

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
ГЕОГРАФІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ГІДРОЛОГІЇ ТА ГІДРОЕКОЛОГІЇ

На правах рукопису

УДК 556,06

Кваліфікаційна робота магістра

Спеціальність 103 – Науки про Землю

Освітня програма «ГІДРОЛОГІЯ»

Тема: «ГІДРОЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ МАЛИХ РІЧОК МІСТА КИЄВА»

Виконав:

студент 2-го курсу магістратури
кафедри гідрології та гідроекології
Онищенко Олександр Володимирович

Науковий керівник:

професор, доктор географічних наук
Ободовський Олександр Григорович

Робота рекомендується до захисту

(протокол № _____ засідання кафедри гідрології та гідроекології від _____)

Завідувач кафедри гідрології та гідроекології

професор, доктор географічних наук

Гребінь Василь Васильович

Київ – 2021

ЗМІСТ

ВСТУП	2
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ПРИРОДНІ УМОВИ РАЙОНУ	
ДОСЛІДЖЕННЯ	3
Рельєф та Геологічна будова.....	3
Кліматична характеристика	6
Гідрографія	9
Ґрунти	12
РОЗДІЛ 2. РІЧКИ ТА ЇХ ХАРАКТЕРИСТИКИ	14
Типологія річок	14
Основні річки	15
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ВСТАНОВЛЕННЯ ГІДРОЕНЕРГЕТИЧНОГО	
ПОТЕНЦІАЛУ РІЧОК	29
Методичні засади визначення гідроенергетичного	
потенціалу річок	29
Загальний гідроенергетичний потенціал.....	29
Екологічний гідроенергетичний потенціал.....	33
Технічно можливий гідроенергетичний потенціал	35
РОЗДІЛ 4. ГІДРОЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ МАЛИХ РІЧОК	
КИЄВА	45
ВИСНОВКИ	54
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	55

ВСТУП

Місто Київ є багатим на воду: існують значні запаси підземної води; окрім цього, великою є кількість поверхневих водних об'єктів: річок, озер, ставків. Загалом водні об'єкти на території міста займають 6,7 тис. га, або 8,0 % території. Найближчим до поверхні є четвертинний водоносний горизонт. Він має велику кількість виходів на поверхню у вигляді джерел.

Правобережна частина сучасного Києва, територія якої розчленована великою яружно-балковою системою, дренається численними постійними та тимчасовими водотоками. Основними басейновими угрупованнями водних об'єктів тут є басейни річки **Либідь** з її основними притоками та **Почайни** із притоками **Сирець**. Річка **Нивка** розташована в західній частині Києва.

Лівобережну частину Києва дренає чи не єдиний більш-менш суттєвий водотік - річка **Дарниця**. Дарниця має кілька витоків, один з яких розташований на західній околиці Броварів, інший - на північній околиці села Княжичі, верхів'я перетворені на меліоративні канали.

Так, як основною метою роботи було визначення гідроенергетичного потенціалу малих річок Києва, то основними водотоками для проведення досліджень було обрано малі річки Либідь, Сирець, Нивка, Почайна та Дарниця (їх відкриті каналізовані ділянки). Наявні по їхніх водозборах дані дозволили встановити лише загальний гідроенергетичний потенціал цих водотоків. Його визначення проводився згідно методики розрахунку загального гідроенергетичного потенціалу

Об'єктом досліджень є водні об'єкти міста Києва

Предметом досліджень є фізико-географічні характеристики малих річок Києва.

Метою роботи є оцінка водних об'єктів міста Києва, їх кількості та визначення гідроенергетичного потенціалу річок.

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ПРИРОДНІ УМОВИ РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ

Рельєф та геологічна будова

Сучасний Київ, входить до числа десяти найбільших міст Європи, а за кількістю населення та площею території, що в межах міської смуги становить 835,6 км², поступається лише таким європейським містам як Москва, Лондон, Санкт-Петербург, Рим, та Берлін.

Географічні координати: північна широта - 50°26'; східна довгота - 30°34'; середня висота над рівнем моря - 105 м.

Місто Київ розташовано в центрі східної Європи на обох берегах р. Дніпро, у його середній течії, нижче впадіння лівої притоки – р. Десна. Своєрідність і різноманітність природних умов Києва пов'язані з його розташуванням на межі фізико-географічних зон: лісостепової та мішаних лісів. Північна частина міста розташована на Поліській низовині, південно-західна (правобережна) – на Придніпровській височині, південно-східна (лівобережна) – на Придніпровській низовині. Найнижчі ділянки міста відповідають рівню води в Дніпрі – близько 92 м над рівнем моря.

Київ розташований в межах Східно-Європейської платформи, яка і визначає його рельєф. Український кристалічний щит є його піднятою частиною, пониженою – Дніпровсько-Донецька западина. Місто простягається на північно-східному схилі щита, що є причиною відмінності глибини залягання кристалічних порід: до 500м у лівобережній частині міста, і близько 200–м у правобережній. Ця товща заповнена наступними осадовими породами: пісковиками, пісками, мергелями та глинами. Територія Києва перебуває у межах трьох орографічних областей: Придніпровської височини, Поліської та Придніпровської низовини. На Поліській низовині розташована північна частина міста, на Придніпровській

височині –південно-західна (правобережна), на Придніпровській низовині – південно-східна (лівобережна).

Центральна і південно-західна частини міста, розташовані у межах Придніпровської височини, мають найвищі позначки – Київське плато. Територія Печерська має найбільшу висоту, де у межах мікрорайону Липки розташована найвища ділянка міста висота якої досягає 198м.

Вниз за течією Дніпра розташована Бусова гора, на якій розміщений Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка. Найвища точка гори досягає висоти 189м. Висоту до 194м має Старокиївська гора, розташована у центрі міста. Неподалік від неї знаходиться Замкова гора (169м), Юрковиця (174м) та Щекавиця (172м), які височіють над Подолом. До центральної частини міста тяжіють Черепанова (185м) і Кудрявська (174м) гори. Значною висотою (до 196м) вирізняється Батієва гора. Висоту близько 180м мають окремі ділянки у Голосіївському районі. Потрібно також відмітити Багринову гору, висота якої становить 170м. За три кілометри на схід знаходиться Лиса гора (157м).

Відмінність висотного положення окремих частин міста є причиною розчленованості рельєфу, поширення балок і ярів. Довжина найбільших ярів досягає 2 - 3км, глибина 45 - 50м. Найвідомішими з них є Бабин Яр, Реп'яхів Яр, Протасів Яр та Звіринецький Яр. Більш поширеними є балки з меншою крутістю схилів: Совська, Сирецька, Народницька.

Ґрунтовий покрив Києва є вельми строкатим, зважаючи на різноманітність природних умов. Північним околицям міста, що тяжіють до Полісся, властиві дерново-підзолисті ґрунти, сформовані переважно під хвойними лісами. На правобережній високій частині міста панують звичні для більшої частини України ґрунти – чорноземи. Утворились вони переважно на дуже своєрідних пухких, добре провітрюваних і відносно сухих суглинках – лесах. У

природних київських лісопарках поширені темно – сірі лісові ґрунти, що утворились під пологом широколистяних лісів.

Місто Київ є багатим на воду: існують значні запаси підземної води; окрім цього, великою є кількість поверхневих водних об'єктів: річок, озер, ставків. Загалом водні об'єкти на території міста займають 6,7 тис. га, або 8,0 % території. Гідрографічна мережа району представлена р. Дніпро, річками його басейну (Десна, Либідь, Почайна Сирець, Нивка, Горенка, Віта, Дарниця), озерами, болотами, штучними ставками і каналами. (рис.1.1).

р. Дніпро і його долина мають вирішальний вплив на природні умови Києва і дислокацію елементів його житлово-промислової агломерації.

Характерним для режиму всіх річок є чітко виражена весняна повінь, низька літня межень, дещо підвищені рівні восени через сезонні дощі. Живлення річок змішане з переважаючим живленням ґрунтовими водами.

Схема розташування річок у м. Києві:

- | | |
|-------------------|----------------------------|
| 1 – Горенка | 2 – Котирка |
| 3 – Любка | 4 – Нивка |
| 5 – Коноплянка | 6 – Курячий Брід |
| 7 – Сирець | 8 – струмок Кирилівський |
| 9 – Глибочиця | 10 – Либідь |
| 15 – Совка | 16 – Горіхуватка |
| 17 – Буслівка | 18 – струмок Голосіївський |
| 20 – струмок Віта | 21 – Дарниця |



Рис.1.1 Картохема водних об'єктів Києва.

Кліматична характеристика

Місто Київ характеризується досить комфортним, помірно континентальним кліматом з м'якою зимою та теплим літом. Погода в місті, а зрештою і клімат, передусім визначаються атмосферною циркуляцією, зокрема, чергуванням антициклонів та циклонів. Основною причиною їх утворення є нерівномірність нагрівання моря і суходолу. Упродовж всього року переважає діяльність антициклонів, якій властива стійка, безхмарна погода. В свою чергу прихід циклонів супроводжується вітром, опадами та значними змінами температури. [1].

В середньому за рік тиск атмосферного повітря становить 995 гПа (746 ммрт.ст.). У січні він найбільший (997 гПа), у червні – найменший (992 гПа). Мінливість тиску найбільша у січні, найменша – у серпні.

У цілому за рік переважають вітри із заходу. Восени спостерігається найбільша їх повторюваність. Як правило, західні вітри приносять атмосферні опади, підвищення температури взимку та певне зниження влітку. Швидкість вітру у місті є порівняно невеликою. У зимові місяці вона є найбільшою, влітку – найменшою. У середньому за період 1961–1990рр. (є стандартним кліматологічним періодом за рекомендацією Всесвітньої метеорологічної організації) швидкість вітру становить: липень - 2,1м/с, січень - 2,8м/с. У середньому за рік упродовж 78 днів спостерігається вітер зі швидкістю понад 10м/с, упродовж 11 днів - понад 15 м/с. Досить рідко швидкість вітру в місті досягає 23 - 24 м/с і більше. У грудні та січні спостерігається найбільша кількість днів із великою швидкістю вітру. Найменша швидкість вітру упродовж доби спостерігається рано вранці, найвища - у післяполуденні години [1, 2].

У місті Києві термічний режим залежить, насамперед, від надходження сонячної радіації. Сезонні зміни температури визначають значні відмінності у висоті стояння Сонця, а також тривалості сонячного саява. 22 червня, у день літнього сонцестояння, висота Сонця над обрієм опівдні сягає 63°. Тривалість дня - 16,5 год. 22 грудня, у день зимового сонцестояння, найбільша висота стояння Сонця становить лише 160°, тривалість дня - 8 год.

Для Київщини характерний широкий діапазон змін температури. Середня температура літніх місяців – близько + 19°C, зимових – близько – 5°C. Найнижча зафіксована температура – 36°C, найвища близько + 40°C у тіні. Погода часто мінлива, особливо взимку. Хвилі тепла й холоду тривалістю 3 – 5діб (інколи до 15 – 22 діб) змінюються усередньому 2 – 5 разів на місяць. Температура у цей час може значно відхилятися від середньої багаторічної для даної пори року [2].

