

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ НАЗЕМНИХ СПОРУД ТА АЕРОПОРТІВ
КАФЕДРА АЕРОКОСМІЧНОЇ ГЕОДЕЗІЇ ТА ЗЕМЛЕУСТРОЮ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач випускової кафедри

_____Юрій Великодський

«__»_____2023 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТР

ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 193 «ГЕОДЕЗІЯ ТА ЗЕМЛЕУСТРІЙ»

Тема: «Геопросторові технології для оптимізації та модернізації водопостачання і водовідведення (на прикладі міста Ірпінь)»

Виконавець: здобувачка вищої освіти групи ГІС-208М

Булих Валерія Олександрівна _____

Керівник: к.ф.-м.н., доцент, Беленок Вадим Юрійович _____

Консультант розділу «Охорона навколишнього середовища»:

к.б.н., доцент Дмитруха Тетяна Іллівна _____

Консультант розділу «Охорона праці»:

асистент Кічата Наталія Миколаївна _____

Нормоконтролер: PhD, доцент Іщенко Наталія Федорівна _____

КИЇВ 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет наземних споруд та аеропортів

Кафедра аерокосмічної геодезії та землеустрою

Спеціальність 193 «Геодезія та землеустрій»

Освітньо-професійна програма «Геоінформаційні системи і технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач випускової кафедри

_____Ю. І. Великодський

«___»_____2023 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи

Булих Валерії Олександрівні

- 1.Тема роботи «Геопросторові технології для оптимізації та модернізації водопостачання і водовідведення (на прикладі міста Ірпінь)» затверджена наказом ректора від «20» жовтня 2023р. № 2164/ст.
2. Термін виконання роботи: з «2» жовтня 2023 року по «31» грудня 2023 року
- 3.Вихідні дані роботи: законодавча та нормативно-правова база, дані з виробничої практики, натурне обстеження.
4. Зміст пояснювальної записки: аналітичний огляд літературних джерел, законодавчої та нормативно-правової бази з тематики диплому. Роль геопросторових даних у розвитку України та їх нормативне регулювання. Збір та аналіз геоданих для оптимізації інфраструктури водопостачання та водовідведення. Моделювання водопостачання, водовідведення та забезпечення пожежогасіння. Охорона навколишнього середовища. Охорона праці.

5. Перелік обов'язкового ілюстративного матеріалу: 6 таблиці, 27 рисунки, 1 графік.

6. Календарний план-графік

№ з/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1	Систематизація та аналіз літературних джерел	02.10.2023-15.11.2023	
2	Збір та аналіз геоданих для оптимізації інфраструктури водопостачання та водовідведення	16.11.2023-30.11.2023	
3	Моделювання мереж водопостачання, водовідведення	01.12.2023-15.12.2023	
4	Написання пояснювальної записки до магістерської роботи	16.12.2023-20.12.2023	
5	Представлення закінчених матеріалів на відгук керівнику та рецензенту	20.12.2023	

7. Консультанти з окремих розділів:

Розділ	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона навколишнього середовища	доцент Дмитруха Тетяна Іллівна		
Охорона праці	асистент Кічата Наталія Миколаївна		

8. Дата видачі завдання: 2 жовтня 2023 р.

Керівник дипломної роботи: _____

(підпис керівника) (П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання: _____

(підпис випускника) (П.І.Б.)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота на тему: «Геопросторові технології для оптимізації та модернізації водопостачання і водовідведення (на прикладі міста Ірпінь)» містить: 115 сторінок, 27 рисунків, 6 таблиць, 22 використаних джерел.

Об'єктом дослідження є інженерні мережі водопостачання і водовідведення в місті Ірпінь.

Предметом дослідження моделювання властивостей інженерних мереж м. Ірпінь за допомогою ГІТ (геоінформаційних технологій).

Мета роботи: дослідження та використання геопросторових технологій для вдосконалення та ефективною оптимізації інженерних мереж водопостачання і водовідведення.

Методи дослідження: емпіричний, абстрактно-логічний, нормативно-правовий, системний, порівняння, узагальнення, аналогій та порівнянь, економіко-статистичний, метод аналізу та синтезу, індукції та дедукції, екстраполяції, обробки літературних джерел.

Результат магістерської роботи мають важливе значення у вдосконаленні геоінформаційних систем в інженерних мережах. Створення ГІС і математичної моделі мереж ВП та ВВ дозволить:

- Провести інвентаризацію мереж, об'єднати всі дані в єдиному комплексі, щоденно оновлювати інформацію про елементи мережі і надалі працювати «не в сліпу»;

- Провести гідравлічне моделювання системи для отримання оптимального режиму роботи;

- За допомогою гідравлічного моделювання коректно підбирати вихідні дані для проектування об'єктів мережі та видачі технічних умов для підключення нових споживачів;

- Аналізувати вплив гідроудару на мережі за певних умов;

- Грамотно налагодити взаємодію підрозділів підприємства (аварійно-диспетчерський відділ, ВТО, головний інженер);

- На базі розрахунково-інформаційного комплексу побудувати автоматизовану систему управління технологічним процесом.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ, ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ В ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖАХ, ГІДРАВЛІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, ІНВЕНТАРИЗАЦІЯ МЕРЕЖ, ОПТИМІЗАЦІЯ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ

ВСТУП

Актуальність теми полягає в тому, що зростання населення та індустріалізація призводять до збільшення попиту на воду. Геоінформаційні технології можуть допомогти у виявленні оптимальних джерел води, відслідковуванні витрат та ефективному розподілі цього ресурсу. Дозволяють створювати детальні картографічні моделі систем водопостачання та каналізації, що полегшує планування, розробку та управління інфраструктурою. Оптимізація сприяє зменшенню втрат води через розумне використання ресурсів та уникнення надмірного навантаження на екосистеми в результаті неефективного водокористування, відкриває двері для новаторських підходів у сфері інженерії, аналізу даних та впровадження нових технологій. Впровадження системи автоматичного моніторингу, надає змоги вчасному виявленню проблем в мережах, а також підвищують швидкість реагування на аварійні ситуації.

Метою даної роботи є дослідження та використання геопросторових технологій для вдосконалення та ефективною оптимізації інженерних мереж водопостачання і водовідведення.

Для досягнення поставленої мети в дипломній роботі необхідно вирішити наступні **завдання**:

- розглянути доступні методи та інструменти геопросторового аналізу для оптимізації водних систем;
- здійснити збір необхідних геоданих та їх аналіз для оцінки ситуації у водних системах;
- розробити стратегії і методи використання ГІС систем для оптимізації водопостачання та водовідведення;
- провести моделювання різних сценаріїв використання геопросторових технологій у водних системах та експериментальні дослідження для перевірки їхньої ефективності;

- оцінити отримані результати, провести порівняльний аналіз і розробити рекомендації щодо впровадження ГІС для покращення систем водопостачання і водовідведення;

- формулювання висновків та підготовка презентації для представлення результатів дослідження.

Об'єктом дослідження є інженерні мережі водопостачання і водовідведення в місті Ірпінь.

Предмет дослідження моделювання властивостей інженерних мереж м. Ірпінь за допомогою ГІТ (геоінформаційних технологій).

