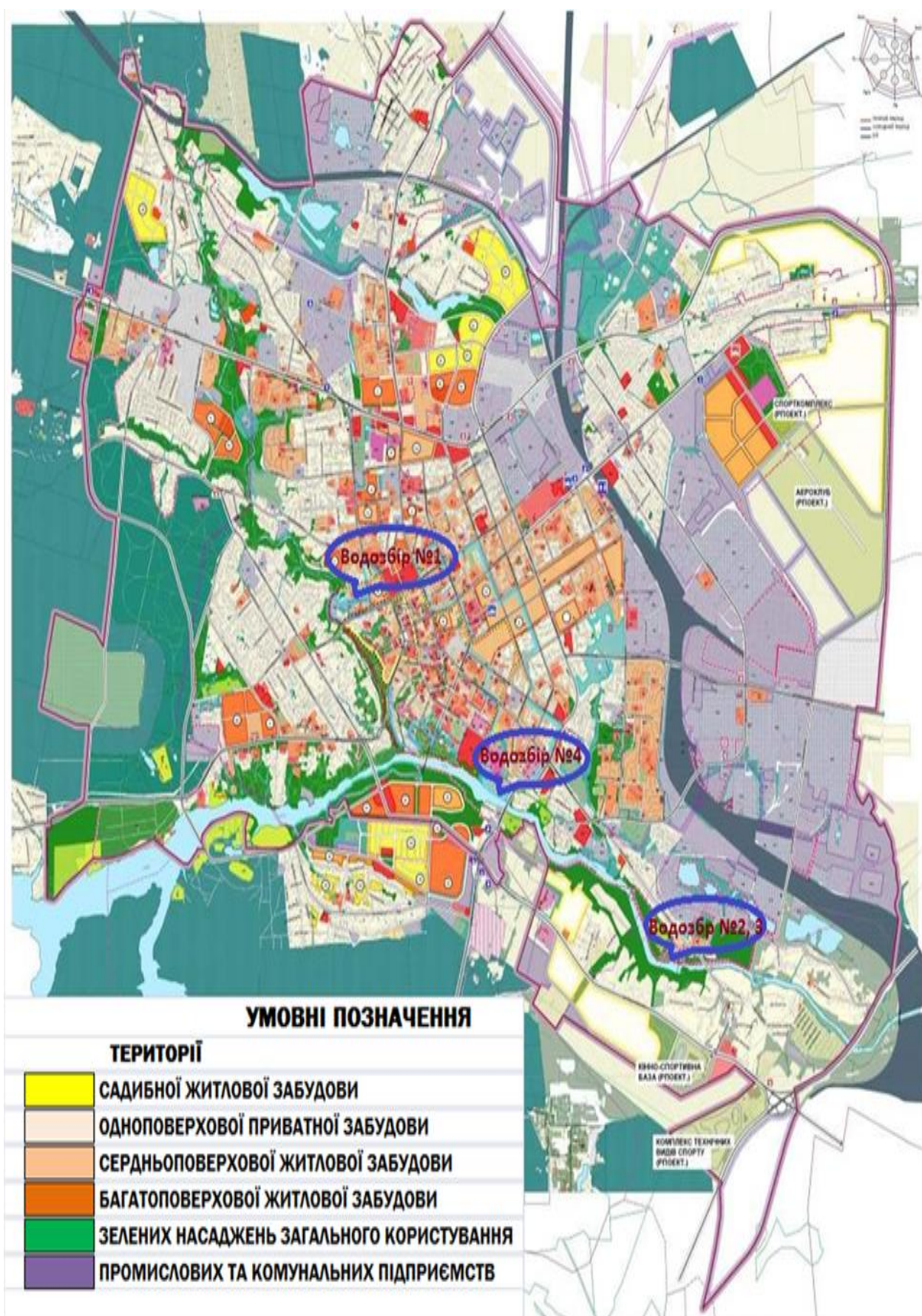


Рис. 2.3. Водозбірні ландшафтні площі міста Житомир





Рис. 2.4 Детальні плани об'єктів досліджень

## 2.4. Програма та методика робіт

Фактичним матеріалом бакалаврської роботи є вивчення літературних джерел за темою та фактичний матеріал досліджень наукового керівника роботи. З метою вивчення екологічної якості зливового стоку, який є джерелом забруднення річок м. Житомира, різноманітних водозборів типового міського ландшафту з територіальними функціями, що постраждали від процесів урбанізації, та встановлення водозборів шляхом відбору проб поверхневого стоку досліджували якість стоку та кількісні показники. [22, 24].