У п'ятій п'ятиденці січня потепління відмічали частіше, ніж у інших. Середня температура лютого рідко наближається до норми. Відмічено часті

відлиги (в 1957р. – 25 діб з відлигою), за якими приходило похолодання. Найбільше діб з відлигою (67) спостерігали взимку 1960 – 1961 рр. Як правило, 22 лютого середня добова температура повітря піднімається вище – 5°C. В останній декаді березня вже буває кілька сонячних днів, температура іноді досягає + 22°C. Упродовж періоду спостережень, розпочатих ще в середині ХІХ ст., найнижча середня місячна температура січня (– 15,0°C) спостерігалась у 1942 р., найвища (+ 0,5°C) – у 1989 р. Найнижча температура повітря, що будь-коли спостерігалась у місті, становила – 32,9°C (11.01.1950р.). Холодних зим в останні роки майже не було; єдиний виняток – січень 1996 р., упродовж якого середньомісячна температура повітря становила – 9,8°C. Як правило, 18 – 25січня спостерігається найнижча температура повітря упродовж року («хрещенські морози»). У місті Києві для зимового сезону характерні часті відлиги, під час яких температура піднімається вище 0°C. Таких днів у січні та лютому у середньому по 12. Упродовж тривалих відлиг температура повітря навіть у січні може підніматися до + 10 – 11°C. 11 січня 1991 р. було зафіксовано найвище значення (+ 11,1°C). 26 лютого 1990р[1, 2]. Температура піднялася до ще вищих, майже літніх значень (+ 17,3°C). Останні заморозки у повітрі в середньому спостерігаються 12 квітня. Восени, як правило, перші заморозки датуються 17 жовтня. Самий ранній випадок з осінніми заморозками – 20 вересня 1921 р. Середня тривалість безморозного періоду становить 187 днів. Глобальні зміни в кліматі, які спостерігаються на Землі, не могли обминути й Київ. Більше того, істотно впливає на кліматичні умови саме місто – розсіювання тепла з теплотрас, будинків, ТЕС та ін. Як наслідок, температура повітря в місті є вищою, у порівнянні з його околицями. Вона навіть є вищою, ніж у місті Біла Церква, що розташоване значно південніше. У Києві за останні десятиріччя підвищення температури повітря є більшим, ніж глобальне на планеті. За період із кінця ХІХ ст. у місті середньорічна температура підвищилася приблизно на 1°C. Найбільше підвищення

спостерігалось у перші місяці року (січень - березень) – приблизно на 2°C. Восени та влітку підвищення температури є дещо меншим. У середньому за рік у Києві налічується 163 дні з опадами. Найчастіше опади бувають взимку у вигляді снігу. Найбільше опадів упродовж року випадає у липні – 88 мм, найменше спостерігається у жовтні – 35мм. Середня кількість опадів за сезонами становить: зима –146 мм, весна –141 мм, літо – 230мм, осінь – 133мм. У червні 1932р. упродовж одного місяця випало найбільше опадів – 251мм. Улітку мінімальна середньомісячна кількість опадів становить 2 – 4 мм, взимку – 1 – 2 мм [1, 2].

Як правило, найбільша кількість опадів упродовж однієї доби спостерігається під час грозових дощів улітку. Абсолютний максимум добової кількості, а саме 103 мм, зафіксовано 20 липня 1902 р.

У середньому за рік у Києві спостерігається 90 – 100 днів із сніговим покривом. Як правило, стійкий сніговий покрив (існує понад 30 днів) утворюється наприкінці грудня, а сходить на початку березня. Абсолютна вологість повітря (парціальний тиск водяної пари) впродовж року в середньому становить 8,9 гПа. У липні вона сягає найбільших значень (в середньому – 15,5 гПа), найменших – у січні (3,8 гПа). Середня річна відносна вологість становить 75%, найменша (64%) – у травні, найбільша вона у грудні – 86% [27].

Гідрографія

Місто Київ є досить багатим на воду. Існують значні запаси підземних вод; великою є кількість поверхневих водних об'єктів: річок, ставків, озер. Загалом на території міста водні об'єкти займають 6,7тис.га, або 8,0% території.

Найближчим до поверхні є четвертинний водоносний горизонт. Він має велику кількість виходів на поверхню у вигляді джерел. Потужність цього горизонту коливається від 1 – 2 до 30 – 60 м. Ці води широко

використовують для господарських потреб. Разом із тим, порівняно невеликою є їх захищеність від забруднення з поверхні. Тому і якість води не завжди гарантована.

У місті останнім часом спостерігається підвищення рівня підземних вод. Антропогенний чинник є головним у процесі підтоплення: втрати води з водопровідної мережі, забудова території, захаращення деяких річок. Зокрема, численні ділянки вздовж річки Либідь є підтопленими, низинні ділянки Подолу, район Глибочицької балки.

Підйом рівня підземних вод призводить до появи води у підвалах, перезволоження нижньої частини стін будинків, їх деформації. У таких будинках захворюваність населення збільшується. Також унеможлиблюється зберігання музейних цінностей, архівів.

Дніпро є найважливішим водним об'єктом столиці. Його ширина становить 500–600м, характерна максимальна ширина –7–8 м. Значною мірою ця річка визначає зовнішність усього міста. Дніпро забезпечує мешканців міста водою, надає можливість відпочинку. Достатньо зазначити, що Київ має найбільшу площу пляжів серед усіх міст колишнього СРСР. Окрім цього, Дніпро – ще й транспортна артерія, котрою перевозиться велика кількість вантажів і пасажирів. Дніпро бере початок на Валдайській височині у Росії, далі перетинає Білорусь і зрештою – Україну. Він впадає у Дніпробузький лиман, розгалужуючись на ряд рукавів у гирлі.

Довжина Дніпра від витoku до гирла дещо скоротилася після створення каскаду водосховищ, тепер вона становить 2200км. Київ розташований у середній течії ріки за 880км від гирла. Сумарна водозбірна площа ріки становить 504тис. км². Площа водозбору до м. Києва – 328 тис. км².

До зменшення сезонних змін рівня води і водночас збільшення внутрішньодобових коливань призвело створення Київського (1964 – 1966

рр.) і Канівського (1972 – 1976рр.) водосховищ. Канівське водосховище, яке почало заповнюватися восени 1972 р., спричинило підвищення рівня водипоблизу міста на 1,6 – 1,7м. У середніх умовах абсолютний рівень води становить 91,7 – 92,0 м. Найвищий рівень (93,68 м) спостерігався 21.04.1999р., найнижчий (91,18 м) – 09.07.1999р. Відбулися зміни також у термічному режимі Дніпра, основним чинником яких є скидання промисловими підприємствами підігрітої води у каналізаційну мережу. Навесні температура води у річці тепер нижча, ніж раніше. Натомість восени вона дещо підвищилася. Постійні коливання рівня води, скидання її з природного шару водосховища призвели до значного зменшення тривалості льодоставу і товщини криги, які внаслідок близькості міста до ГЕС на північній околиці менші, ніж на південній. Температура води в Дніпрі досягає найвищих значень у липні і становить в середньому 21,5°C. У липні 2001р. середня місячна температура досягла 24,9°C, максимальна –27,2°C (29. 07. 2001р.). Поблизу берегів, передусім на тихоплинних ділянках, температура води може досягати 28 – 29°C.

Серед інших водних об'єктів Києва потрібно вказати кілька малих річок: Либідь, Сирець, Нивка, Дарниця. Остання є штучно створеною – основна її частина є меліоративним каналом, створеним для кращого відведення води з лівобережної низинної частини міста. Більшість малих річок тече у відкритих або підземних колекторах.

Окрім річок, на території міста нараховується понад 400 озер і ставків. Найбільшими озерами є Лісове (Алмазне), Вирлиця у районі Червоного хутора, Тягле на Осокорках. Серед великих водних об'єктів у межах міста виділяється озеро Опечень, що розділено на кілька плес. Великою (площа – 92,0 га) є також затока Дніпра – Верблюд, яку ще називають озером Верблюжим. Вона розташована північніше масиву Оболонь.

Озера, розташовані на лівобережній та правобережній частинах міста, мають деякі відмінності. Лівобережні озера є переважно заплавними. До них, зокрема, належать Тельбін та Райдуга. Правобережні водойми, усвою чергу, тяжіють до долин річок. Вони часто мають штучне походження. Інколи їх вік сягає сотень років. Окрім водойм, які переважно мають природне походження, у місті нараховується велика кількість штучно створених. Серед них – ставок на річці Нивка у Біличах, ставки на території зоопарку, а також у багатьох інших парках міста [28, 29].

Ґрунти

Ґрунтовий покрив у межах міста є досить різноманітним. У північній частині міста переважають дерново-підзолисті ґрунти, які характеризуються досить бідним вмістом поживних речовин. У південній та східній частинах – темно-сірі та сірі лісові. Як і дерново-підзолисті, вони утворилися під листяними лісами з густим надґрунтовим покривом. Відповідно вміст гумусу в них більший. У південній правобережній частині зустрічаються чорноземи. На прилеглих до Дніпра ділянках, зокрема у заплаві, поширені дернові та лучні ґрунти. Природне ґрунтоутворення у місті зупинилося, оскільки ґрунтовий шар перебуває під забудовами. Однак, наразі відбувається трансформація ґрунтового покриву на територіях відведених для містобудування. Наприклад, у лівобережній частині Києва на піщаних площах проводяться наливні роботи. Створюється новий ґрунтовий покрив за рахунок ґрунтосумішей, які завозять під нові будівлі.

Основними забруднювачами ґрунтів у місті є нафтопродукти, хлориди, солі важких металів, отрутохімікати, феноли та інші речовини.

Для Києва характерна нерівномірність забруднення ґрунтів в різних районах міста. Згідно з даними ДРГП „Північгеологія”, біля 95% житлової та промислової площі міста за станом ґрунтового покриву можна віднести до

слабкого та допустимого ступеню забруднення, а інші території знаходяться в межах від помірно-небезпечного до надзвичайно-небезпечного ступеня.

Максимально забруднені ділянки виявлені в Дарниці, на Подолі, Шулявці, в с. Пирогів. Забруднення ґрунтів в Дарниці зумовлене виробничою діяльністю заводу „Радикал”, який протягом майже 50 років використовував сполуки ртуті без належних заходів захисту атмосферного повітря і ґрунтів. На цій ділянці концентрації ртуті (метал першого класу небезпеки) перевищують фонові. Уміст металу в ґрунті сягає 10 мг/кг і навіть більше. Перевищення над фоновими стосуються також міді та олова. Вміст свинцю та цинку є більшим за фоновий.

На Подолі і Шулявці забруднення ґрунтів зумовлене діяльністю підприємств електротехнічної, хімічної, машинобудівельної, поліграфічної промисловості. Отже, ділянки забруднення переважно співпадають з промисловими зонами та автодорогами, які і є основними джерелами забруднення навколишнього природного середовища.

Ще одна ділянка зі значним (небезпечним) рівнем забруднення розташована поряд із Гаванню поблизу заводу „Ленінська кузня” і річкового вантажного порту. Характерні перевищення вмісту важких металів: мідь, олово, срібло, свинець і цинк.

Не менш важливою проблемою забруднення ґрунтів є відсутність мереж водовідведення в районах малоповерхової садибної забудови м. Києва, т.я. при використанні вигрібних ям відбувається забруднення ґрунтів та поверхневих вод.

РОЗДІЛ 2. РІЧКИ ТА ЇХ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Типологія річок

Для більшого ознайомлення з річками, ми повині ознайомитись з типологією річок, а саме за наступними характеристиками:

1. За розміром басейну річки діляться на:

- великі– річки з площею басейну понад 50 000 км²;
- середні– річки з площею басейну в межах 2 000–50 000 км²;
- малі– річки з площею басейну менше 2 000 км².

Басейн великої річки розташований переважно в кількох географічних зонах. Гідрологічний режим великої річки відрізняється від гідрологічного режиму, властивого кожній географічній зоні окремо, тому він полізональний.

Середня річка зазвичай має басейн у межах однієї гідрологічної зони. Гідрологічний режим середньої річки характерний для більшості річок даної географічної зони і тому зональний.