Методи дослідження: емпіричні дослідження - збір та аналіз даних про реальні системи водопостачання та водовідведення з використанням геопросторових технологій, таких як географічні інформаційні системи (ГІС), цифрова модель рельєфу, картографічні матеріали; системний підхід – дослідження національної інфраструктури геоінформаційних даних; дослідження – пошук інформації з поглибленим вивченням матеріалів згідно теми роботи; абстрактно-логічний підхід – здійснення узагальнень та виявлення концепцій побудови роботи; порівняння – співставлення можливостей програмних забезпечень; узагальнення – встановлення загальних властивостей, підведення підсумків роботи; моделювання та аналіз даних - використання математичних моделей та алгоритмів для оптимізації систем водопостачання та водовідведення, враховуючи геопросторові дані; кейс-стаді - дослідження конкретних випадків, таких як гідравлічний удар, зупинка насоса; обробки літературних джерел.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в інтеграції геопросторових технологій для розв'язання конкретних проблем систем водопостачання і водовідведення.

Практичне значення отриманих результатів мають важливе значення у вдосконаленні геоінформаційних систем в інженерних мережах. Створення ГІС і математичної моделі мереж ВП дозволить:

- Провести інвентаризацію мереж, об'єднати всі дані в єдиному комплексі, щоденно оновлювати інформацію про елементи мережі і надалі працювати «не в сліпу»;

- Провести гідравлічне моделювання системи для отримання оптимального режиму роботи;

- За допомогою гідравлічного моделювання коректно підбирати вихідні дані для проектування об'єктів мережі та видачі технічних умов для підключення нових споживачів;

- Грамотно налагодити взаємодію підрозділів підприємства (аварійно-диспетчерський відділ, ВТО, головний інженер);

- На базі розрахунково-інформаційного комплексу побудувати автоматизовану систему управління технологічним процесом.

Апробація одержаних результатів дослідження «Значення та переваги впровадження геоінформаційних систем у водопостачання та розвиток інженерних мереж». Результати дипломного дослідження відображені в публікації наукового семінару.

ЗМІСТ

ВСТУП	Помилка! Закладку не визначено.
РОЗДІЛ 1: РОЛЬ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ У РОЗВИТКУ УКРАЇНИ ТА ЇХ НОРМАТИВНЕ РЕГУЛЮВАННЯ	12
1.1 Створення інфраструктури геопросторових даних як базис просторового розвитку та трансформації держгеокадастру в Україні	12
1.2 Нормативно-правове забезпечення геопросторових даних та інженерних мереж	19
1.2.1 Про національну інфраструктуру геопросторових даних	19
1.2.2 Регулювання діяльності комунальних підприємств пов'язаних з інженерними мережами.....	24
1.3 Важливість геопросторових даних у водопостачанні та водовідведенні ..	27
РОЗДІЛ 2: ЗБІР ТА АНАЛІЗ ГЕОДАНИХ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ.....	36
2.1 Топографо-геодезичне забезпечення інженерних мереж	36
2.1.1 Обґрунтування вибору масштабу картографічних матеріалів.....	36
2.1.2 Методика створення опорних планів підземних комунікацій	37
2.2 Створення та управління геопросторовими базами даних.....	43
2.3 Можливості розрахунково-інформаційного комплексу РІКОМ.....	45
РОЗДІЛ 3: МОДЕЛЮВАННЯ ВОДОПОСТАЧАННЯ, ВОДОВІДВЕДЕННЯ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖОГАСІННЯ	59
3.1 Приклади результатів і аналізу інженерних розрахунків в РІКОМ	59
3.2 Аналіз інженерних мереж в місті Ірпінь	67
3.2.1 Побудова п'єзометричного графіка каналізаційних мереж	67
3.2.2 Моделювання аварійної ситуації в мережі водопостачання	70

3.3 Розміщення точок відбору води із водопровідної мережі населеного пункту для забезпечення надійності пожежогасіння	72
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	80
4.1. Аналіз екологічної небезпеки в сучасному світі	80
4.2. Неправильне землекористування та охорони рекреаційних зон	81
4.3. Методи та заходи захисту навколишнього середовища	82
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ	89
5.1. Перелік небезпечних і шкідливих чинників	89
5.2 Організаційні та конструктивно-технологічні заходи для зниження впливу шкідливих виробничих факторів.....	91
5.2.1 Методи розрахунку природного освітлення	95
5.3 Пожежо- та вибухонебезпека.....	96
5.4 Інструкція з охорони праці при обслуговуванні мереж водопостачання та водовідведення	98
ВИСНОВОК.....	101
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	103
ДОДАТКИ.....	106

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ГІС – геоінформаційні системи

ГІТ – геоінформаційні технології

НІГД – національна інфраструктура геоінформаційних даних

ІГД – інфраструктура геопросторових даних

ВП – водопостачання

ВВ – водовідведення

ЗУ – закон України

ДБН – державні будівельні норми

АСУТП – автоматизована система управління технологічним процесом

СУБД – система управління базами даних

РОЗДІЛ 1: РОЛЬ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ У РОЗВИТКУ УКРАЇНИ ТА ЇХ НОРМАТИВНЕ РЕГУЛЮВАННЯ

1.1 Створення інфраструктури геопросторових даних як базис просторового розвитку та трансформації держгеокадастру в Україні

За майже тридцять років, відколи було сформульовано концепцію, структуру та методологію створення інфраструктури геопросторових даних (ІГД), у більшості країн світу реалізовано програми розбудови ІГД на національному, регіональному та місцевому рівнях. Сучасні ІГД перетворюються на платформи інтегрування усіх ланок виробництва, постачання і використання геоінформаційних ресурсів для прийняття управлінських рішень у різних сферах [5].

Узагальнено можна визначити, що Національна інфраструктура геопросторових даних – це комплексне національне рішення для забезпечення простого, оперативного та ефективного доступу до географічної інформації в мережі геопорталів [5].

Проста у використанні ІГД – це надскладна система, в якій застосовуються найсучасніші інформаційно-комунікаційні технології, сховища геопросторових даних, а її створення і повноцінне функціонування потребують належного правового регулювання, значних фінансових та людських ресурсів, зокрема підготовлених фахівців у сфері сучасних геоінформаційних технологій [5].

Важливим аспектом сучасних ІГД є створення та поширення відкритих даних, доступних для прямого завантаження через корпоративні геопортали наприклад, OpenStreetMap, ESRI тощо. Спостерігається тенденція надання геопросторовим даним, виробленим у державному секторі, статусу відкритих урядових даних для вільного завантаження із офіційних урядових вебпорталів [5].

Обґрунтовано, що наразі в Україні актуалізувалась необхідність впровадження дієвої геопросторової інформаційної системи, від чого залежить як вирішення питань просторового розвитку територіальних громад, так і функціонування Держгеокадастру.

Зосереджено увагу, що все гостріше стоїть питання реальної здатності територіальних громад забезпечувати виконання покладених на них функцій та обов'язків у сфері просторового розвитку та земельних відносин. Наголошено, що значну роль у зазначеному питанні відіграє розбудова національної інфраструктури геопросторових даних [5].

Вітчизняна практика значно відрізняється від концептуальних європейських підходів до розбудови НІГД, оскільки у європейських країнах лиш закріплено обов'язок відповідних органів влади, які мають в своєму розпорядженні певні геопросторові дані, оприлюднювати ці дані в уніфікованих форматах, при цьому надаючи таким даним максимальної доступності та інтероперабельності [5].

Зроблено висновок, що в умовах децентралізованих публічно-владних відносин саме Держгеокадастр повинен займатися утриманням та адмініструванням НІГД, враховуючи специфіку діяльності.