Вибір місця ґрунтувався на аналізі наявних антропогенних навантажень, режиму випадання опадів, рельєфу місцевості та розташування мереж зливової каналізації. та дослідження показників якості.

Розрахунок кількісних показників поверхневого стоку дощової води Житомирського водозбірного басейну та визначення середньозваженої концентрації забруднюючих речовин у загальній поверхневій дощовій воді мають встановити залежність якості забруднюючих речовин у дощовій воді від її споживання.

Для цього було розраховано масу забруднюючих речовин ( $M_i$ , кг/місяць), що змиваються загальною зливовою водою з обраного водозбору, виходячи з концентрації речовини в загальній злизовій воді та відповідних витрат (див. Додатки А, Б, В) , і за формулою

$$M_i = C_i \cdot q_i \cdot 65 \cdot 65 \cdot 24 \cdot D_k \cdot 10^{-3} = C_i \cdot q_i \cdot 86,4 \cdot D_k, \quad (1)$$

де  $C_i$  – концентрація політантів у дощових водах з обраних водозборів ( див. Додаток Г, Д, Е ), мг/л;

$q_i$  – середньомісячні витрати дощових стоків з окремих водозборів ( див. Додаток А, Б, В ), м<sup>3</sup>/с;

$D_k$  – період календарних днів (квітень, червень, вересень – 30 днів; березень, травень, липень, серпень, жовтень – 31 день);

$10^{-3}$  – коефіцієнт, який дозволяє переводити результати розрахунків середньої концентрації забруднення із мг/л у кг/м<sup>3</sup>.

Прийоми досліджень були загальноприйняті: польовий, балансовий метод, метод основних вододілів, порівняльно-географічні методи в аналізі часових і просторових гідрологічних рядів, лабораторний, експериментальний.

### **Висновки до розділу 2:**

1. У цьому розділі коротко представлені та описані фактори та умови, які впливають на забруднення дощових вод, в основному це кліматичні фактори, ландшафтно-територіальна структура міста Житомира, густина населення, гідрологічні характеристики каналізаційної мережі, представлена детальна характеристика об'єктів дослідження.

2. Виходячи з детального аналізу всього міста, більшість інженерно-геологічних умов міста є сприятливими для міського розвитку, і жодних інженерних заходів для міського розвитку не потрібно. Це плоскі вододіли з ухилами поверхні до 8–10%.

3. При виконанні поставлених завдань і досліджень використовувалися наступні методи дослідження: польовий (- балансовий метод, - метод вододілів і основних вододілів, - порівняльно-географічні методи в аналізі часових і просторових гідрологічних рядів), лабораторний, експериментальний.