Мала річка - постійно діючий водотік, водозбірний басейн якого міститься у межах однієї географічної зони, але її гідрологічний режим під впливом місцевих умов суттєво відрізняється від режиму, властивого більшості річок даної географічної зони, і в такому разі він буде азональним.

2. За умовами протікання:

- рівнинні річки, які мають спокійний характер;
- напівгірські річки, які мають перехідний;
- гірські річки із бурхливим характером протікання.

3. За джерелами (видами) живлення річки поділяються на річки снігового, дощового, льодовикового і підземного живлення.
4. За водним режимом, тобто за характером внутрішньорічного розподілу стоку, виділяють річки з весняним водопіллям, водопіллям у теплу частину року та паводковим режимом.
5. За ступенем стійкості русла виділяють річки стійкі та нестійкі.
6. За льодовим режимом – річки, що замерзають та які не замерзають.

Виділяють також річки, що промерзають (що перемерзають) і ті, що пересихають. Промерзання – це замерзання всієї товщі води до дна на великому протязі річки. Перемерзання – це утворення льодових перемичок лише на окремих мілководних ділянках русла (наприклад, на перекатах).

Деякі річки пересихають у посушливі періоди року, коли за відсутністю дощів поверхнєве живлення припиняється, а підземне (грунтове) виснажується [46].

Основні річки міста Києва

Річка Либідь

Найзначнішим із малих водотоків на теренах міста є *Либідь*. Вона одержала свою назву від імені сестри легендарних засновників Києва. Її витік знаходиться за 250 метрів від залізничної станції Борщагівка (хоча є дані про наявність ще принаймні одного - лівого витіку цієї річки). Початок річки - це бетонні і закриті канали, шириною 0,5-0,7 м та глибиною до 1,0 м. Простягаються вони до шляхопроводу Повітрофлотського проспекту вздовж насипу залізниці (правий берег) і автомобільними гаражами та автошляхом (лівий берег).

За 250 м від перехрестя вулиць Маміна-Сибіряка і Залізничної в лівому

борті каналу відкривається бетонний колектор прямокутної форми - перша ліва відносно значна притока Либіді з витратою 0,015-0,017 м³/с. За даними Вишневецького 0,5-1 м³/с. [1].

У районі Повітрофлотського проспекту Либідь приймає праву притоку і зникає у тунелі. Права притока тут представлена колектором прямокутної форми розміром 2 x 3 м.

Нижче розташована ділянка річки, яка знаходиться з тильного боку заводу “Трансигнал” у районі переходу від зупинки трамваїв до залізничного вокзалу. На правому березі прокладена залізниця.

Далі на ділянці від вулиці Комінтерну до маргаринового заводу Либідь протікає у відкритому руслі. Ділянка річки, яка розташована від маргаринового заводу до Стратегічного шосе закрита бетонним тунелем, на поверхні якого збудована автомобільна дорога до Південного мосту через р. Дніпро.

І лише на ділянці від Стратегічного шосе до мосту на Наддніпрянському шосе збереглося природне русло. Тут права частина заплави і надзаплавна тераса вузькі, схил долини крутий, заріс деревами і чагарником, задернований. Ліва частина тераси вузька, надзаплавна тераса збудована.

Нижче Наддніпрянського шосе і до гирла Либідь знову протікає каналом.

Загальне падіння річки становить **93,5** м, довжина складає **16,05** км (за іншими даними 17,1), а площа її водозбору дорівнює **66,2** км². Привертає увагу урбанізованість території басейну - **80,4%** від загальної площі.

В цілому русло річки спрямлене, закріплене бетоном, тобто каналізоване. Довжина таких ділянок становить 95%. Штучний канал, в який “закута” річка, здебільшого має прямокутну форму. Ширина цього каналу

змінюється від 4 до 10 м, а висота не перевищує 2-3 м, що дозволяє ефективно захищати прилеглу територію від затоплень та розмивів. По дну цього каналу прокладений вузький канал глибиною 0,8 м і шириною від 1,2 м у верхів'ях до 3,5 м в гирловій ділянці[1].

Ця частина каналу забезпечує межений стік і її можна назвати руслом. Частина дна широкого каналу виконує функції низької заплави і частково затоплюється при зливовому стоці.

Швидкості потоку Либіді досить значні (завдяки спрямленню русла) і становлять від 0,3-0,5 м/с в межень до 2,2-2,8 м/с під час паводків. Середньобагаторічні витрати води становлять 0,12 м³/с, а найвищі прогнозовані можуть досягати 39,6 м³/с. Деякі ділянки річки (здебільшого у верхів'ях) можуть пересихати до 90 днів на рік. Серед основних приток Либіді можна назвати струмки Скоморох, Буславка, Відрадний, Шулявка, Протасів Яр. [таблиця 2.2]

Річка Сирець

З інших малих річок, які протікають у межах міста цікавою є *Сирець*. Вона починається у районі станції метро “Нивки” і впадає в одне із озер на Оболоні біля Дніпра. [1,2].

Загальне падіння річки Сирець таке ж, як і Либіді, тобто 93,5 м, її довжина становить 12,3 км, а площа водозбору дорівнює 24,4 км². Урбанізованість території, по якій протікає річка, значно менша ніж басейну Либіді - 57%, проте лісистість більша і досягає 21,7%, дещо зростає і звивистість - 1,24 (відношення довжини річки до прямої лінії). Русло відносно прямолінійне, на деяких ділянках заростаюче. Довжина спрямленої частини русла цієї річки становить 60%. Ширина русла Сирця змінюється від 0,2 м до 7,0 м, а глибина - від 0,1 м до 1,3 м. За енциклопедичними даними довжина 9 км, а площа 13 км². [таблиця 2.2].

Таблиця 2.1 Основні гідрографічні характеристики малих річок в районі м.Києва (сучасний стан)

№ п/п	Річка	Витік, відмітка, м (де розташований)	Куди впадає, ліва чи права	Довжина, км, падіння, м	Площа водозбору, км ²	Похил середній, м/км	Лісистість, %	Заболоченість, %	Озерність, %	Розораність, %	Урбанізованість, %	Звивистість
1.	Нивка	180,0 в 0,5км на схід від смт Вишневе	Ірпінь (права)	<u>19,7</u> 71,0	94,0	16,96	27,0	0	2,2	-	31	1,26
2.	Горенка	160,0 околиця Виноградара в 200 м від озера Синє	Ірпінь (права)	<u>12,0</u> 55,2	56,0	20,0	82,1	0	0,54	5,71	10,3	1,14
3.	Сирець	185,0абс. в р-ні ст. м. "Нивки"	Дніпро (права)	<u>12,3</u> 93,5	24,4	7,60	21,7	0	1,3	4,10	57,0	1,24
4.	Дарниця	135,0 в 1 км на пд-сх. Від с.Княжичі	оз.Тельбін	<u>21.1</u> 41,8	133	1,98	47,3	0,26	0,10	17,1	21,5	1,43
5.	Либідь	185,0абс. В 250м від зал. ст. Борщагівка	Дніпро (права)	<u>16.05</u> 93,5	66,2	5,83	13,1	0	0,16	1,81	80,4	1,15
6.	Віта	93,8 в 2 км на півн.-зах. від с.Підгірці	Дніпро (права)	<u>13,9</u> 2,3	244	0,165	36,1	0,43	0,42	51,6	11,5	1,36
7.	Петіль	192,5	Віта (лівий)	<u>19.4</u> 99,4	62,9	5,124	29,4	0,27	0,15	56,8	9,0	1,23
8.	Сіверка	185,0	Віта (лівий)	<u>29.2</u> 92,4	129	3,16	37,6	0,57	0,58	51,5	12,8	2,88
9.	Струмок Віта	188,0	Віта (лівий)	<u>12.6</u> 95,4	22,9	7,571	67,8	39,2	0,24	46,7	18,3	1,66

Таблиця 2.2. Основні морфометричні та гідравлічні характеристики русел малих річок у районі Києва (сучасний стан)

№ п/п	Річка	Превалюючий тип русла	Ширина, витік, гирло, м	Глибина, витік, гирло, м	Швидкість течії, м/с		Заростання русла, %	Довжина ділянок, %			Ширина зап- лави, м
					в межень	У водопілля		спрямле них	обвало ва них	що зна- ходяться в підпорі	
1.	Нивка	слабко звивисте	2,0-3,0	0,10-0,7	0,05-0,1	0,30-0,40	0,5-100	47,5	23,5	42,0	75-120
2.	Горенка	слабко звивисте	1,5-2,0	0,2-0,8	0,1-0,2	2,2-2,5	0-25	20,0	3,0	-	8-12
3.	Сирець	відносно прямолінійне	2,5-7,0 0,2-2,5	0,1-1,3 0,1-0,3	0,05-0,1	0,25-0,30	0-50	60,0	0	0	10-40
4.	Дарниця	прямолінійне	2,0-5,0	0,1-1,0	0,05-0,1	0,6-0,7	1-100	70,0	15	3,3	40-180
5.	Либідь	прямолінійне	1.0- 1.5 3.0- 3,6	0.7-0.9 0,2-0,8	0,3-0,5	2,2-2,8	0-2	95,0	0	0	4-35
6.	Віта	прямолінійне	5-25	0.1-1.3	0,01-0,1	0,3-0,4	0,6-100	21,5	4,5	50,0	200-500
7.	Петіль	звивисте	1-15	0,1-0,6	0,01-0,6	0,1-0,8	15-100	13,5	5,0	2,5	60-400
8.	Сіверка	звивисте	1-20	0,1-0,8	0,01-0,6	0,1-0,8	75-100	3,5	-	20,0	40-500
9.	Струмок Віта	звивисте	2-7	0,1-0,4	0,01-0,7	0,1-0,8	75-100	0,5	-	11,5	150-350

Таблиця 2.3. Основні гідрологічні характеристики деяких малих річок у районі Києв

№ п/п	Річка (гирло)	Середній багаторічний стік, м ³ /с / млн. м ³	Середній багаторічний стік в дуже маловодний рік, млн. м ³	Найвищі прогнозовані максимальні витрати та об'єми стоку, м /с / млн.м	Найменші прогнозовані мінімальні витрати та об'єми стоку, м ³ /с / млн.м ³	Пересихання, премерзання, дні	Середня мутність, г/м ³	Об'єм стоку наносів м ³ /рік-10 ³
1.	Нивка	0.17	1,38	35.1	0.004	60	180	1,15
		5,40		12,7	-			
2.	Горенка	0.10	0,84	18.0	0	90	262	1,00
		3,27		7,84	0			
3.	Сирець	0.04	0,36	17.5	0	150	607	1,00
		1,39		3,20	0			
4.	Дарниця	0.27	2,18	15.7	0	180	115	1,16
		8,52		12,4	0			
5.	Либідь	0.12	0,96	39.6	0	90	261	1,15
		3,76		8,67	0			
6.	Віта	0.58	4,73	75.0	0.017	0	75	1,64
		18,3		30,5	-			
7.	Петіль	0.14	0,98	41.4	0	180	150	0,78
		4,42		11,6	0			
8.	Сіверка	0.31	2,49	49.4	0	90	90	1,04
		9,78		17,2	0			
9.	Струмок Віта	0.047	0,25	18.4	0	210	270	0,48
		1,48		4,28	0			

Швидкості потоку змінюються від 0,05 м/с в межень до 0,30 м/с під час водопілля. Середньобогаторічні витрати води становлять 0,04 м³/с, а максимальні спрогнозовані можуть сягати 17,5 м³/с. Ділянки річки можуть пересихати до 150 днів на рік.