Враховуючи прийняту Концепцію реформування місцевого самоврядування та територіальної організації влади в Україні, набутий в країнах Європейського Союзу досвід використання земельно-майнових ресурсів та просторового розвитку є особливо важливим для України в цілому та особливо для її регіонів. Він є надзвичайно актуальним у контексті перспективи вступу України до складу країн Європейського Союзу [5].

Саме актуальні зміни здійснення повноважень у частині просторового розвитку та земельних відносин, їх розпорошеність суттєво актуалізувало необхідність створення національної інфраструктури геопросторових даних. Так чи інакше це питання досить тісно пов'язане із функціонуванням та подальшою життєдіяльністю Держгеокадастру в Україні [5].

Оскільки одним з пріоритетних напрямів є орієнтація на діджиталізацію та сервісну функцію Держгеокадастру у майбутньому, то актуальним питанням тут

є створення інфраструктури геопросторових даних, що відповідатиме кращим європейським практикам [5].

Метою діяльності міжнародних організацій у сфері управління геопросторовими даними є [5]:

- Обговорення, покращення та координування діяльності з глобального управління геопросторовою інформацією;
- Прийняття спільних рішень та визначення напрямків використання геопросторової інформації в рамках національної і глобальної політики;
- Співпраця з урядами для поліпшення політики, організаційних механізмів та правових рамок НІГД;
- Звернення до глобальних питань та поширення колективного знання;
- Розробки ефективних стратегій для побудови геопросторових потужностей у країнах, що розвиваються;
- Розробка і підтримка відкритих стандартів та нормативів.

1.1.1 Загальна структура та основні компоненти НІГД

Свого часу Україна долучилася до групи європейських країн, які створюють власні інфраструктури геопросторових даних. Це обов'язкова вимога для країн-членів ЄС та країн-кандидатів, які мають намір долучитися до союзу [5].

Створення Національної інфраструктури геопросторових даних (НІГД) – це досить складний і тривалий процес. На початковій стадії, ще у 1991 році, був створений Комітет з питань геопросторових систем (ГІС). Після цього, вже у 2000 році, був заснований українсько-шведський проект щодо інституційної розбудови національного геопорталу, і лише у 2007 році Кабмін затвердив концепцію закону України про НІГД [5].

Перший проект закону про НІГД було подано у 2008 році, однак прийняття базових стандартів ISO для України відбулося аж у 2017 році, і саме тоді була створена Координаційна робоча група з НІГД. Остаточо закон про НІГД був прийнятий у 2020 році.

Національна інфраструктура геопросторових даних (далі — інфраструктура даних) призначена для збирання, обробки, зберігання, поширення та ефективного використання інформації про визначені у певній системі просторово-часових координат об'єкти та явища, яка безпосередньо або опосередковано пов'язана з місцеположенням таких об'єктів на Землі [8].

Ця платформа виникла у зв'язку із запровадженням земельної реформи, яку розпочав президент України у 2019 році. Відкриття доступу до державних даних сприятиме зменшенню рівня корупції та полегшить доступ до послуг, забезпечивши їх більшою зручністю й доступністю.

Робота НІГД передбачає її інтеграцію з такими системами:

- ЄДСБ — Єдина державна система в сфері будівництва
- Прозоро – Державні закупівлі
- НКС – Національна кадастрова система
- ДРРП – Реєстр речових прав
- ЄДР – Реєстр юридичних осіб
- Data.gov – Портал відкритих даних
- Трембіта – національна система електронної взаємодії
- ДГМ – Державна геодезична мережа
- Spending – використання публічних коштів.

Згідно з Законом України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних», НІГД є комплексно організована система, яка включає в

себе організаційну структуру, технічні і програмні засоби, базові та спеціалізовані набори геопросторових даних, метадані, сервіси, технічні стандарти, регламенти, специфікації, необхідні для збирання, оновлення, обробки, зберігання, публікації, використання геопросторової інформації та інших дій, пов'язаних з цими даними [5].

Національна інфраструктура геопросторових даних створюється, функціонує та розвивається на таких принципах [5]:

- актуальності, достовірності, повноти, цілісності, точності, обґрунтованості, офіційності геопросторових даних;
- інтероперабельності та інтегрування геопросторових даних, одержаних з різних джерел;
- безстроковості та безперервності функціонування національної інфраструктури геопросторових даних;
- відкритості геопросторових даних та метаданих;
- інноваційності.

Основні компоненти НІГД

В інфраструктурі геопросторових даних визначаються такі компоненти [5]:

- 1) нормативно-правове та інституційне забезпечення;
- 2) набори базових геопросторових даних;
- 3) набори тематичних геопросторових даних;
- 4) метадані та каталоги метаданих для забезпечення пошуку і доступу до геопросторових даних;
- 5) технічні регламенти і стандарти на геопросторові дані, метадані та геоінформаційні сервіси;
- 6) програмно-технологічні засоби формування і актуалізації геопросторових даних, WEB-картографування – Геопортали (рис. 1.1.1)



Рис. 1.1.1 Загальна структура НІГД

Організаційно-технологічна основа функціонування НІГД

Геопортал визначається як комплекс програмно-технічних засобів, мережових сервісів та сервісів геопросторових даних, що забезпечують відображення в мережі Інтернет геопросторових даних та метаданих, а також доступ користувачів до таких даних [5].

Організаційно-технологічну основу функціонування НІГД складають геопортали, що за допомогою геоінформаційних сервісів взаємодіють в мережі Інтернет:

- національний геопортал;
- геопортали органів виконавчої влади (далі – галузеві геопортали)
- геопортали органів місцевого самоврядування
- геопортали підприємств та локальних територій

Національний геопортал – офіційний геопортал національної інфраструктури геопросторових даних, що забезпечує оприлюднення та доступ до геопросторових даних та метаданих [5].

Національна інфраструктура геопросторових даних складається з мережі геопорталів, що характеризується обміном інформацією на основі спеціалізованих геоінформаційних сервісів. Ці сервіси підтримують об'єднання систем баз геопросторових даних, які можуть мати географічно розподілену структуру, але при цьому функціонують як єдина мережа.

Для власників це означає, що не потрібно переходити всім на одну програмну платформу для підтримки їх поточної інфраструктури геопросторових даних, таких як ArcGIS, QGIS та інші. Вони можуть продовжувати розвивати власні геопортали там, де вони вже існують, або використовувати інші незалежно від вибраної програмної платформи.

Користувачам надається можливість доступу до наборів базових геопросторових даних у масштабах 1:10 000 та 1:50 000, а також до тематичних геопросторових даних, що стосуються об'єктів загальнодержавного значення, разом з метаданими про геопросторові дані та сервіси, які входять до складу національної інфраструктури геопросторових даних на національному геопорталі.

На галузевих геопорталах забезпечується доступ користувачів до наборів тематичних геопросторових даних і метаданих, держателями яких є органи виконавчої влади [5].

На веб-порталах органів місцевого самоврядування - територіальних громад - створюється можливість для користувачів отримати доступ до ретельно узгоджених базових геопросторових даних у масштабах 1:2000 та 1:500, а також до тематичних геопросторових даних і метаданих, що стосуються геопросторових об'єктів, що розташовані на території районів, міст, селищ або сіл, які керуються органами місцевого самоврядування.

На геопорталах підприємств та локальних територій забезпечується доступ користувачів до деталізованих наборів базових і тематичних геопросторових даних і метаданих про геопросторові об'єкти, що розташовані на території

підприємств або інших територіальних об'єктів, виділених за природоохоронними, ландшафтними, планувальними або іншими ознаками, держателями яких є установи, підприємства та організації відповідно до закону [5].