## РОЗДІЛ 3

### КІЛЬКІСНА ОЦІНКА ВІНОСУ ПОЛЮТАНТІВ ПОВЕРХНЕВИМ СТОКОМ З ВОДОЗБОРІВ МІСТА ЖИТОМИР

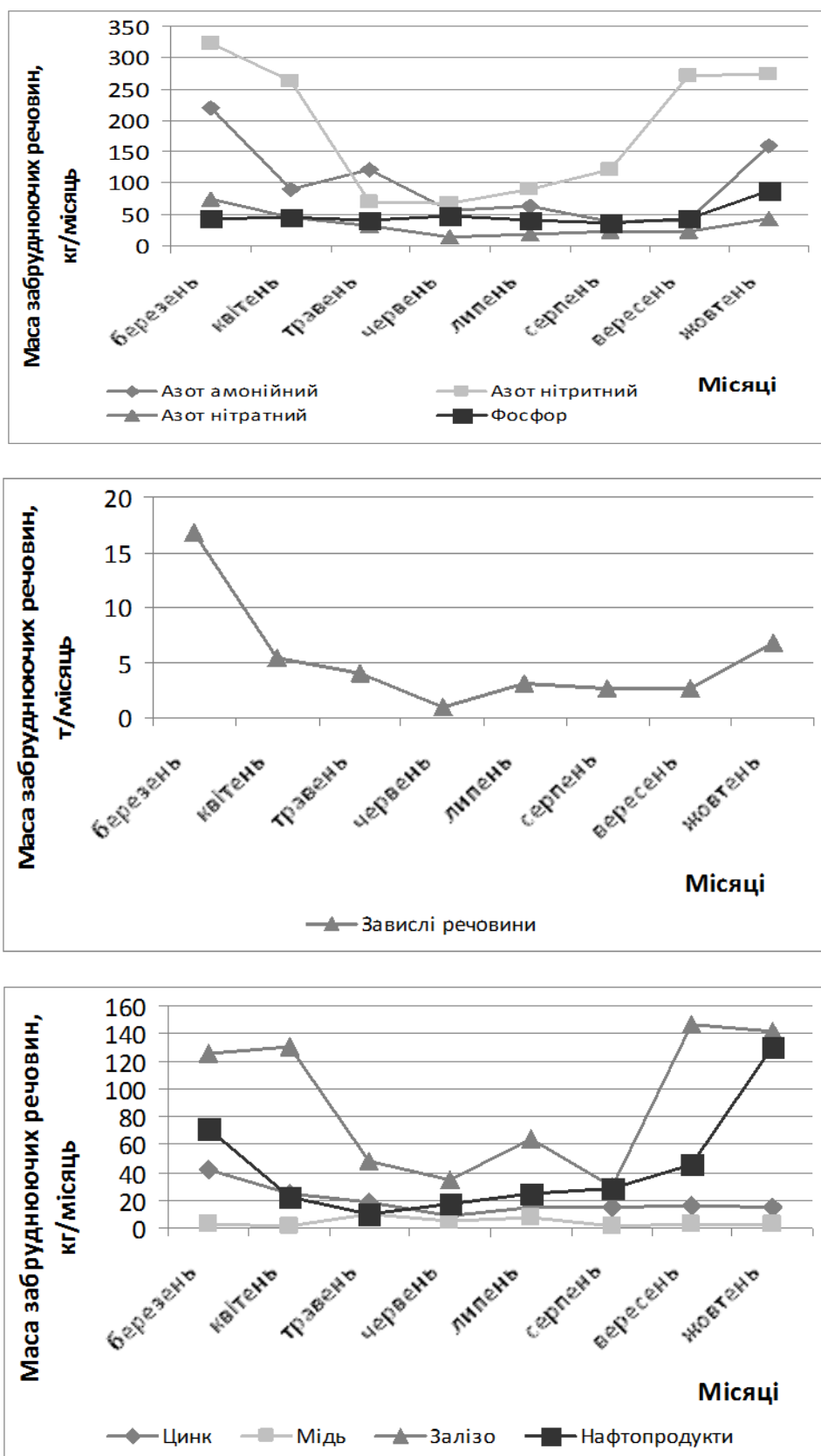
#### 3.1. Динаміка змиву поліутантів дощовим поверхневим стоком з водозбірних поверхонь урбанізованих територій.

На основі отриманих проведених науковим керівником експериментальних досліджень про концентрацію завислих речовин, сполук азоту, металів, фосфору та нафтопродуктів в у складі дощовій дощових воді, стоків що які стікає надходять в річки р. Житомира на досліджуваних скидах зливовому дощового випуску, стоку розраховано розраховані значення мас маси вказаних питомих забруднюючих речовин, що надходять з із поверхневим стоком за під період час дощових (весна, літо, осінь) опадів ( 8 місяців) , розрахунки наведені в Додатках додатках А–Е. А–Е.