Річка Сирець входить в систему майже зниклої на сьогоднішній день річки Почайна, яка є правою притокою Дніпра і протікає в Оболонському районі м. Києва із Півночі на Південний Схід, протяжністю – 10,3 км. Площа басейну становить – 36 кв. км., максимальна ширина заплави – 341 м., мінімальна – 9 м. Екстремальні значення глибин коливаються від 1 до 17 метрів [11]. За іншими даними [17] приблизна площа водозбору системи Опечень-Вовкувата становить 47,56 км². З гідрологічної точки зору, Почайна являє з'єднаний між собою протоками каскад озер під загальною назвою – Опечень-Почайна. Гідроніми каскаду (із Півночі на Південний Схід): Редькін, Реченне (Мінське або Міністерка), Опечень (Луг), Пташине, Богатирське (Андріївське або Пожежне), Кирилівське (Верхнє), Йорданське (Нижнє), Вербне (Дзеркалка), Вовкувате, які як намисто опоясують житловий масив Оболонь, які топографічно перетворюють антропогенний ландшафт у міжозер'я. Інформаційні аншлаги, що встановлені по берегам озер зазначають, що водоймища є штучного походження і є антропогенними промисловими ставками, які не придатні до рекреаційного використання. Частково відповідна інформація відповідає дійсності – озера, – це результат намивних робіт при будівництві житлового масиву Оболонь на початку 1970-х рр. За результатами рекогностування було визначено місце витоку р. Почайни – струмок, який починає свій біг із дачного урочища на північ від озера Редькін. GPS-координати витоку: 50 32 N та 30 28 E. Місця впадіння р. Почайна до р. Дніпро пропонується вважати дельтою із трьох рукавів, а саме: на Півдні ур. Наталка виходить рукав № 1 (Північний рукав Почайної), т.з. струмок Сетомль, який тече по зливному каналізаційному колекторі; другий рукав – це бетонний водоспуск, розташований у правобережній затоці р.

Дніпро дещо нижче Московського мосту; і третя ділянка дельти у вигляді підземних палеструмків (стародавніх русел) впадає до Гавані-Притики.

Річка Дарниця

Лівобережну частину Києва дренає чи не єдиний більш-менш суттєвий водотік - *р. Дарниця*, яка бере початок за 1 км на південний схід від с. Княжичі і впадає в озеро Нижній Тельбин.

Загальне падіння річки набагато менше від попередніх і становить 41,8 м, довжина річки - 21,1 км, а площа водозбору досягає 133 км². Урбанізованість водозбору р. Дарниця становить всього 21,5%; при цьому значно зростає розораність його території - 17,1%. Разом з тим збільшується і лісистість, яка досягає 47,3%, а це свідчить, що майже половина площі басейну вкрита лісами. Довжина спрямлених ділянок досить значна і становить 70% від довжини річки. Останній показник обумовлює наявність здебільше прямолінійного русла. Його заростання на деяких ділянках становить майже 100%. Ширина русла р. Дарниця змінюється від 2 до 5 метрів, а глибина від 0,1 до 1,0 м. [2].

Швидкість течії в межень не перевищує 0,05-0,1 м/с (що зумовлюється незначними похилами і заростанням русла), у водопілля вона зростає до 0,6-0,7 м/с. Середньорічна витрата річки становить 0,27 м³/с, а найвища прогнозна - 15,7 м³/с. Ділянки р. Дарниця можуть пересихати до 180 днів на рік.

Річка Віта

Південна частина Києва окреслюється водозбором *р. Віта*. Початок цей водотік бере за 2 км на північний захід від с. Підгірці і впадає у Дніпро у районі с. Чапаєвка.

Загальне падіння Віти найменше серед усіх малих водотоків Києва і становить лише 2,3 м. Це пояснюється тим, що річка протікає у низькій заплаві Дніпра і, враховуючи її положення при високих водопіллях (1958,

1970 рр.), у ній може спостерігатися навіть протитечія. Довжина Віти становить 13,9 м при найбільшій площі водозбору серед усіх водотоків у районі Києва - 233 км². Пояснюється це тим, що Віта має три значних притоки - Петіль, Сіверку і струмок Віта довжина яких перевищує довжину головної річки (табл. 2.1.). Найбільшою з них є р. Сіверка, яка є найдовшою із усіх малих річок і має протяжність 29,2 км при площі водозбору 129 км²[1,2].

Річка Віта відрізняється найменшою урбанізованістю водозборів - усього 11,5%, оскільки більша частина її басейну знаходиться власне за межами Києва - у його передмістях (селища Хотів, Ходосівка, Лісники). З цієї ж причини басейн річки має найбільшу розораність, яка сягає 51,6% від загальної площі.

Русло Віти прямолінійне, місцями спрямлене (21,5% довжини) і половина довжини річки знаходиться у підпорі від значної кількості штучних озер. Натомість, зазначені притоки мають звивисті русла із незначною кількістю спрямлених ділянок.

Ширина Віти коливається від 5 до 25 м, а глибина становить від 0,1 м біля витоку до 1,3 м у середній і нижній ділянках річки. Швидкість течії незначна протягом року (унаслідок малих похилів) і коливається від 0,01-0,1 м/с в межень, до 0,3-0,4 м/с під час водопілля. Дещо інша картина, щодо швидкісного режиму спостерігається на притоках Віти. Через значні похили (усі притоки стікають із Київського плато і мають падіння 92-99 м) швидкість течії у межень на них дещо більша, ніж на головній річці і становить 0,01-0,6 м/с, але під час водопілля вона може зростати до 0,8 м/с.

Маючи найбільшу площу водозбору, р. Віта характеризується і найбільшою водністю. Так, середня багаторічна витрата води на ній становить 0,58 м³/с, що перевищує подібні показники на всіх малих річках в районі Києва. А найвищі прогнозовані витрати можуть становити 75,0 м³/с. Відносно повноводні також і притоки Віти. Слід лише вказати, що р. Сіверка

йде другою за водністю (середньобагаторічна витрата дорівнює 0,31 мЗ/с) серед вищезазначених водотоків. [1].

Наразі, на Віті зафіксовані і найбільші об'єми твердого стоку - $1,64 \times 10^3$ мЗ/рік, хоча її мутність незначна і становить 75 г/м^3 .

Ця річечка чи не єдина з усіх малих водотоків, яка не пересихає і не перемерзає упродовж року.

Усі зазначені річки безпосередньо входять до системи Дніпра. Проте в західній частині Києва протікають річки Нивка та Горенка, які є притоками Ірпеня.

Річка Нивка

Річка Нивка бере свій початок в 0,5 км на схід від смт Вишневе і впадає у р. Ірпінь. Її довжина становить 19,7 км, а площа водозбору дорівнює 94,0 км². Падіння річки складає 71,0 м. Басейн цієї річки налічує велику кількість озер, тому озерність становить 2,2% всієї площі, що є найвищим показником для всіх річок.

Русло Нивки слабкозвивисте, і на деяких ділянках вона повністю заростає. Ширина русла річки - 2-3 м, а глибина - 0,1-0,7 м.

Швидкість течії незначна, що пояснюється перш за все значною зарегульованістю стоку (в підпорі знаходиться 42% всієї довжини річки) і становить у межень лише 0,05-0,1 м/с, а під час водопілля - 0,3-0,4 м/с. Середньорічна витрата Нивки дорівнює 0,17 мЗ/с, а найвищі прогнозовані витрати води можуть досягати 35,1 мЗ/с. В маловодні роки деякі ділянки Нивки можуть пересихати до 60 днів на рік [1,2].

Річка Горенка

На північно-західній околиці міста Києва бере свій початок р. Горенка (приблизно за 200 м від озера Синього) і впадає в р.Ірпінь.

Загальне падіння річки становить 55,2 м, довжина річки дорівнює 12,0

км, а площа водозбору становить 56,0 км², урбанізованість басейну Горенки, як і Віти, незначна і не перевищує 10,3%. Натомість, водозбір Горенки найбільше вкритий лісами, площа яких досягає 82,1% від загальної площі. Ця річка чи не найменше “відчула” вплив господарської діяльності; на ній мало спрямлених і обвалованих ділянок, відсутні ділянки, що знаходяться у підпорі. Заростання русла теж незначне і складає у деяких місцях 25%. Ширина русла Горенки коливається у межах 1,5-2,0 м, а глибина становить 0,2-0,8 м. [1].

Швидкість течії у межень - 0,1-0,2 м/с, а під час водопілля є чи не найбільшою серед усіх річок і може досягати 2,2-2,5 м/с. Це пояснюється досить великим похилом (200 м/км) і слабкою зарегульованістю стоку. Средньорічна витрата води становить 0,10 м³/с, а найвища прогнозована витрата може досягати 18,0 м³/с. Разом із тим, у маловодні роки р. Горенка може пересихати на деяких ділянках до 90 днів на рік. Горенка має одну невеличку праву притоку, назва якої р. Катурка. Її довжина майже 3 км, а ширина русла - до 2 м. Нічим не вирізняючись у гідрологічному відношенні, ця річка “ввійшла” в історію Києва, завдяки розташованим на ній “дачним ансамблям” із великою кількістю гідротехнічних споруд.

Крім малих річок, як вже було відмічено у розділі 1, на території Києва існує чимало струмків. Найбільш значними із них є струмки Совський і Дідорівський. Вони розташовані у долинах яружного типу із сильно розчленованою площею водозбору. Разом із тим вони знаходяться порівняно близько до центру міста, тому зазнають більш інтенсивного антропогенного впливу. [1].

Струмок Совський протікає у Солом'янському і Голосіївському районах міста. Його довжина становить 3,8 км, русло, в основному, каналізоване. Основними джерелами живлення є поверхневий і підземний стік. Прилегла до струмка територія використовується під житлову забудову.

Струмок Дідорівський має трохи кращий стан. Він протікає у

Голосіївському лісі. Довжина його складає 4,1 км. Живиться за рахунок підземного та поверхневого стоку. Стік струмка зарегульований низкою ставків. Площа прибережної смуги становить 8 га, використовується під житлову забудову і частково зайнята лісом.

Річка Почайна

Сучасна Почайна представлена відкритою дренажною системою Опечень (озера Мінське, Лугове, Пташине, Андріївське (Богатирське), Кирилівське та Йорданське), з'єднаних поміж собою системою колекторів (діаметром 1,2 м). Нижче системи, під проспектом Степана Бандери, частина русла Почайни (близько 270 м) проходить у підземному колекторі, після чого річка протікає промисловим районом в районі вулиці Вербової (де в неї впадає права притока – Кирилівський струмок з водозбірною площею близько 6 км²) і впадає в затоку Вовкувату. Загальна довжина (від північного краю озера Мінське до гирла) складає 7,2 км, площа водозбору 54,6 км². [1,2].

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ВСТАНОВЛЕННЯ ГІДРОЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ РІЧОК

Методичні засади визначення гідроенергетичного потенціалу річок

Малі річки Києва мають значніші водні ресурси, ніж ті, що наводяться в їх «паспортних даних». Їх важливою і, в останній час, екологічною і соціально необхідною складовою є гідроенергетичний потенціал. Це дослідження покликане визначити, чи є він достатнім, щоб в майбутньому певним чином посприяти вирішенню проблеми забезпечення населення та господарських об'єктів електроенергією (шляхом побудови малих ГЕС).

Важливим з огляду на розуміння проблеми є визначення терміну «гідроенергетичний потенціал» та його складових. У літературі є декілька підходів до його тлумачень [30, 31]. В своїх дослідженнях ми виділяємо 4 категорії гідроенергетичного потенціалу.

Для цього необхідно на базі сучасних методик та технологій визначити загальний (природний), екологічний, технічно можливий та економічно обґрунтований гідроенергетичні потенціали річок.