Для забезпечення геопросторовими даними діяльності органів державної влади, органів місцевого самоврядування, окремих галузей економіки та окремих суб'єктів господарювання можуть створюватися та розвиватися відповідні Геопортали геопросторових даних за територіальними (регіональні, міські, районні) або галузевими ознаками (кадастрові, екологічні, транспортно-навігаційні тощо). Усі такі інфраструктури утворюються як складові Національної інфраструктури геопросторових даних з обов'язковим виконанням технічних регламентів і технологічних угод на створення, постачання та використання геопросторових даних, а також щодо задоволення потреб зацікавлених організацій і громадян в геопросторових даних на загальноприйнятих умовах, забезпечення гарантованого рівня якості даних та справедливої системи ціноутворення на послуги [5].

1.2 Нормативно-правове забезпечення геопросторових даних та інженерних мереж

1.2.1 Про національну інфраструктуру геопросторових даних

Розробка та розвиток національної інфраструктури геопросторових даних (НІГД) в Україні потребує не тільки технічної та організаційної роботи, але й встановлення чіткої правової бази, яка буде регулювати норми та правила щодо збору, обробки, збереження та використання геопросторової інформації.

На сьогодні на законодавчому рівні не визначені пріоритети, принципи і напрями реалізації єдиної державної політики у геоінформаційній сфері, що може істотно вплинути на рівень національної безпеки, ефективність діяльності державних інститутів у сучасних технологічних умовах інформаційної підтримки прийняття рішень [20].

Геоінформаційні системи формуються в органах виконавчої влади та органах місцевого самоврядування, кадастрових та інформаційних центрах відповідно до проблемного спрямування, що призводить до збільшення обсягу геопросторових даних, а також витрат, пов'язаних із створенням, супроводженням і використанням таких систем [5].

Необхідно визначити на законодавчому рівні функції органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування, відповідальних за формування і ведення баз геопросторових даних, згідно з єдиними технічними регламентами і стандартами у сфері інфраструктури даних.

Основні аспекти нормативно-правового забезпечення НІГД:

1) Законодавчі акти та стратегічні документи: Україна розвиває законодавчу базу для регулювання сфери геопросторових даних. Серед таких документів — Закони про доступ до публічної інформації, про геодезію, кадастр та земельні відносини, а також стратегічні документи, що визначають політику розвитку цифрової економіки та інформаційного суспільства.

ЗУ «Про доступ до публічної інформації». Цей закон регулює права громадян на доступ до публічної інформації, яка зберігається у державних органах, органах місцевого самоврядування, підприємствах, установах та організаціях, які здійснюють управління об'єктами державної власності чи виконують адміністративні функції. Забезпечує прозорість та відкритість у роботі органів влади, сприяє формуванню правової культури щодо доступу до інформації [17].

ЗУ «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність». Визначає правові основи геодезичної та картографічної діяльності в Україні. Він регулює проведення геодезичних та картографічних робіт, встановлює порядок використання геодезичних мереж, геодезичних та картографічних матеріалів у державних потребах, а також у комерційних цілях [22].

ЗУ «Про Державний земельний кадастр», визначає основні принципи створення, ведення та використання державного земельного кадастру. Закон установлює правові, економічні та організаційні основи діяльності у сфері Державного земельного кадастру [16].

2) Стандартизація та регулювання обміну даними: правові норми визначають стандарти обміну та представлення геопросторових даних для забезпечення їхньої єдиності та сумісності між різними джерелами та системами.

3) Захист конфіденційності та безпеки даних: нормативно-правове середовище містить положення, що стосуються захисту особистих даних, комерційної та конфіденційної інформації, а також механізми забезпечення кібербезпеки геопросторових даних.

4) Ліцензування та регулювання доступу: законодавство визначає порядок доступу до геопросторових даних, управління правами доступу, визначення платних та безкоштовних послуг, що базуються на цих даних.

5) Участь суб'єктів господарювання та громадськості: нормативи враховують участь приватних компаній, наукових установ, громадських організацій у формуванні та розвитку НІГД, визначають механізми співпраці та обміну інформацією.

Сучасні геоінформаційні ресурси створюються в результаті застосування новітніх високих технологій, зокрема дистанційного зондування землі, цифрової фотограмметрії, GPS-вимірювання, використання баз даних та інформаційних комп'ютерних мереж, і мають багатогалузеве походження, багатоцільове і багатогалузеве застосування, а їх виробництво є трудомістким та затратним. Координати мільйонів об'єктів і явищ, які визначаються в єдиному геоінформаційному просторі, становлять геоінформаційні ресурси.

Метою цієї Концепції є визначення шляхів законодавчого врегулювання питання створення та розвитку геоінформаційних ресурсів [20].

Завданнями Концепції є [20]:

- визначення основних принципів державної політики з формування інфраструктури даних;
- удосконалення нормативно-правового та організаційного забезпечення геоінформаційної діяльності, що дасть можливість забезпечити координацію робіт у сфері створення та використання геоінформаційних ресурсів на основі державних стандартів і технічних регламентів в єдиному інформаційному просторі України та його інтеграцію в європейський і світовий геоінформаційний простір;
- розмежування повноважень суб'єктів створення геоінформаційних ресурсів на загальнодержавному та місцевому рівні;
- правове врегулювання питання створення умов для ефективного забезпечення необхідною геопросторовою інформацією органів державної влади та органів місцевого самоврядування, юридичних і фізичних осіб на основі єдиних державних базових наборів геопросторових даних та сучасних інформаційних технологій;
- сприяння на державному рівні формуванню ринку геоінформаційних ресурсів, послуг, систем і технологій з визначенням пріоритетів для вітчизняних виробників геоінформаційної продукції;
- формування національної системи технічних регламентів на основі вітчизняних стандартів у сфері геоінформатики, гармонізованих з міжнародними стандартами;
- забезпечення доступу споживачів до геопросторових даних із застосуванням телекомунікаційних технологій та глобальних інформаційних мереж;
- установлення відповідальності за порушення вимог законодавства у сфері застосування інфраструктури даних, зокрема порядку їх створення і використання, а також за втрату та несанкціоноване знищення таких даних.

У проекті Закону України “Про національну інфраструктуру геопросторових даних” (далі — Закон) необхідно передбачити [19]:

- принципи реалізації державної політики та загальні вимоги щодо формування інфраструктури даних і порядок створення єдиного геоінформаційного простору на основі застосування єдиних технічних регламентів, координатно-інформаційних моделей та базових наборів геопросторових даних на території держави;
- механізм визначення суб’єктів формування інфраструктури даних, їх повноваження, порядок створення та оновлення баз геопросторових даних, організації обміну відповідною інформацією;
- відповідальність за порушення вимог законодавства у сфері застосування інфраструктури даних, зокрема порядку їх створення і використання, а також за втрату та несанкціоноване знищення таких даних.

Очікувані результати:

1) Прийняття Закону сприятиме реалізації державної політики у сфері формування інфраструктури даних, підвищенню рівня нормативно-правового забезпечення геоінформаційної, топографо-геодезичної і картографічної діяльності, в результаті якої створюються геопросторові дані, що використовуються для задоволення потреби держави і суспільства, а також оптимізації суспільних витрат, пов’язаних із створенням, зберіганням та використанням геоінформаційних ресурсів [20].