За розрахованими масами вносу забруднюючих речовин у (по сумарних місяцях) дощових опадів показників з складу поверхні дощових та вод відповідними території їм за середньомісячними розрахунковою витратами масою зливових забруднюючих вод речовин побудовані у графіки сумарної динаміки вносу кількості (по опадів місяцях) та маси відповідною забруднюючих середньомісячною речовин за показниками складу дощових вод з території сучасної забудови ( Водозбір №1) в залежності від середньомісячних середньо витрати дощової води (рис. 3.1).

Сезонна динаміка надходження речовин матеріалу з водозбірних водозбору площ в зумовлена, першу перш чергу за визначається все, зміною кліматичних факторів формування сформованих дощового зливовим стоку стоком ( початок березня, кінець листопада).

Сполуки амонійного азоту характеризуються високими показниками видалення. Вони є індикаторами «свіжого» забруднення поверхневих вод. Найвищі показники амонійно-іонних сполук були в березні (7,2 кг/добу) та травні (3,7 кг/добу), хоча високі показники вносу спостерігалися і в жовтні – в період осінній межени (5,4 кг/добу) [33].



**Рис. 3.1. Сезонна місячна динаміка виносу забруднюючих речовин з дощовими водами водозбір №1.**

Надходження нітритів і нітратів схоже за характером видалення концентрації іонів азоту амонію. Найбільші виноси спостерігались у весняну (7,26 кг/добу та нітрати (1,64 кг/добу) та осінню межені (9,2 кг/добу нітритів та 1,4 кг/добу нітратів).

Винос завислих речовин залишався стабільним - 3-5 тонн на місяць, крім березня - 16,6 тонн. По-перше, це пов'язано з випаданням масових весняних опадів у березні. Потік суміші нафтопродуктів з дощовою водою залишався стабільним протягом усього періоду дослідження. Лише в окремих випадках змив та накопичення нафтопродуктів зріс до найвищого значення (4,3 кг/добу) у жовтні.

### **3.2. Винос полютантів дощовими водами з забудованих ландшафтів у гідрографічну мережу міста Житомир.**

Екологічна оцінка зливого стоку складається з двох основних компонентів: загального забруднення, що визначається змивом забруднюючих речовин, накопичених у водозбірному басейні, і фонового, що проявляється ерозією та змивом у самому водозбірному басейні.

Рівні забруднення зливових стоків з водозбірної території м. Житомира знаходяться в межах підвищеної забрудненості та періодично потрапляють у водойми, переважно під час дощів або танення снігу.

У таблицях 3.2 та 3.3 наведена екологічна оцінка показників дощового стоку, отримана науковими дослідженнями, проведеними науковим керівником протягом періоду спостережень.

Після аналізу встановлено, що дощова вода містить не тільки розчинну і нерозчинну органіку, але також велику кількість мінералів і розчинних речовин. Максимальні концентрації забруднюючих речовин у досліджуваних пробах дощової води становили мг/л: завислих речовин – 150,3, нафтопродуктів – 3,52, ХСК – 85,3, БПК<sub>5</sub> – 28,25.



Таблиця 3.2

## Якісна оцінка дощових поверхневих вод з міських ландшафтів, мг/л

Водозбірні ландшафти	Рівень виносу	БПК <sub>5</sub>	ХСК	Залишки нафтопродуктів	Завислі речовини
		мгО <sub>2</sub> /л		мг/л	
1	Мінімальні	4,36	24,18	0,05	8,96
	Максимальні	12,87	64,63	0,90	81,36
	Посередні	10,83	45,74	0,25	35,63
2	Мінімальні	3,76	8,26	0,03	3,55
	Максимальні	28,22	85,31	0,98	42,44
	Посередні	14,28	55,75	0,56	25,45
3	Мінімальні	5,36	6,80	0,0	4,36
	Максимальні	17,42	63,00	0,94	62,88
	Посередні	13,68	34,65	0,65	45,64
4	Мінімальні	5,33	8,47	0,55	13,36
	Максимальні	37,85	76,82	3,53	150,30
	Посередні	27,81	67,71	1,47	56,78
ГДК <sub>рибогосп</sub>		3,00	30,00	0,30	0,85+фон