Загальний гідроенергетичний потенціал

Найбільш узагальнюючим і важливим визначення загального гідроенергетичного потенціалу (ЗГП), як повної теоретичної енергії річкового стоку.

Для розрахунку цього потенціалу ми рекомендуємо використовувати лише потенціал річкового стоку, так як потенціал поверхневого стоку не має апробованих методичних підвалин і доволі складний в технічному визначенні.

На думку ряду авторів [31] найбільш коректні та об'єктивні результати дає метод поділянкового обліку [31] встановлення ЗГП. Його сутність полягає в тому, що проводиться оцінка загальної потужності всіх ділянок річки, які потенційно можна енергетично використати. Основними критеріями для вибору ділянок є наявність більш-менш однорідного похилу на ділянці (наприклад поріжно-водоспадні з $I > 30\%$), або значна бокова приточність, яка змінює гідравлічні умови річки. Для кожної ділянки визначається її загальна потужність (N , Квт) за формулою (3.1):

$$N = g \times \left(\frac{Q_1 + Q_2}{2} \right) \times (H_1 - H_2) \quad (3.1)$$

де g – прискорення вільного падіння ($g = 9,81 \text{ м/с}^2$), Q_1 і Q_2 – витрати води на початку та в кінці ділянки $\text{м}^3/\text{с}$; H_1 і H_2 – абсолютні відмітки на початку та в кінці ділянки, м.

Сумарна потужність усіх ділянок складає загальний енергетичний потенціал річки і визначається як (3.2):

$$N_{\text{заг}} = N_1 + N_2 + N_3 + \dots + N_n - \sum N_i \quad (3.2)$$

де N_1, N_2, N_3 – потужності кожної з ділянок.

Варто також відзначити, що для кожної ділянки річки можна визначити потенціальні запаси гідроенергії (E -, КВт×год) (3.3):

$$E = T \times g \times \left(\frac{Q_1 + Q_2}{2} \right) \times (H_1 - H_2) \quad (3.3)$$

де T – кількість годин в році.

Вираз $T \times g$ в розрахункових потенціальних запасах гідроенергії приймається рівним 85900.

Кількість ділянок на річці може варіювати в значних межах у залежності від орографії басейну, водності річки, впливу господарської діяльності та її зарегульованості існуючими ГЕС.

Розрахунки загального гідроенергетичного потенціалу проводяться, як правило, для років 50% забезпеченості (тобто для середніх за водність років) за картами ізолій середньорічного стоку. Опорними пунктами для побудови таких карт є наявні гідрологічні пости, які мають багаторічні спостереження за стоком води. Тому при виборі ділянок створи гідрологічних постів мають бути означені на них для перевірки отриманих результатів по середній водності на малих ділянках.

Розглянемо деякі аспекти встановлення енергетичного потенціалу. Стосовно технологічних аспектів встановлення загального енергетичного потенціалу, то вихідними даними є:

- Відомості по рельєфу. При цьому використані цифрові моделі рельєфу SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) з роздільною здатністю 30м на піксель та електронні карти масштабом 1:10 000, 1:50 000 та 1:100 000 [33].

- Інформація про витрати води в межах гідрологічних постів та на виділених ділянках річок.

Для розрахунків загального енергетичного потенціалу річки були розбиті на ділянки. Основними параметрами для цього, як вже було сказано, використані зміни похилу річки та її водності (впадіння великої притоки). Похили річок були визначені на основі їх повздовжніх профілів. Вони були побудовані за висотними відмітками топографічних карт, уточнені за довідниковими джерелами та даними ДЗЗ.

Враховуючи недостатню гідрологічну вивченість малих річок Києва для визначення витрат води на окремих розрахункових ділянках була використана інформація державного архіву м. Києва (ФР-3-2083, ФР-6-3-3829) – для річки Либідь та були проведені вимірювання витрат води на річці Сирець в сирецькому парку. Враховуючи площі водозборів цих ділянок, модулі стоку були переведені в витрати води, за якими визначався їх загальний гідроенергетичний потенціал. Сума потенціалів ділянок дає можливість встановити ЗГП річки.

Загальний гідроенергетичний потенціал річок не може бути використаний у повному обсязі, що може бути пов'язано з наступними обставинами [30]:

- Суттєве затоплення територій в результаті спорудження водосховищ ГЕС.
- Екологічно не вигідне спорудження та використання електроенергії нерентабельних ГЕС на ряді річок.
- Втрати енергії при її виробництві (внутрішнє тертя, гідромеханічні втрати, втрати в енергетичному обладнанні).
 - Природні та техногенні втрати води з водосховищ (випаровування, забори води).
 - Втрати напору в гідравлічних спорудах.
 - Гідравлічні втрати напору на кривій підпорі.
 - Неможливість енергетичного використання верхів'я та нижніх (пригирлових) ділянок річок.
 - Неможливість (недоцільність) енергетичного використання річок, пов'язаних ендегенними та екзогенними процесами та орографією басейну.

Вказані обставини підсилюються, особливо протягом останнього періоду, екологічними проблемами, які виникають при гідроенергетичному використанні річок. Це особливо стосується гірських та напівгірських річок, де екологічно науково необґрунтоване енергетичне використання їх водних ресурсів може призвести до неповторних змін їхніх екосистем. Тому ми виділяємо гідроенергетичний потенціал річок.

Екологічний гідроенергетичний потенціал

Його введення диктується передусім збереженням річкових водних об'єктів та їх відповідності вимогам Водної Рамкової Директиви ЄС. Поряд з цим варто також враховувати основні положення Директиви ЄС «Про оцінку та управління ризиками паводків» і для умов виконання протипаводкового захисту русло-заплавного комплексу річок при їх енергетичному освоєнні. [46].

Основними критеріями для встановлення ЕкГП є:

- 1) Наявність на території річкового басейну територій різної категорії охорони в тому числі меж природно-заповідного фонду (ПЗФ).
- 2) Величина валової середньої витрати води, яка є меншою від $0,3 \text{ м}^3/\text{с}$. Такі витрати притаманні для верхів'їв річок, та їх верхніх течій, або для дуже малих водотоків.

Мінімальні витрати води встановлюються не менше $0,03 \text{ м}^3/\text{с}$ (або 30 л/с), що дає можливість забезпечити виробництво електроенергії на високоекологічних малих гідроелектростанціях. Таким чином більшість верхів'їв річок, які є дуже незначними за водністю (потічки), а також дуже малі річки, не можуть бути використані в гідроенергетичних цілях. Це повністю зберігає їх екологічний стан.

Що стосується першого критерію при встановлення екологічного потенціалу, то виключення із загальної оцінки охоронних зон забезпечить меншу зарегульованість річки, збереження її гідроенергетичного режиму, мінімалізує втрати в річковій екосистемі.

Враховуючи наведені співвідношення для конструкцій нових високо екологічних малих МЕГЕС мінімальні витрати води для їх функціонування мають складати орієнтовано брутто $0,03 \text{ м}^3/\text{с}$ (або 30 л/с). За менших витрат ці МЕГЕС суттєво зменшують виробництво електроенергії. [30].

Подібні підходи декларуються в публікаціях зарубіжних авторів. Деякі автори долучають екологічний потенціал до складу технічного потенціалу, тим самим «затінюючи» його роль і значення в загальній можливості використання ЗГП.

Стосовно другого критерію, його врахування буде сприяти поперше, збереженню ділянок річок, які знаходяться біля їх витоків і, як правило, мають референційні умови функціонування, що є вкрай важливим при визначенні екологічного стану річки. По-друге, витрата води, величина якої є меншою від $0,3 \text{ м}^3/\text{с}$ є критичною для зведення навіть високоекологічних малих ГЕС. При цьому мінімальна витрата цих водотоків буде складати лише $0,03 \text{ м}^3/\text{с}$, що є мінімально допустимою для виробництва на них гідроелектроенергії.

Технологічні особливості встановлення екологічного гідроенергетичного потенціалу майже за всіма пунктами співпадають із встановленим загальним гідроенергетичним потенціалом і визначаються за такими блоками:

- цифрова модель рельєфу;
- модельна річкова мережа;
- площі ділянок;
- центри водозбірних площ в межах визначених ділянок;
- карти модуля стоку;

- коефіцієнт співвідношення мінімального та середнього стоку;
- об'єкти природно-заповідного фонду.

При оцінці екологічного гідроенергетичного потенціалу особлива увага приділялась ділянкам річок, які виділялись за співвідношенням $Q_{\text{СЕР}}/Q_{\text{МІН}}$ та тим, що протікають в межах природно-заповідного фонду.

Виділення меж та встановлення площ цих ділянок також проводилось на основі ГІС-технологій із застосуванням геопросторового аналізу шляхом накладання шарів меж субділянок за співвідношенням стокових показників та меж територій ПЗФ. [30].

3.4. Технічно можливий гідроенергетичний потенціал

Під ним можна розуміти ту частину гідроенергетичного потенціалу (ТМГП), яка є технічно можливою для використання. [30]

За технічно можливий потенціал визначають виходячи з потенціалу водних ресурсів, які варто зменшити як ризики від втрат, пов'язані з фільтрацією та випаровуванням, неможливістю повного використання стоку річки (слабке його зарегулювання, можливі відбори води, відсутність комунікацій та ЛЕП, тощо). Його величина залежить також від геологічних умов (середовища) – тектонічні розломи, тектонічні рухи, землетруси (8-9 балів та вище), карст, зсуви та селі, гідрогеологічних умов – рівень залягання підземних вод, орографії басейну – крутизна схилів, фізичних властивостей ґрунтів – суфозія, просідання, набрякання, тощо. До чинників, які безумовно суттєво знижують технічно можливий потенціал треба віднести і екологічний потенціал річок. В такому разі загальна схема (формула) встановлення ТМГП є наступною:

$$E_{\text{ТМГП}} = E_{\text{ЗГП}} - E_{\text{ЕКГП}} - E_{\text{ВТРАТ}} \quad (3.4)$$

де $E_{ТМГП}$ – енергія технічно можливого гідроенергетичного потенціалу; $E_{ЗГП}$ – енергія загального потенціалу; $E_{ЕКГП}$ – енергія екологічного потенціалу; $E_{ВТРАТ}$ – енергія ризиків втрат, пов'язаних із втратами водних ресурсів, небезпечними геологічними та гідрогеологічними процесами, небезпечною екзогенною діяльністю, антропогенним впливом, тощо.

Із рівняння (3.4) слідує, що $E_{ЗГП}$ та $E_{ЕКГП}$ та їх визначення встановлені вище. Єдиною невідомою величиною в правій його частині рівняння (3.4) залишається $E_{ВТРАТ}$. Для річок колишнього СРСР втрати енергії, пов'язані із втратами водних ресурсів (втрати напору і втрати стоку) зазвичай можуть змінюватися в межах від 3 до 10 %. Причому максимальні значення характерні для дериваційних ГЕС. Разом з тим механічні втрати при перетворенні гідравлічної енергії в електричну можуть складати 11-13%. Разом величина цих втрат становить максимум 22-24%. При старих конструкціях ГЕС та їх турбін вони неминучі. Отже, мінімальне реальне використання ЗГП становить орієнтовно 87%, а в окремих випадках може досягати 75%.[30].

Перераховані чинники впливають на технічно можливий для використання гідроенергетичний потенціал річок Карпатського регіону і визначають ризики його зменшення.

Величина технічного можливого гідроенергетичного потенціалу річок є достатньо змінною в залежності від умов виробництва та використання гідроенергії. Найбільш точно вона може бути встановлена в результаті безпосереднього складання схем та проектів енергетичного використання річок, але для басейної, а тим паче для регіональної оцінки ТМГП її встановити досить складно, і для цього можна застосовувати декілька підходів.