2) Економічна ефективність формування інфраструктури даних зумовлена підвищенням попиту органів державної влади та органів місцевого самоврядування, а також суб’єктів господарювання різної форми власності і громадян на геопросторові дані [20].

Так, утворення Національної інфраструктури геопросторових даних (НІГД) має стати одним з найбільш ефективних способів задоволення потреб

громадян в усіх видах географічної інформації, підняття ефективності у частині використання геопросторових даних і геоінформаційних технологій у системах підтримки рішень ОДВ, ОМС, як у економічній, так і в соціальній, оборонній, екологічній, науковій сферах [20].

1.2.2 Регулювання діяльності комунальних підприємств пов'язаних з інженерними мережами

Водопостачання та водовідведення є невід'ємними складовими інфраструктури міських та сільських територій, забезпечуючи населення доступом до очищеної води та відведенням стічних вод. Регулювання цих процесів є ключовим для забезпечення якості, доступності та ефективності цих послуг для громади. Регулюванням цієї діяльності займаються комунальні підприємства населених пунктів.

На даний момент, підприємство є одним з ключових учасників господарського обігу і його діяльність регулюється відповідно до Господарського кодексу України, який замінив положення попереднього Закону "Про підприємства в Україні". Згідно зі статтею 62 Господарського кодексу, підприємство - це самостійний суб'єкт господарювання, створений компетентним органом державної влади, органом місцевого самоврядування або іншими суб'єктами для задоволення суспільних та особистих потреб шляхом систематичного провадження виробничої, науково-дослідної, торговельної та інших господарських видів діяльності відповідно до законів. Підприємства можуть створюватись з метою здійснення підприємницької або некомерційної господарської діяльності. У відповідності до цих законів, сформульована концепція комунального підприємства: це самостійний суб'єкт господарювання, що базується на власності відповідної територіальної громади, володіє правами юридичної особи і займається виробництвом, науково-дослідною та комерційною діяльністю з метою отримання прибутку або доходу. Стаття 17 даного Закону включає загальну норму, згідно з якою відносини між органами місцевого самоврядування та комунальними підприємствами, установами та

організаціями, що належать до комунальної власності відповідних територіальних громад, засновані на принципах підпорядкування, відповідальності та підконтрольності органам місцевого самоврядування.

Стаття 1 Закону України про місцеве самоврядування визначає право територіальної громади на володіння, розумне користування та розпорядження майном у своїх інтересах. Місцева рада має право розпоряджатися цим майном від її імені, приймаючи рішення на сесіях. Згідно з Господарським кодексом, орган самоврядування може створювати комунальні підприємства, які діятимуть на основі власності територіальної громади. Засновником такого підприємства виступає відповідний структурний підрозділ виконкому та контролює його діяльність. Кожна комунальна установа чи підприємство мають свій статут, який затверджується місцевою радою і визначає основні аспекти їхньої діяльності, включаючи структуру, повноваження керівника та умови ліквідації. Для отримання статуту можна звернутися до місцевої ради або веб-сайту ради.

Також важливим є дотримання міжнародних стандартів. Вони визначені спеціальними світовими організаціями. Перелік стандартів:

- Перехід від інфраструктури картографічного виробництва до розвитку інфраструктур геопросторових даних;
- Директива INSPIRE – розвиток інфраструктури геопросторової інформації в Європейському союзі (Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE));
- Комплекс міжнародних стандартів ISO 19100 “Географічна інформація /Геоматика”;
- Міжнародні стандарти Open Geospatial Consortium, включаючи OGC Advances Standards for the Built Environment and 3D;

- Проекти Eurogeographics – Європейської асоціації картографо - геодезичних та кадастрових служб [4]. Детально міжнародні стандарти зображені на рисунку 1.2.2.1

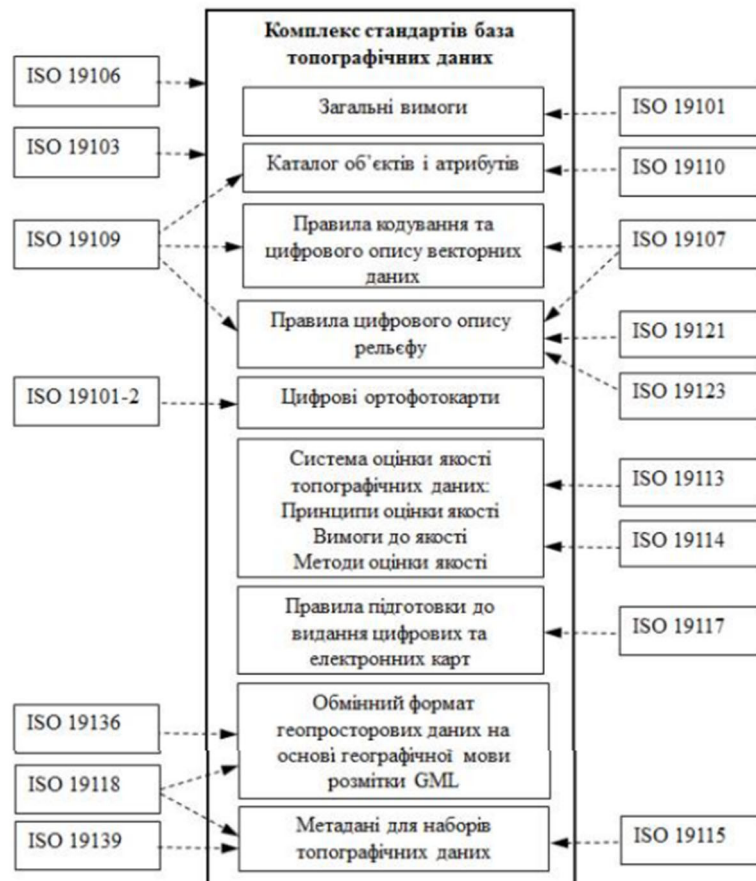


Рисунок 1.2.2.1 – Зв'язки комплексу стандартів база топографічних даних з базовими стандартами серії ISO 19100.

Національну нормативно-правову структуру, пов'язану з сферою питної води та питного водопостачання, охоплюють кілька ключових законодавчих актів. Одним із них є Закон України "Про питну воду та питне водопостачання", який визначає правові та організаційні засади забезпечення населення питною водою. Цей закон регулює якість питної води, встановлює вимоги до систем питного водопостачання, а також визначає права та обов'язки суб'єктів, що здійснюють діяльність у цій сфері [21].

Додатково, важливим законодавчим актом є Закон України "Про водовідведення та очищення стічних вод", який стосується систем водовідведення та стічних вод. Цей закон визначає правила відведення та очищення стічних вод, встановлює вимоги до організації систем водовідведення, а також визначає порядок контролю за станом та якістю очищення стічних вод [15].

Обидва ці законодавчі акти спрямовані на забезпечення відповідної якості питної води та збереження природного середовища шляхом ефективного водовідведення та очищення стічних вод. Вони визначають правила та стандарти у цих галузях, сприяючи створенню безпечних та екологічно чистих умов для життя та господарської діяльності.

1.3 Важливість геопросторових даних у водопостачанні та водовідведенні

Сучасною досягнутою інновацією є використання геоінформаційних технологій у різних галузях економіки, таких як, наприклад, водопостачання великих міст. Вивчення геоінформатики у всьому світі виникло з потреби обробки інформації про земельні території. Ці дослідження мають практичну спрямованість і сприяють швидкому та ефективному впровадженню методів обробки географічної (просторової) інформації через геоінформаційні системи (ГІС).