Таблиця 3.3

## Якісна оцінка біогенних та хімічних сполук в дощових водах з міських ландшафтів, мг/л

Водозбірні ландшафти	Рівень виносу	Сполуки групи азоту			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Fe	Zn	Cu
		NH <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>				
1	Мінімальні	0,17	0,15	0,27	0,23	0,33	0,08	0,02
	Максимальні	1,20	0,35	2,60	0,65	1,37	0,20	0,02
	Посередні	0,66	0,24	1,50	0,39	0,90	0,15	0,02
2	Мінімальні	0,29	0,0	0,56	0,10	0,66	0,09	0,04
	Максимальні	1,46	0,35	1,80	0,29	1,36	0,39	0,2
	Посередні	0,85	0,23	1,40	0,21	1,13	0,26	0,10
3	Мінімальні	0,17	0,22	0,0	0,0	0,29	0,0	0,0
	Максимальні	1,08	0,95	2,21	0,39	1,44	0,14	0,15
	Посередні	0,66	0,76	1,34	0,25	1,13	0,09	0,09
4	Мінімальні	0,29	0,23	0,0	0,0	0,0	0,19	0,0
	Максимальні	3,50	1,22	1,94	0,69	5,25	0,44	0,13
	Посередні	1,22	0,95	1,75	0,45	1,57	0,34	0,09
ГДК <sub>рибогосп</sub>		1,50	10,00	45,0	3,50	0,30	1,00	1,00

Змив потоків зважених твердих частинок з міських територій досягають великих коливань. Значення завислих речовин коливаються в середньому від 35 мг/л до 60 мг/л.

Вміст нафтопродуктів у дощовій воді залежить від інтенсивності руху (транспортні аерозолі, мастильні матеріали, що потрапляють на автошляхи, продукти тертя автомобільних шин), концентрація нафтопродуктів у поверхневому стоці з міських територій перевищує гранично допустиму концентрацію (0,3 мг/л), досягаючи 3,52 мг/л з Водозбору - № 4

У міському поверхневому стоці сполуки азоту існують у трьох формах, накопиченням нітратного азоту в теплий період, який є кінцевим продуктом процесу нітрифікації органічних залишків.

Основними джерелами сполук азоту в містах є частинки ґрунту, гумус, листя, насіння тощо. Утворення сполук фосфору в містах залежить від кількості населення та інтенсивності руху транспорту, а також накопичення опалого листя, рослинних залишків, насіння трав і чагарників.

### **3.3. Шляхи регулювання та управління опадами на забудованих територіях м. Житомира**

Проведені дослідження виявили необхідність вирішення питань організації та водовідведення міських зливових стоків з урахуванням особливостей міського водозбірного ландшафту. З урахуванням існуючої системи водовідведення та зливної каналізації, рельєфу та гідрологічних умов необхідно розробити принципову програму організації та водовідведення зливових стоків, яка повинна передбачати влаштування локальних систем зливної каналізації та встановлення окремих очисних споруд-систем.

Враховуючи дефіцит земельних ресурсів, необхідно локальне будівництво очисних споруд закритого типу з використанням індивідуальних проектів і конструктивних рішень, що значно зменшить розміри споруд і зон очищення.



Регулярно очищати відкриту руслову мережу, ремонтувати аварійні трубопроводи, замінювати відпрацьовані конструктивні водозбірники та колодязі.

Наявність еродованого рельєфу та поширеність схилів, у тому числі досить протяжних і крутих (частини вул. Лева Качинського, вул. Клосовського, р-н Замкової гори, КПК ім. Ю. Гагаріна) вимагали відведення додаткових площ під зелені насадження.