Одним з таких методів є визначення коефіцієнта використання загального гідроенергетичного потенціалу K_1 . Він виражає частину (долю) можливої до технічного використання енергії від загального потенціалу річки. Для річок бувшого СРСР були встановлені їх групи для яких визначений K_1 .

- Група I – великі річки з потенційною енергією > 10000 млн. кВт. год. $K_1 = 0,75-0,85$. А для річок з малими похилами $K_1 = 0,3-0,5$.

- Група II – крупні річки з потенціальною енергією $1000-10000$ млн. кВт. год. $K_1 = 0,50-0,75$. Для річок, що протікають у районах зрошення, $K = 0,25-0,45$.

- Група III – середні річки з потенціальною енергією $15-1000$ млн. кВт. год. $K_1 = 0,4-0,5$. З дериваційними облаштуваннями $K_1 = 0,3$.

- Група IV – малі річки з потенціальною енергією <15 млн. кВт. год. $K_1 = 0,15-0,20$ у випадку будівництва лише малих ГЕС.

В своїх розрахунках ТМГП ми користуємося експертною оцінкою основних ризиків, які можуть знижувати загальне виробництво гідроелектроенергії. Серед цих показників (як природних, так і антропогенних), які встановлюють указані ризики для річок Карпат є наступні:

- Зміна типів русел річок при виході з гір на рівнину ($E_{русл}$).
- Зсуви, селі, лавини, ерозія ґрунтів (екзогенні процеси), ($E_{екзо}$).
- Сейсмічність території (землетруси) та тектонічні рухи – (ендогенні процеси) ($E_{ендо}$).
- Карст ($E_{карст}$).
- Зарегульованість стоку та меліорація територій ($E_{зм}$).
- Відсутність комунікацій та ЛЕП ($E_{клеп}$).
- Селитебне навантаження та інша господарська діяльність ($E_{снгд}$).

Перші 4 показники можна віднести до природних, наступні 3 є антропогенними.

«Питома вага» ризику на зменшення ЗГП кожного з цих показників для річок, які протікають в різних природних умовах, є різною. Тому для них уведені відсоткові величини зменшення загального гідроенергетичного потенціалу, які можна використовувати як для басейнового ЗГП, так і для відповідних ділянок річок. Ці показники (в долях від 1) можна представити у вигляді відповідних оціночних таблиць (3.1-3.7).

Перший із природних показників стосується зміни умов руслоформування і, як наслідок, типів русел річок, які мають місце при їх виході з гір на рівнину (Е русл.)(табл.3.1).

Таблиця 3.1 - Зменшення (ризика впливу на ЗГП) за зміною типів русел річок при їх виході з гір на рівнину

№ п\п	Дія на ЗГП	У долях від 1	У %
1	Відсутня	0	0
2	Слабка	0,001-0,01	0,1-1
3	Помірна	0,01-0,05	1-5
4	Сильна	>0.05	>5

При переході з врізаного меандруючого русла (або з русла з розвинутими алювіальними формами) до розгалуженого русла (руслова або заплава багаторукавність) зменшуються похили річок і падає їх транспортувальна (енергетична) здатність. А з іншого боку на ділянках з багаторукавним руслом виникають певні складнощі з проектуванням та будівництвом МГЕС. Наступним «природним» екзогенним чинником, який потенційно зменшує ЗГП річок є ризики від впливів зсувів, селей, лавин та ерозії ґрунтів (Езсле).

Таблиця 3.2 - Зменшення (ризика впливу на ЗГП) за показниками зсуви, селі, лавини, ерозія ґрунтів

№ п/п	Дія на ЗГП	У долях від 1	У %
1	Відсутня	0	0
2	Слабка	0,01-0,075	0,1-7,5
3	Помірна	0,075-0,15	7,5-15
4	Сильна	>0,15	>15

З таблиці 3.2 випливає, що доля наведених показників у цілому складає суттєві ризики щодо зменшення загального гідроенергетичного потенціалу і є різною для річок різних регіонів. Разом з тим в районах, де ймовірність прояву зсувів, селей, лавин та ерозій ґрунтів є досить великою, їх дія на ЗГП є сильною, і ці показники можуть суттєво його знижувати, а в деяких випадках навіть унеможливити його використання.

Наступний показник стосується сейсмічності території, тобто ризиків від проявів землетрусів та тектонічних процесів в межах водозбірних басейнів ($E_{ендо}$). (табл. 3.3)

Таблиця 3.3 - Зменшення (ризика впливу на ЗГП) за показником сейсмічності території (землетруси)

№ п/п	Дія на ЗГП	У долях від 1	У %
1	Відсутня	0	0
2	Слабка	0,001-0,05	0,1-5
3	Помірна	0,05-0,10	5-10
4	Сильна	>0,10	>10

Як видно з табл. 3.3 «внесок» сейсмічності території та тектонічних рухів на ній на ЗГП може бути дещо меншим, ніж в попередньому випадку (табл.3.2). Це можна пояснити тим, що при технічному використанні ЗГП в умовах сьогодення, лише в деяких місцях необхідно зведення цілої низки інженерних капітальних споруд, для яких необхідно витримувати певні умови їх конструкцій.

Розповсюдження карсту на території річкових басейнів також потенційно може зменшувати величину ЗГП ($E_{\text{КАРСТ}}$). (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 - Зменшення (ризика впливу на ЗГП) за показником карст

№ п/п	Дія на ЗГП	У долях від 1	У %
1	Відсутня	0	0
2	Слабка	0,001-0,05	0,01-5
3	Помірна	0,05-0,10	5-10
4	Сильна	>0,10	>10

Вплив карсту може проявлятися у ймовірності просідання території, а також інженерних споруд, розташованих на ній, перерозподілі стоку річок активізації небезпечних екзогенних процесів над межами його залягання. Серед чинників, які обумовлені антропогенним впливом щодо зменшення ЗГП можна виділити зарегульованість стоку та меліорацію земель (Езм). (табл.3.5)

Таблиця 3.5 - Зменшення (ризика впливу на ЗГП) за показником зарегульованості стоку

№ п/п	Дія на ЗГП	У долях від 1	У %
1	Відсутня	0	0
2	Слабка	0,001-0,05	0,1-5
3	Помірна	0,05-0,10	5-10
4	Сильна	>0,10	>10

В умовах зарегулювання стоку і, особливо, при наявності меліоративних територій в межах водозборів річок можливе досить суттєве зменшення ЗГП. Воно пов'язане передусім із порушеннями гідравлічних параметрів потоку річок, їх похилів (напорів) та умов функціонування системи «потік-русло», викликаних із перерозподілом витрат води.

Наступним антропогенним чинником, який може суттєво зменшити ЗГП, є відсутність комунікацій та ліній електропередач в межах водозбірних басейнів та вздовж річок (ЕКЛЕП). (табл. 3.6)

Таблиця 3.6 - Зменшення (ризика впливу на ЗГП) за показниками відсутності комунікацій та ЛЕП

№ п/п	Дія на ЗГП	У долях від 1	У %
1	Відсутня	0	0
2	Слабка	0,001- 0,075	0,1-7,5
3	Помірна	0,075-0,15	7,5-15
4	Сильна	>0,15	>15

Виробництво електроенергії на МГЕС є доцільним за умов близької відстані до енергоспоживача (0,5 – 2,5 км, [30]). При цьому мають бути облаштовані різні комунікації (дороги, мости, інші інженерні споруди) та розміщені в безпосередній близькості населені пункти та інші енергоспоживачі (підприємства, туристичні бази, інша інфраструктура). Крім цього важливим є наявність існуючих ліній електромереж, до яких можуть бути під'єднані нові потужності. Разом з тим, оптимізація місць спорудження МГЕС має враховувати значну обмеженість створення великих за площею водосховищ і високих гребель ГЕС, які суттєво порушують екологічні умови функціонування річкової системи та природного середовища.

Серед інших антропогенних чинників, які потенційно зменшують ЗГП можуть враховуватися щільність селитебного навантаження (особливо в русло-заплавному комплексі річок), знеліснення територій, видобуток корисних копалин в русло-заплавному комплексі і на водозборі та ін. (Еснгд). (табл. 3.7).

Таблиця 3.7 - Зменшення (ризика впливу на ЗГП) за показниками селитебного навантаження та іншої господарської діяльності

№ п/п	Дія на ЗГП	У долях від 1	У %
1	Відсутня	0	0
2	Слабка	0,001-0,05	0,1-5
3	Помірна	0,05-0,10	5-10
4	Сильна	>0,10	>10

Активне вирубування лісів може призвести як до зростання кількості наносів, що надходять у річку і змінюють гідравлічну структуру потоку, так і до активізації на ззеліснених схилах зсувів, селей та лавин [32], а також збільшення активності ерозійної діяльності на схилах. На зменшення ЗГП може також вплинути видобування корисних копалин в басейнах річок. Видобування будівельних матеріалів, шахтне розроблення корисних копалин, розроблення нафтових та газових родовищ можуть призвести до активізації зсувів, селей, просідання певних територій. Також до цього переліку варто долучити забір руслового та заплавного алювію на ділянках річок та їх руслах (забір алювію). Цей чинник може призвести до просідання рівнів води і змін похилів водної поверхні та зменшення величини напору, що може збільшити ризики на скорочення гідравлічних ресурсів річки або її ділянки. Такі ділянки річок також мають локальний характер.

Провівши певний критеріальний аналіз можливого ризику від впливу різних природних та антропогенних чинників на зменшення величини загального гідроенергетичного потенціалу, можна встановити загальну сумарну кількість втрат його величини та ризиків їх впливу на зменшення ЗГП.

$$\sum E_{\text{ВТРАТ}} = E_{\text{РУС}} + E_{\text{ЕКЗ}} + E_{\text{ЕНД}} + E_{\text{КАРСТ}} + E_{\text{ЗМ}} + E_{\text{КЛЕП}} + E_{\text{СНГД}} \quad (3.5)$$

Максимальні теоретичні (гіпотетичні) втрати за формулою (3.5) при сильній їх дії (або превалюючому визначеному впливові одного із них) може взагалі становити 100% ЗГП і використання гідроенергії на певній її ділянці є неможливим. Але в практичному відношенні вказані втрати при сильному впливові його на ЗГП за всіма вказаними ризиками може досягати 70-80% втрат.

Варто також зазначити про існування нових підходів до виробництва гідроенергії на МГЕС. Це стосується нової високо екологічної малої гідроелектростанції, принцип дії якої базується на використанні гідроенергії гірських та напівгірських річок без спорудження греблі на річці. Такий підхід залишає майже без змін гідрологічний режим річки та задовольняє екологічним вимогам збереження біорізноманіття в річковій системі.

РОЗДІЛ 4. ГІДРОЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ МАЛИХ РІЧОК КИЄВА

Місто Київ є досить багатим на водні ресурси. На його території, що становить 835,6 км² існують значні запаси підземних вод, є велика кількість поверхневих водних об'єктів: річок, струмків, озер, ставків. Загалом водні об'єкти на території міста займають 6,7 тис. га, або 8,0% його території, а кількість водотоків складає за різними даними до 150 [38].

Правобережна частина сучасного Києва, територія якої розчленована великою яружно-балковою системою, дренається численними постійними та тимчасовими водотоками. Основними басейновими угрупованнями водних об'єктів тут є басейни річки Либідь з її основними притоками та Почайни із притоками Сирець і Куренівський струмок. Річище Глибочиці на сьогодні повністю сховане під землею, як і більша частина її приток. Річка Нивка розташована в західній частині Києва, верхів'я Горенки - в районі Пущі-Водиці, а на південній околиці (Феофанія, села Хотів, Пирогів, Віта-Литовська) розташований водозбір р. Віта із притоками Петіль, Сіверка і струмок Віта.