Геоінформаційні технології спрямовані на спрощення процесу ухвалення управлінських рішень через візуалізацію інформації у формі картографічних матеріалів, які базуються на електронних таблицях та базах даних. Значення таких систем особливо важливе у кризових ситуаціях, коли необхідно оперативно приймати обґрунтовані рішення в обмежений часовий проміжок.

Інтенсивне поширення геоінформаційних технологій пояснюється перш за все їхньою здатністю уявно й наочно відображати всю необхідну для керівництва інформацію. ГІС-технології дозволяють швидко знаходити, узагальнювати та

аналізувати дані, що стосуються конкретних питань. Всі аспекти, такі як інженерні мережі (водопровід, каналізація, газ та інші), будівлі та споруди, системи водопостачання, насосні станції, контроль якості води, ремонтні та попередньо-запобіжні роботи - все це та багато іншого можна ефективно та ілюстративно відобразити за допомогою електронної картографії. Геоінформаційні системи (ГІС) надають можливість миттєво змінювати обстановку на електронній карті, створювати різні сценарії, локалізувати потрібні об'єкти, формувати картографічні матеріали для будь-яких територій, підкреслювати окремі об'єкти, проводити комплексний аналіз за різними критеріями та вирішувати нагальні завдання, включаючи ситуації надзвичайних подій.

Ефективність впровадження геоінформаційних технологій досягається за рахунок:

- зниження собівартості, яке полягає в скороченні простою техніки;
- оперативному реагуванні на аварійні ситуації;
- високої маневреності у впровадженні заходів;
- економії витрат часу фахівців, а саме скорочення термінів узгодження технічної документації;
- оптимізації робіт по заміні фізично зношених мереж;
- усунення помилок при обґрунтуванні організаційних та техніко-економічних рішень;
- запобігання непродуктивних витрат, пов'язаних з підвищенням точності економічних оцінок;
- визначенням потенційного впливу негативних факторів;
- прогнозом тенденцій змін технічних параметрів системи водоканалізаційного господарства;
- підвищенні обґрунтованості технічних та економічних рішень.

Практика виявляє, що в кожному великому місті України необхідно встановлювати більше тисячі приладів обліку холодної та гарячої води в

житлових будинках та установах. Для аналізу цих показників застосовують автоматизовані системи обліку та контролю, які забезпечують надійний обмін даними. По суті, у кожному місті має бути впроваджена система автоматичного обліку та контролю спожитої води абонентами з метою оперативного збору та передачі даних про споживану воду у місті. Ця інформація передається до районних диспетчерських пунктів та служби обслуговування абонентів для подальшої комп'ютерної обробки.

Сучасний розвиток автоматизованих систем передбачає створення електронної карти міста, яка дозволяє ефективно вирішувати оперативні завдання, пов'язані з усуненням пошкоджень на водопровідних мережах. На базі цієї електронної карти вирішуються наступні завдання:

- ведення журналу заявок на пошкодження й ведення заявок на ремонтно-відбудовчі роботи;
- облік витрачених матеріалів, використаних машин і механізмів;
- розрахунок втрат води при ліквідації пошкоджень;
- аналіз пошкоджень на водогінних мережах;
- виявлення ділянок технічно зношених мереж для їхньої адресної перекладки;
- оперативне керування подачею й розподілом води в місті;
- паспортизація водопровідних і каналізаційних мереж, включаючи й об'єкти, розташовані на них.

Створення електронної карти міста відбувається завдяки спеціальній програмі, яка працює в режимі «online». Ця програма дозволяє працювати з багаторівневою електронною картою міста, відображаючи графічно водопровідні, каналізаційні та інші мережі. Вона також вміє розпізнавати функціональні об'єкти, такі як колодязі, підприємства, вулиці, водогони, і забезпечує можливість пошуку за заданими ключовими параметрами (адреса,

назва підприємства, номер колодязя тощо) для швидкого виявлення місць аварій. Створена електронна карта міста використовується для завдань паспортизації інженерних мереж, зокрема водопровідних і каналізаційних. Основна потреба в функціональних можливостях паспортизації полягає у створенні зручного та інтерактивного середовища для роботи з картою міста та базою даних мережі. Необхідно мати змогу шукати та відображати об'єкти за різними параметрами, отримувати інформацію про об'єкти мережі та редагувати графічні дані, включаючи деталізоване зображення колодязів на мапі. Використання геоінформаційних систем суттєво підвищує надійність експлуатації систем водопостачання та каналізації у великих містах.

Проектування систем автоматизованого водопостачання є складним завданням, яке передбачає пошук різноманітних економічних і технічних рішень. Чим складніший об'єкт автоматизації та чим більше завдань визначено для вирішення, тим більше уваги слід приділити передпроектному комплексному аналізу системи. Якісний передпроектний аналіз дозволяє не лише зменшити витрати на проектування, але й створити умови для раціонального управління процесами на всіх етапах створення системи. Це дозволяє забезпечити оптимальні умови для виконання робіт на всіх стадіях розвитку системи, сприяючи ефективному веденню проекту та мінімізації ризиків.

Аналіз ефективності роботи об'єктів та процесів автоматизації спрямований на оцінку ефективності поточної системи управління виробничими процесами. Це включає застосування економічних оцінок для визначення ключових параметрів, таких як продуктивність об'єкта, режим роботи устаткування та контрольовані параметри виробництва. Такий аналіз також оцінює рівень технічного забезпечення процесу контролю та управління, аргументуючи основні завдання для безперервного виробництва. Завдання обираються для конкретних вирішень, визначаються завдання цих рішень і розглядаються можливі шляхи досягнення цих цілей. На цьому етапі можна

розглядати різні варіанти розв'язання. Наприклад, для досягнення мети покращення якості води на очисних спорудах можна застосовувати різні підходи, такі як зменшення швидкості фільтрації води, зміни доз хімічних реагентів, збільшення часу у відстійниках та інші. Також можливе комбінування цих методів. Кожне рішення має свої економічні наслідки, і їх потрібно врахувати при прийнятті рішення.

Попередня економічна оцінка завдань передбачає аналіз структури та зміни собівартості води, яка постачається споживачам. У виборі та аналізі завдань, які вирішують, першочерговим є орієнтування на зниження цих складових собівартості. Такий аналіз важливий, оскільки на етапі техніко-економічного обґрунтування створення автоматизованої системи керування не завжди використовуються показники собівартості.

Визначення необхідних технічних комплексів є ключовим завданням у передпроектному аналізі. Вибір правильних засобів має велике значення для успішності впровадження проекту, строки окупності витрат, надійності експлуатації автоматизованої системи та загальної продуктивності виробництва.

Технічні засоби автоматизації мають відповідати ряду вимог. Вони повинні реалізовувати функціональну структуру системи, забезпечувати її проектне компонування, мати високу ремонтоздатність і можливість розвитку під час експлуатації. Також, вони мають бути придатними для масового виробництва, що означає мінімальну номенклатуру, високий рівень уніфікації та можливість машинного перевірки модулів, блоків, комплексів та інших складових.

Одним з основних критеріїв є висока надійність технічних засобів автоматизації, оскільки від цього залежить безперебійна робота системи та зменшення можливих витрат на ремонт та обслуговування.

Масове використання засобів автоматизації і різноманітність технологічних процесів, що підлягають автоматизації, вимагають розробки

універсальних технічних засобів для локальних підсистем. Ці засоби мають бути багатими на функціональні можливості, щоб через проектування скласти підсистеми для конкретних об'єктів.