Зеленими насадженнями повинні бути засаджені переважно долини малих річок і струмків, а також корінні схили міських річкових долин. Розміщувати та формувати їх необхідно для запобігання розвитку ерозії, сприяння очищенню стокових вод, виконання естетичних, рекреаційних та інших функцій.

Перетворити струмки та балки в місті на буферні зони, щоб забезпечити регулювання поверхневого стоку та зменшення вмісту забруднюючих речовин у зливових водах. Для цього не тільки потрібно проводити озеленення, а й облаштовують ставки, біоставки та плато.

### **Висновки до розділу 3:**

1. За результатами дослідження визначено якість видалення різних елементів (додаток А), які, за нашими оцінками суттєво негативно впливають на якість води.

Серед пріоритетних сполук слід відзначити наступні сполуки: зважені речовини - 91,5% (загальна маса виносу), азоту нітритного - 3,18, азоту амонійного - 1,68, заліза - 1,55, сполук фосфору - 0,8%, сполук нафти - 0,76%.

2. Максимальні концентрації забруднюючих речовин у досліджуваних пробах дощової води становили мг/л: завислих речовин – 150,3, нафтопродуктів – 3,52, ХСК – 85,3, БПК – 28,25.

## ВИСНОВКИ

1. За результатами бакалаврської випускної роботи проведено екологічну оцінку дощових стічних вод з міста Житомира за такими показниками: сполуки азоту, БПК<sub>5</sub>, ХСК, сполуки фосфору, нафтопродуктів, завислі речовини, тощо.

2. Розрахована місячна динаміку мас виносу забруднюючих речовин з дощовим поверхневим стоком на різних типових водозбірних площах міста Житомира.

3. Наведено мінімальний та максимальний рівні концентрацій забруднень у зливових стоках м. Житомира. Рівень забруднення зливових стоків на водозбірній території м. Житомира знаходиться в межах високого забруднення.

4. Надано рекомендації щодо організації зливної каналізації та інженерно-технічних планувальних заходів міських водозборів міста Житомира.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Піціль А.О. Екологічні аспекти формування дощового поверхневого стоку з міських територій (на прикладі м. Житомир) / А.О. Піціль // Вісник НУВГП. – 2012. – № 1(50). – С. 85–89.
2. Піціль А.О. Екологічні особливості формування талого та дощового поверхневого стоку (на прикладі міста Житомир) / А.О. Піціль // Вісник ЖНАУ. – 2012. – № 1 (30). – С. 395–401.
3. Піціль А. О. Оцінка забруднення поверхневого стоку та його вплив на якість водних джерел на міських ландшафтах. Вісник ЖНАУ. – 2014. – № 1(34), т. 3. – С. 39–45.
4. Піціль А.О. Особливості поверхневого стоку різного походження / // Вісник БНАУ. – 2014. – №12 (106). – С. 152–156
5. Піціль А.О. Поверхневий стік і змив з сільських селітебних територій / // Вісник ЖНАУ. – 2017. – № 1 (42), т. 1. – С. 84–88
6. Піціль А.О. Особливості формування поверхневого стоку з міської території (на прикладі м. Житомир) / Роль меліорації в забезпеченні сталого розвитку землеробства: матеріали наук.-практ. конф. молодих учених, 4–5 груд. 2008 р. – К.: ІгіМ, 2008. – С. 69–71.
7. Васенков Г.І. Забруднення важкими металами вод гідрографічної мережі Полісся // Вода: проблеми та шляхи вирішення: матеріали Другої наук.-практ. конф., 20 листоп. 2009р. – Житомир, 2009. – С. 68–75.
8. Піціль А.О. Забруднення поверхневих стічних вод з міської території Сучасні проблеми екології та геотехнологій: матеріали ., 19–22 берез. 2008 р. – Житомир, 2008. – С. 244–245.
9. Піціль А.О. Екологічні аспекти формування талого поверхневого стоку з території міста // Сучасні проблеми екології та геотехнологій: зб. тез VI Міжнар. наук. конф. студентів, магістрів та аспірантів, 18–20 берез. 2012 р. – Житомир, 2012. – С. 19–28.