Основний виток Либеді знаходиться в районі залізничної станції Борщагівка [39]. В верхів'ях річка протікає у підземному колекторі, після виходу з якого тече переважно у каналізованому бетонному руслі. Швидкості потоку Либіді досить значні (завдяки спрямленню русла) і становлять від 0,3-0,5 м/с в межень до 2,2 - 2,8 м/с під час паводків [38,40]. Основні притоки – Шулявка (2,6 км), Скоморох (3,7 км, 3,03 км²), Клов (3,5 км, 5,7 км²), Буслівка (2,0 км) (ліві); Вершинка (2,2 км), Кадетський Гай (2,2 км), Мокра (1,85 км), Совка (5,3 км, 5,75 км²) та Горіхуватка (4,1 км) (праві). Після впадіння Горіхуватки (в районі Саперно-Слобідської вулиці) річка знов ховається у підземний колектор (розрахований на витрату води 180 м³/с), в межах якого приймає останню значна притоку - Буслівку. Місце впадіння Либеді у Дніпро розташоване

трохи нижче ТЕЦ-5. Довжина річки за різними даними складає від 16,05 [38,40] до 17,1 [39] км, площа водозбору - 66,2 км².

Сучасна Почайна представлена відкритою дренажною системою Опечень (озера Мінське, Лугове, Пташине, Андріївське (Богатирське), Кирилівське та Йорданське), з'єднаних поміж собою системою колекторів (діаметром 1,2 м). Нижче системи, під проспектом Степана Бандери, частина русла Почайни (близько 270 м) проходить у підземному колекторі, після чого річка протікає промисловим районом в районі вулиці Вербової (де в неї впадає права притока – Кирилівський струмок з водозбірною площею близько 6 км²) і впадає в затоку Вовкувату. Загальна довжина (від північного краю озера Мінське до гирла) складає 7,2 км, площа водозбору 54,6 км².

В озерно Кирилівське впадає найбільша притока Почайни - річка Сирець. На балансі КП «Плесо» Сирець знаходиться в статусі струмка з довжиною в 9 км [43]. Однак в деяких джерелах [38,39,40] довжина Сирцю складає 12,3 км, а сам Сирець, відповідно, вважається малою річкою. В природних умовах площа водозбору складала 24,3 км², але після створення відкритої дренажної системи Опечень притоки Сирця Западинка (з водозбірною площею 4,5 км²) та Курячий Брід були відведені (в підземних колекторах) до озер цієї системи, щоб покращити їх проточність). В результаті цього реальний водозбір річки складає 13 км².

Лівобережну частину Києва дренує чи не єдиний більш-менш суттєвий водотік - річка Дарниця. Дарниця має кілька витоків, один з яких розташований на західній околиці Броварів, інший - на північній околиці села Княжичі, верхів'я перетворені на меліоративні канали. В околицях Києва річка протікає через озеро Берізка, де розділена на два рукави, основний з яких впадає в озеро Нижній Тельбін, з якого підземними колекторами виходить до Дніпра [38,40]. Другий рукав, що має назву Північно-Дарницький меліоративний канал, впадає в Десенку в

районі масиву Райдужний, нижче за течією від Московського моста. Довжина Дарниці складає 21,1 км, площа водозбору - 133 км² [38,40].

Малі річки Києва ніколи не використовувалися для виробництва електроенергії, тому була поставлена задача визначити їх гідроенергетичний потенціал (наявні дані дозволили встановити лише загальний гідроенергетичний потенціал цих водотоків на їх відкритих каналізованих ділянках), для визначення якого нами було проведено ряд польових досліджень водного стоку на таких малих річках міста, як Либідь, Сирець, Почайна, Дарниця за методом поверхневих поплавків [44] (2018-2020рр.) (рис.4.1). Обчислення гідроенергетичного потенціалу виконувались за диференціацію вище згаданих водотоків на характерні ділянки за їх гідравлічними умовами (зміна напору та водності) згідно методики розрахунку загального гідроенергетичного потенціалу [41,42,45]. В кінцевому результаті, аналітичні узагальнення та оцінка загального гідроенергетичного потенціалу були проведені для кожної дослідженої ділянки.

Отримані результати визначення показників загального гідроенергетичного потенціалу малих річок міста Києва за обраними ділянками наведені в табл. 4.1.



Рис. 4.1 Малі річки Києва, що були задіяні для визначення загального гідроенергетичного потенціалу.

Отримані результати визначення показників загального гідроенергетичного потенціалу малих річок міста Києва за обраними ділянками наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 Показники загального гідроенергетичного потенціалу малих річок міста Києва за обраними ділянками

№	Річка	$E_{згп}$, кВт	$E_{згп}$, кВт*год/рік
1	Річка Сирець (від вулиці Володимира Сальського до впадіння струмка Рогостинка)	6,45	56502
2	Річка Сирець (від виходу з колектора біля зал. платформи Zenit до впадіння в озеро Кирилівське)	1,22	10687,2
3	Річка Почайна (від проспекту Степана Бандери до гирла Куренівського струмка)	1,65	14454
4	Річка Почайна (від гирла Куренівського струмка до впадіння в затоку Вовкувата)	1,72	15067,2
5	Річка Дарниця (від Харківського шосе до впадіння в озеро Нижній Тельбін)	15,89	139196,4
6	Річка Либідь (від вулиці Старовокзальна до вулиці Івана Федорова)	11,22	98 287,2
7	Річка Либідь (від вулиці Івана Федорова до впадіння Оріхуватського струмка)	29,675	259953
8	Річка Либідь (від Столичного шосе до гирла)	14,08	123 317,6

Таким чином, можна визначити загальний гідроенергетичний потенціал для кожної дослідженої малої річки як сумарну потужність усіх обраних на них ділянок (табл. 4.2). Розрахунки для річок Почайна та Сирець були об'єднані, оскільки вони складають єдиний річковий басейн.

Таблиця 4.2 - Показники загального гідроенергетичного потенціалу досліджених малих річок міста Києва

№	Річка	Е _{згп} , кВт	Е _{згп} , кВт*год/рік
1	Почайна - Сирець	11,04	96710,4
2	Дарниця	15,89	139196,4
3	Либідь	54,975	481557,8
4	Сумарний загальний гідроенергетичний потенціал досліджених малих річок	81,905	717464,6

Сумарний загальний гідроенергетичний потенціал досліджених малих річок міста Києва становить 81,905 кВт. Відповідно, їх річна потужність становить 717464,6 кВт*год/рік.

Наявні дані [38,39,40] дозволили також встановити загальний гідроенергетичний потенціал малих річок околиць міста Києва, таких як Нивка (19,7 км, 94 км²), Горенка (12 км, 56 км²) та Віта (13,9 км, 244 км²) з притоками Петіль (19,4 км, 62,9 км²), Сіверка (29,2 км, 129 км²) та срумок Віта (12,6 км, 22,9 км²) за картами модулів стоку (табл. 15.9).

Сумарний загальний гідроенергетичний потенціал малих річок околиць міста Києва становить 330,06 кВт. Відповідно, їх річна потужність становить 2891275 кВт*год/рік.

Таблиця 4.3 Показники загального гідроенергетичного потенціалу малих річок околиць міста Києва

№	Річка	Е _{згп} , кВт	Е _{згп} , кВт*год/рік
1	2	3	4
1	Нивка	59,2	5186216
2	Горенка	27,08	237183
3	Віта	13,05	114294

Продовження табл. 4.3			
1	2	3	4
4	Петіль	68,28	598112
5	Сіверка	140,48	1230598
6	Струмок Віта	21,97	192496
7	Сумарний загальний гідроенергетичний потенціал досліджених малих річок	330,06	2891275

На прикладі річок Либідь та Сирець буде показано як проводилися дослідження:

Було обрано малі річки Либідь та Сирець (їх відкриті каналізовані ділянки). Наявні по їхніх водозборах дані дозволили встановити лише загальний гідроенергетичний потенціал цих водотоків. Його визначення проводився згідно методики розрахунку загального гідроенергетичного потенціалу.

Для встановлення загального гідроенергетичного потенціалу на малій річці Сирець було обрано ділянку між вулицею Володимира Сальського та гирлом струмка Рогостинка, де було проведено виміри витрат.

Витрати води на річці Сирець було двічі виміряно за допомогою поплавкового методу. Перший раз – в середині жовтня, під час літньо-осінньої межени. Тоді витрати води становили $0,07\text{ м}^3/\text{с}$. Вдруге виміри витрат води було проведено в лютому під час сніготанення. Витрати води в річці при цьому становили $0,13\text{ м}^3/\text{с}$. Середнє значення витрати води відповідно було прийнято $0,1\text{ м}^3/\text{с}$. Було також визначено відмітки висоти урізів води на початку та в кінці обраної ділянки, довжина якої склала м. Це відповідно $-133,0\text{ м}$ (перетин з вулицею Володимира Сальського) та $125,08\text{ м}$ (місце впадіння струмка Рогостинка в річку Сирець). Отримані результати дали можливість визначити загальний

гідроенергетичний потенціал на цій ділянці за формулою $N = 9,81Q_{\text{сер}}(h_1 - h_2)$ (кВт*с).

В нашому випадку $N = 9,81 * 0,1 * (133 - 125,08) = 67\,977,6$ кВт*год/рік.

Для річки Либідь вдалося знайти значення витрат води, що були виміряні в кількох створах (Государственный архив г. Киева ФР-6-3-38-29), що дало змогу виділити для розрахунків три ділянки, а саме:

- 1) Від вулиці Старовокзальна до вулиці Івана Федорова з витратою води $0,13$ м³/с. Висота урізів води на початку та в кінці обраної ділянки, довжина якої склала $2\,392$ м становить на вул. Старовокзальна $125,8$ м, а на вул. Івана Федорова – $117,0$ м.

Загальний гідроенергетичний потенціал на цій ділянці становить

$N = 9,81 * 0,13 * (125,8 - 117,0) = 98\,287,2$ кВт*год/рік.

- 2) Від вул. Івана Федорова до впадіння Оріхуватського струмка.

Витрата води становить $0,275$ м³/с.

Висота урізів води на початку та в кінці обраної ділянки становить відповідно – $117,0$ м (вул. Івана Федорова) та (впадіння Оріхуватського струмка у Либідь) – 106 м.

Відстань між вулицею Івана Федорова та впадінням Оріхуватського струмка - 2906 м. Загальний гідроенергетичний потенціал на цій ділянці становить $N = 9,81 * 0,275 * (117,0 - 106,0) = 260\,172$ кВт*год/рік.

- 3) Останній відрізок – від місця виходу річки на заплаву (перетин із Столичним шосе) до гирла.

Витрата води на відрізку становить $0,35$ м³/с.

Висота урізів води відповідно $95,9$ м (Столичним шосе) та – $91,8$ м (гирло).

Відстань між відмітками становить $2\,778$ м.

Загальний гідроенергетичний потенціал на цій ділянці становить

$N = 9,81 * 0,35 * (95,9 - 91,8) = 123\,340,8$ кВт*год/рік.

Рис.4.2 Поздовжні профілі річок Либідь та Сирець



ВИСНОВКИ

Правобережна частина сучасного Києва, територія якої розчленована великою яружно-балковою системою, дренається численними постійними та тимчасовими водотоками. Основними басейновими угрупуваннями водних об'єктів тут є басейни річки **Либідь** з її основними притоками та **Почайни** із притоками **Сирець**. Річка **Нивка** розташована в західній частині Києва.