Головними функціями локальних АСУТП, є:

- централізований контроль;
- безпосереднє цифрове і супервізорне регулювання технологічних параметрів;
- обмін даними між територіально розосередженими системами;
- програмно-логічне керування;
- ручне та автоматичне впровадження і відображення технологічної інформації.

Існуючий підхід до проектування автоматизованих систем керування передбачає розгляд різних варіантів у виборі проектних рішень. Проте майже жоден існуючий проект таких систем не містить технічного та економічного порівняння різних варіантів рішень. Економічні розрахунки, які зазвичай виконуються для кінцевого (зазвичай єдиного) варіанта проектування системи керування, не завжди забезпечують оптимальний вибір, навіть якщо досягається позитивний економічний ефект.

Це сталося через відсутність рекомендацій, які дозволили б порівнювати два або більше проектних варіанти створення системи, враховуючи особливості кожного об'єкта. Ці варіанти можуть відрізнятися обсягом та характером завдань, які вони вирішують, рівнем охоплення функцій керування, порядком впровадження технологічних елементів та комплексом технічних засобів.

Необхідно розробити рішення для конкретного об'єкта, враховуючи його індивідуальні особливості. Такий підхід передбачає визначення рівня системи автоматизованого керування, який характеризується параметрами: масштабом

охоплення автоматизації об'єктів водопостачання, типом і обсягом завдань, технічними засобами та режимом управління виробництвом.

Аналіз існуючих автоматизованих систем керування показує, що з ростом їхньої функціональності та обсягу вирішуваних завдань ефективність системи в цілому зростає. Це пояснюється тим, що при збільшенні обсягу завдань, які вони вирішують, витрати на експлуатацію змінюються незначно, а використання техніки підвищується в більш високому темпі. Суттєве покращення ефективності роботи автоматизованих систем керування пов'язане з упорядкуванням інформаційної бази виробництва та керування.

Дослідження підтверджують, що зростання сучасних виробничих систем призводить до збільшення кількості використовуваних нормативів і підвищує вимоги до їх якості. Деякі задачі оперативного керування можуть бути вирішені лише за участю нормативів. Наприклад, визначення економії витрат на хімічні реагенти щодо обсягів заощадженої води, оскільки неможливо іншим способом визначити частку економії витрат на хімічні речовини, яку отримують в результаті роботи системи, з загального її обсягу. Те ж саме стосується визначення економії витрат на електроенергію і витрат, зумовлених скороченням кількості пошкоджень. Нормативи грають значну роль при оцінці економічних результатів роботи діючих систем.

Результати аналізу передпроектної фази не тільки вказують на вибір можливих варіантів створення систем та їхню економічну вигідність. Інформація, отримана на цьому етапі, може бути застосована для вирішення складніших завдань у сфері автоматизації, покликаних моделювати виробничі об'єкти та прогнозувати процеси їхнього розвитку.

Отриманий досвід підкреслює важливість створення єдиної системи реєстрації прав на нерухоме майно, що базуватиметься на єдиній платформі, об'єднуючи існуючі кадастрові реєстри в країні. Порівняння з досвідом європейських країн відображає процеси централізації та уніфікації

геопросторових даних, які варто враховувати і упевнено прийнято Україною. Одночасно, такі зміни можуть спричинити перегляд функцій Держгеокадастру.

Згідно з прогнозованими напрямками розвитку Держгеокадастру, які висловлюються на центральному рівні, головним напрямком його реформування стане відокремлення контролюючих функцій і розподіл їх між структурними підрозділами обласних державних адміністрацій, територіальними органами Державної екологічної інспекції та Об'єднаними місцевими самоврядуваннями територій. Щодо самого Держгеокадастру, його функції переважно обмежаться наданням сервісних послуг, планується, що вони будуть доступні у режимі онлайн.

Звернення до важливого вектору розвитку та поточного запитання щодо функціонування Держгеокадастру в сучасний період охоплює створення Національної інфраструктури геопросторових даних, що є актуальним. В дослідженнях широко обговорюється, хто має відповідати за утримання та адміністрування НІГД: Держгеокадастр чи Державне агентство з питань електронного урядування України. З урахуванням специфіки функцій, доцільно надати цю функцію Держгеокадастру.

Висновки до розділу

Розглянувши перспективи створення інфраструктури геопросторових даних, можна визначити, що це є ключовим фактором для прискорення просторового розвитку України. Трансформація державного геокадастру відображає початок нового етапу інтеграції геоданих у всі сфери державного управління, що є важливим кроком до створення ефективної системи адміністрування територій.

Розглядаючи національну інфраструктуру геопросторових даних та її роль у нормативному забезпеченні, виявлено, що це є необхідним кроком для стандартизації та об'єднання геоданих. Це надає можливість ефективніше використовувати ці дані в управлінні та плануванні.

Аналіз регулювання діяльності комунальних підприємств, пов'язаних з інженерними мережами, свідчить про необхідність більш прозорої та узгодженої системи правового регулювання для забезпечення ефективності та безпеки таких інженерних систем.

Оптимізація водопостачання та водовідведення процесів через використання геоданих принесе значний внесок у сталі розвиток та екологічну безпеку.

РОЗДІЛ 2: ЗБІР ТА АНАЛІЗ ГЕОДАНИХ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ

2.1 Топографо-геодезичне забезпечення інженерних мереж

2.1.1 Обґрунтування вибору масштабу картографічних матеріалів

Вихідним картографічним матеріалом для створення ГІС-технологій інженерних комунікацій є топографічні плани, плани інженерних комунікацій.

При виборі масштабу плану виходять головним чином від повноти його змісту (передачі характерних точок згинів і зломів). Найбільш дрібні зломи і стрілки згину на місцевості позначимо a , м, тоді висувається умова, щоб їх зображенню на плані відповідало b , мм [1].

Масштаб плану буде визначатися за формулою

$$1/M=0,001b/a \quad (2.1.1.1)$$

Переважно в практичному використанні b дорівнює 1 або 2 мм, відповідно для $a = 1$ м необхідно план масштабу 1:1000 або 1:500.

Дослідження точності вимірювання віддалей на планах показали, що середня квадратична помилка цих вимірювань дорівнює $m_c = 0,08$ мм, в гірших умовах вона становить $m_c = 0,1$ мм.

Таким чином, гранична точність масштабу характеризує точність вимірювання віддалей на планах, складених в тому чи іншому масштабі. Вона показує вплив на точність плану тільки в тому розумінні, що середня квадратична помилка вимірювання віддалей на плані не буде меншою від граничної точності масштабу плану [1].

Точність плану характеризується середньою квадратичною помилкою і вимірювання віддалей на ньому.

Вона залежить від середньої квадратичної помилки знімання m_1 побудови в процесі знімання m_2 (на польовому оригіналі), польового викреслення m_3 , генералізації m_4 , робіт по складанню плану m_5 , оформленню плану m_6 , видання плату m_7 , деформації плану m_8 і вимірювань на плані m_9 . Якщо знехтувати діями систематичних помилок і кореляційним зв'язком випадкових помилок, то

$$m^2 = m_1^2 + m_2^2 + m_3^2 + m_4^2 + m_5^2 + m_6^2 + m_7^2 + m_8^2 + m_9^2 \quad (2.1.1.2)$$

Враховуючи, що $m_1 = m_2 = m_3 = m_6 = m_9 = m_c$ і $m_4 = m_5 = m_7 = m_8 = 2m_c$, тоді

$$M = m_c \sqrt{21} \approx 4.6m_c$$

Прийнявши, що $m_c = 0.08$ мм, знайдемо $m = 0.37$ мм ≈ 0.4 мм. Гранична помилка, обчислена з довірчими ймовірностями 0.95 і 0.997, буде $\Delta = 2 m = 0.8$ мм і $\Delta = 3 m = 1.2$ мм. В камеральних умовах m досягає 0.5-0.6 мм, а в польових -1 мм [1].