10. Піціль А.О. Екологічні аспекти формування талого поверхневого стоку з територій міста // Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету – 2009. – «Сучасні проблеми збалансованого природокористування». – С. 217–220.

11. Піціль А.О. Ґрунтова складова поверхневого стоку міських територій // Агрохімія і ґрунтознавство. – 2014. – Спец. вип. до УІІ з'їзду УТґА (5–9 лип. 2014 р., м. Житомир): у 4-х кн. – Кн. 3. –С. 127–130.

12. Піціль А.О. Ґрунтова складова екології поверхневого стоку міських селитебних територій / А.О. Піціль // VII Всеукр. наук. конф. студентів, магістрів та аспірантів, 24–26 берез. 2011 р. – Житомир, 2011. – С. 19–21.

13. Піціль А.О. Співвідношення річного виносу забруднюючих речовин з поверхневим стоком від дифузних та точкових джерел міста Житомир / А.О. Піціль // Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. – 2012. – Спец.вип.: Матеріали до VII наук.-практ. конф. «Сучасні проблеми збалансованого природокористування». – С. 122–125.

14. Піціль А.О. Хімічний склад води поверхневого стоку з території міста Житомир / А.О. Піціль– Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2012. – С. 251–256.

15. Піціль А.О. Оцінка виносу забруднюючих сполук з сільських селитебних територій поверхневим стоком / А.О. Піціль, О.Є. Поліщук // Збірник наукових. – С. 91–94

16. Піціль А.О. Дифузне забруднення водних екосистем міста поверхневим дощовим стоком / А.О. Піціль // Наукові читання – 2015 : – Житомир: ЖНАЕУ, 2015. – Т. 2. – С. 133–136.

17. Піціль А.О. Розподіл речовин в зливових стоках впродовж дощів з урбанізованих територій Актуальні проблеми дослідження довкілля: матеріали V Міжнар. наук. конф., 24–25 трав. 2014р. – Київ, 2014. – С. 311–316.

18. Пициль А.О. Классификация источников поступления химических веществ с поверхностным стоком на селитебных территориях / // Teoria i praktyka – znaczenie badan naukowych: zbior raportow naukowych, 29.07.2014-31.07.2014. – Lublin, 2014. – Cz. 1. – S. 34–40.

19. Гекалюк Д. М. Екологічна оцінка виносу полютантів дощовими водами з території 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. 16 – 18. URL: (дата звернення: 10.11.2020) <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/liga/issue/view/06.11.2020/376>.

20. Гайворонський А. О. Водозабезпеченість регіонів України. Магістерські читання – 2022 : тези доповідей V студентської конференції (02 грудня 2022 р., м. Житомир) – Житомир : «Поліський національний університет», 2022. С. 8–9.

21. Гайворонський А. О., Дурицький М. О., Бабийчук І. М. Огляд стану водного господарства Житомирської області. Екологія. Наука. Практика – 2022 Матеріали XVIII Всеукраїнської науково-практичної конференції, м. Житомир, 21 травня 2022 року. Житомир. – « Поліський національний університет », 2022. С. 10–12 с.

22. Статник І. І. Модель відновлення водних екосистем малих річок (на прикладі річки Путилівка.) / І.І Статник, О.М. Клименко// Вісник НУВГП . – 2014. – Випуск 2 (55) . – Рівне, 2014. – С. 35-38.

23. Клименко М.О., Статник І.І., Методологія покращання екологічного стану річок Західного Полісся (на прикладі р. Горинь) - Монографія. – Рівне:., 2014р. – 204с.

24. Клименко М.О. Дослідження зміни якості поверхневих вод у басейні р. Горинь. / М.О. Клименко, О. М. Клименко., І.І., Статник // Вісник НУВГП . – 2012. – Випуск 4 (60) . – Рівне, 2012. – С. 3-14.