Лівобережну частину Києва дренає чи не єдиний більш-менш суттєвий водотік - річка **Дарниця**. Дарниця має кілька витоків, один з яких розташований на західній околиці Броварів, інший - на північній околиці села Княжичі, верхів'я перетворені на меліоративні канали.

1. Серед розглянутих малих річок міста Києва найбільшим загальним гідроенергетичним потенціалом характеризуються річка Либідь. Довжина відкритих ділянок на цій річці є найбільшою, а її водність стає значною вже у середній течії. Загальний гідроенергетичний потенціал досліджених ділянок річки становить (69,05) кВт, а їх річна потужність - (604875,4) кВт*год/рік.

2. Серед малих річок околиць міста найбільшим гідроенергетичним потенціалом характеризуються річкова система Віти, що має найбільшу водозбірну площу із сумарним загальним гідроенергетичним потенціалом 243,78 кВт та річною потужністю 2135500 кВт*год/рік.

Узагальнюючи данні отримані під час проведення досліджень, можна отримати величину загального енергетичного потенціалу малих річок м. Києва та його околиць, який становить 412,505 кВт, а річна його величина складає 3608739 кВт*год.

Використання вищенаведених величин загального енергетичного потенціалу малих річок м. Києва та його околиць із застосуванням УВМГЕС за попередніми оцінками може скласти 50-60% від ЗГП.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вишневський В. І. Малі річки Києва. Видання друге, уточнене і доповнене – К.: Інтерпрес ЛТД, 2013. – 82 с.
2. Гаврилук В. С., Речмедін І. О. Природа Києва та його околиць: Фізико-географічна характеристика. – К.: Вид-во КДУ ім. Т. Шевченка, 1956. – 70 с.
3. Дьомін М. М. Екологічний стан водозбору озер Мінське та Лугове в системі озер Опечень Оболонського району м. Києва / М. М. Дьомін, В. С. Ніщук, О. І. Сінгаєвська, Б. В. Солуха, О. І. Грабовська, Н. О. Калита, П. І. Бєрова // Ел. ресурс: http://librar.org.ua/sections_load.php?s=building&id=301].
4. Екологічний стан київських водойм / О. А. Афанасьева, Т. С. Багацька, Л. Г. Оляницька, І. В. Небогаткін та ін. – К: Фітосоцісцентр, 2010. – 256 с.
5. Київ як екологічна система: природа-людина-виробництво-екологія: монографія / Стецюк В. В., Романчик С. П., Щур Ю. В. та ін.; наук. ред. П. Шищенко, Я. Олійник, В. Стецюк. – К.: ЦЕОІ, 2001. – 259 с.
6. Панасюк І. В., Томільцева А. І., Зуб Л. М., Погорєлова Ю. В. Якість води у міських водоймах та характер освоєння водоохоронних зон (на прикладі озер системи «Опечень», м. Київ // Екологічна безпека та природокористування. – 2015. – № 4 (20). – С. 63 - 69.
7. Хільчевський В. К., Курило С. М. Гідролого-гідрохімічна характеристика водойм м. Києва // Водне господарства України.- 1999, №5 - 6. - С. 17 - 22.
8. Хільчевський В. К., Курило С. М. Оцінка гідролого-гідрохімічного стану водних об'єктів м. Києва // Вісник Київського університету, сер. Географія. – 1999. Вип. 45. – С.61 - 62.
9. Сведения о Киевских озерах (немного о всех и в частности об Оболонских) <http://maxvak.blogspot.com/2015/05/blog-post.html>

10. Совка, Ямка, Нивка, Любка...
<http://www.kreschatic.kiev.ua/ua/2836/art/31244.html>
11. Екологія довкілля ріки Почайна та прилеглих урочищ міста Києва
<http://my-obolon.kiev.ua/stati/ekolog%D1%96ya-dovk%D1%96llya-r%D1%96ki-rochajna-ta-prileglix-urochishh-m%D1%96sta-ki%D1%94va.html>
12. Малі річки Києва Вишневський В.І., доктор географічних наук
<http://www.dom-prirody.com.ua/priroda-kieva/mali-ricki-kieva>
13. <http://irina-from-kyiv.livejournal.com/11950.html> - Реки Києва
14. <http://geo.ladimir.kiev.ua/pq/dic/g--K/a--POTCHAJNA>
15. Екологічні проблеми р. Мокра - притоки р. Либідь
<http://shkola.ostriv.in.ua/publication/code-15bb5dc7ca7c8/list-b8afbc4326>
16. Водні об'єкти, що перебувають на балансі КП «Плесо», у межах м. Києва – [Ел. ресурс]. <http://www.segodnya.ua/pub/files/3061/2/pleso.doc>
17. Київ. Енциклопедичний довідник. Київ: Головна редакція УРЕ, 1981,- 736
18. Бойко О.В., Хільчевський В.К., Ободовський О.Г. Малі річки Києва // Краєзнавство. Географія. Туризм. - 2001. - № 4 (201). - С. 4-6.
19. Мантурова О.В. Градиентный анализ водорослевых сообществ урбанизированной реки (на примере р. Нивки) // Гидробиологический журнал. - 1999. - 35, № 6. - С. 22 -27.
20. Плигин Ю.В., Щербак В.И., Арсан О.М., Михайленко Л.Е., Матчинская С.Ф., Майстрова Н.В. Влияние поверхностного стока на биоту Каневского водохранилища в районе г. Києва и рекомендации по его очистке// Экология городов и рекреационных зон. Материалы междунар. научно-практ. конференции 25 - 26 июня 1998 г., г. Одесса - Одесса: Астропринт, 1998. - С. 272 - 277.

21. Шевцова Л.В., Ткачук Н.Г., Малафеев В.В., Васильковская В.В. Эколого-санитарное состояние р. Лыбеди // Гидробиологический журнал. - 2000. - 36, № 5. - С. 34-43.
22. Оксуюк О. П., Зимбалева Л. Н., Прогасов А. А., Плигин Ю.В., Ляшенко А. В. Оценка состояния водных объектов Украины по гидробиологическим показателям: бентос перифитон и зоофитос // Гидробиол. журн. - 1994. -т. 30, № 4.- с. 31-35.
23. Щепець М.С., Кузьменко М.І., Якушин В.М. Екологія водойм Києва // Вісник аграрної науки. 1992. № 7. - С. 45 - 46.
24. Афанасьев С.А., Колесник М.П., Давиденко Т.В. и др. Санитарно-гидробиологическое состояние озер и заливов жилого массива Оболонь г. Києва // Гидроэкологические проблемы внутренних водоемов Украины.- Киев: Наукова думка, 1991. - С. 98 - 109.
25. Афанасьев С.А. Характеристика гидробиологического состояния разнотипных водоемов г. Києва // Вестник экологии. - 1996. № 1-2.- С. 112-118.
26. Київська міська програма охорони навколишнього природного середовища на період 1999-2002 роки. К., 2000.
27. Гомля Л.М., Оляшцька Я.Г. Прибережно-водні макрофіти як показники екологічного стану водойми. Десяті Каришенські читання: Матеріали доповідей Міжнародної науково-практичної конференції з природничих наук.- Полтава, 2002.- с.75-76
28. Клімат Києва. / за редакцією В. І. Осадчого, О. О. Косовця, В. М. Бабіченко – Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут, Центральна геофізична обсерваторія. – К: Ніка-Центр, 2010. – 320с.
29. Сменяемость воды в водоемах Киева. В. М. Тимченко, С.В. Дараган // Гідрологія, гідрохімія, гідро екологія. – К.: 2000. –Т.4(35).– С. 49 – 57.

30. Рудько Г. І. Наукові засади екологічної оцінки та оптимального використання гідроресурсів Карпатського регіону / Г. І. Рудько, Л. М. Консевич. – К. : Знання, 1998. – 137 с.
31. Цепенда М. М. Методичні особливості економіко-географічної оцінки гідроенергетичного потенціалу Середнього Придністров'я / М. М. Цепенда // Наук. записки Вінницького держ. пед. ун-ту ім. М. Коцюбинського. Серія Географія. – 2009. – Вип. 18. – С. 211-219.
32. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС : основні терміни та їх визначення / [підгот. : Алієв К. та ін.]. – Вид. офіц. – К., 2006. – 240 с
33. Альтернативная энергетика в Китае : [Электронный ресурс] // Biowatt. – Режим доступа : <http://www.biowatt.com.ua/analitika/alternativnaya-energetika-v-kitae/>
34. Альтернативні палива та інші нетрадиційні джерела енергії : підручн. для енергетич. і екологіч. спец. вищих навч. закл. / Адаменко О., Височанський В., Лютко В. та ін. ; [за ред. В. Лютко]. – ІФ : Полум'я, 2000. – 256 с.
35. Казакевич Д. И. Основы теории случайных функций в задачах гидрометеорологии / Д. И. Казакевич. – Л. : Гидрометеоиздат, 1989. – 228 с.
36. Гинко С. С. Сельскохозяйственные гидроэлектрические станции / С. С. Гинко. – Л. : Ленинград. газетно-журнальное и книжное изд-во, 1947. – 368 с.
37. Адаменко Я. О. Оцінка впливів техногенно небезпечних об'єктів на навколишнє середовище: науково-теоретичні основи, практична реалізація: дис. д-ра тех. наук : 21.06.01 – екологічна безпека / Адаменко Ярослав Олегович; ІФ НТУНГ. – ІФ, 2006. – 425 с.
38. Бортник С. Ю. Природа Києва: сучасний стан та екологічні проблеми / С. Ю. Бортник, О. Ю. Дмитрук, О. Г. Ободовський та ін. – К.: Прінт-Сервіс, 2016. – 385 с.

39. Вишневецький В.І. Малі річки Києва / В.І.Вишневецький.-2-ге, уточ. І допов. – К.: Інтерпрес, 2013. – 81с.
40. Стецюк В. В. Київ як екологічна система: природа-людина-виробництво-екологія: монографія / В. В. Стецюк, С. П. Романчук, Ю. В. Щур та ін.; наук. ред. П. Шищенко, Я. Олійник, В. Стецюк. – К.: ЦЕОІ, 2001. – 259 с.
41. Баденко Н. В. Разработка методологического обеспечения процесса автоматизированного вычисления гидроэнергетического потенциала рек с использованием геоинформационных систем / Н. В. Баденко, Н. С. Бакановичус , О. К. Воронков и др. // Инженерно -строительный журнал, 2013. – № 16. – С. 62-90.
42. Гідроекологічна оцінка та прогноз енергетичного потенціалу річок Українських Карпат / Ободовський О. Г., Розлач З. В., Онищук В. В. та ін. - Київський національний університет імені Тараса Шевченка. Заключний звіт по темі №14БП050-01. № ДР 0114U003482. - К., 2015. – 336с.
43. Дружинин И. П. Речной сток и геофизические процессы / И. П. Дружинин. – М: Наука, 1966. – 295 с.
44. Колодеєв Є.І. Методи гідрометеорологічних вимірювань (гідрологічні вимірювання). Навчальна польова практика: Навчальний посібник. / Є.І. Колодеєв, О.М. Гриб. - Одеса: ТЕС, 2009 – 75с.
45. Цепенда М. М. Методичні особливості економіко-географічної оцінки гідроенергетичного потенціалу Середнього Придністров'я / М. М. Цепенда // Наук. записки Вінницького держ. пед. ун-ту ім. М. Коцюбинського. Серія Географія. – 2009. – Вип. 18.– С. 211-219.
46. Директива 2000/60/ЄС Європейського парламенту та Ради «Про встановлення рамок діяльності Співтовариства в галузі водної політики» — директива від 23 жовтня 2000 року, яка встановлює основні (рамкові) положення для досягнення країнами ЄС доброї якості води у їхніх водних об'єктах до 2015 року.