Відповідно зростають граничні помилки вимірювання віддалей на планах. Якщо вважати допустиму помилку положення інженерних комунікацій на місцевості, рівною δ м, тоді масштаб необхідного плану визначається за формулою

$$1/M = 0.001 \Delta/\delta. \quad (2.1.1.3)$$

2.1.2 Методика створення опорних планів підземних комунікацій

Практика в експлуатації підземних комунікацій показала, що найбільш надійним джерелом інформації є плани підземних комунікацій в М 1:500. На основі вищезазначеного розробляються електронні плани, особливо векторні опорні плани М 1:500. При складанні таких опорних планів допускаються два відхилення від стандартів: не повністю дотримуються умовних топографічних позначень, змістовне значення яких переноситься в семантичну частину БД, і не передбачається, без додаткової обробки, видача інформації у вигляді топографічного планшета [1].

Місцеві топографічні плани міст в Україні зазвичай зберігаються в органах місцевого самоврядування, зокрема у відділах містобудування, архітектури та управління екології та природних ресурсів місцевих рад, а також у спеціалізованих організаціях, що займаються плануванням міст. Іноді такі дані можуть бути доступні в місцевих архівах, бібліотеках чи в установах, що займаються зберіганням інформації про міста та їх розвиток. Для отримання конкретної інформації про доступ до місцевого топографічного плану міста в

Україні рекомендується звернутися безпосередньо до відповідних місцевих органів або архівів [1].

Перетворення одного планшета з паперового (лавсанового) вигляду в цифровий (векторний) по часу займає 5-16 люд./год. По розподілу воно складає

- [1]:
- будинки, споруди і вулично-дорожна мережа - 19,6 %;
 - енергетичні комунікації 17,3 %;
 - водопровідні комунікації - 14,1 %;
 - каналізаційні, дренажні, стічні - 16,3 %;
 - газові комунікації (високого, середнього, низького тисків) - 13,8 %;
 - теплові комунікації - 10,0 %;
 - телекомунікаційні комунікації - 8,9 %.

Для великих населених пунктів процес перетворення може досягати декількох років (2-4 роки), залежно від кількості планшетів.

Оптимальне вирішення - це розподіл БКД і організація окремих відомчих центрів підготовки і обробки даних на базі комунальних підприємств.

На основі досліджень можна зробити висновок, що процес відношення об'ємів інформації галузевих кадастрів становить 15% топографічної бази і 85 % семантичної бази. На основі електронних опорних планів М 1:500 створюються геоінформаційні системи різного призначення, в тому числі для експлуатаційних організацій. Процес створення електронного плану такий [1]:

- необхідно провести введення масиву інформації по підземних комунікацій шляхом векторизації розташуванню растрової підоснови;
- перевірити координатну прив'язку;
- корекція функціональних відношень;

- ввід атрибутивної інформації (діаметр, класифікація по тиску, матеріал, глибина закладання, тип ґрунту тощо).

Для вирішення цих завдань пропонуємо сучасне геодезичне обладнання (електронні рулетки і трасошукачі), комп'ютерне обладнання, спеціальне програмне забезпечення типу AutoCad, MapInfo, ArcInfo, AutoMap, QGIS, Arcgis, РІКОМ та ін. Розробниками програмних продуктів створена технологія фонду цифрових матеріалів: конвертація у векторний топологічний формат цифрових планшетів, розроблена структура паспорту цифрової картографічної інформації, апробована технологія зйомок на тестових ділянках і створення по них баз для інтеграції в міський цифровий геофонд [1].

Дані польових вимірювань рекомендуємо обробляти за допомогою програми QGIS. QGIS (Quantum GIS) - це безкоштовне і відкрите програмне забезпечення для геопросторового аналізу, обробки картографічних даних та візуалізації. У QGIS має можливості для обробки польових вимірювань, таких як зчитування та візуалізація даних, підтримує широкий спектр форматів геоданих, таких як Shapefile, GeoJSON, GPX тощо. Маємо інструменти для обробки геоданих, можливість імпортувати дані з польових вимірювань у програму для відображення на картах, виконувати геопросторовий аналіз, створювати та редагувати векторні та растрові шари, виконувати геообробку, розміщувати зони інтересу тощо. Фінальною частиною є створення картографічних звітів та візуалізація на основі оброблених даних [1].

Основні недоліки при камеральній обробці польових вимірювань - відсутність засобів для обробки даних, отриманих із різних джерел (електронних і звичайних тахеометрів), засобів для традиційних методів обробки (розрахунок тахеометричних ходів, визначення нев'язок та ін.).

Кожний тип об'єкта повинен мати набір графічних і семантичних атрибутів. Графічні атрибути - колір (контур і заливки), стиль і товщину лінії, вид умовного знака, масштабний коефіцієнт. Середня помилка нанесення

зображення на плани не повинна перевищувати 0,5 мм (без урахування помилки складання вихідних планів) [1].

Векторні контури не повинні виходити за межі вихідних растрових контурів, а в загальному вигляді направлені по осі растрової лінії. Векторні файли, отримані шляхом побудови по результатах польових зйомок, повинні відповідати вимозі СНиП 1.02.07-87, пункт 2.137. Граничні помилки при взаємному розташуванні на плані закоординованих точок і основних кутів повороту інженерних комунікацій, розташованих один від одного на віддалі до 50 м, не повинна перевищувати 0,4 мм на плані [1].

Сьогодні основним технологічним вирішенням в усьому світі стає об'єднання растрової і векторної графіки. Технологічний процес у загальному випадку може мати такий вигляд [1]:

- залежно від формату сканера всі планшети скануються цілком чи вроздріб;
- обробляються растрові образи планшетів (обрізка зарамкового оформлення чи зшивка з нарізкою на більш дрібні частини, геометрична трансформація растра);
- здійснюється чищення і підвищення чіткості растра;
- здійснюється реєстрація растрових файлів у місцевій системі координат та створюється єдине растрове поле шляхом розміщення кожного планшета "на своєму місці" із прив'язкою по кутах із наступною зшивкою або без неї (враховуються похибки скапування, збереження і ведення планшетів) [1].

В результаті впровадження такої технології для перегляду і вивчення постійно доступне все поле населеного пункту (по внутрішній комп'ютерній мережі комунальних служб з відповідним розв'язанням проблем обмеження доступу таємності), планшети можна роздрукувати цілком, якщо плотер дозволяє (правда, без зарамкового оформлення, оскільки воно відрізане), чи

частинами комбіноване, а також вирізувати частину растра на необхідну територію поза залежністю від її форми і площі видати файл для споживача інформації. Матеріали інвентаризації інженерних комунікацій та планшети становлять інформаційну основу ГІС. Багато проблем створює відсутність у населених пунктах нормативної бази для наведення порядку в адресному господарстві. Прив'язка до єдиної просторової моделі населеного пункту для різних користувачів може здійснюватися по адресу або координатах [1].

Роботу розпочинають з детального обстеження місцевості: проводять обміри будівель, вулиць, газонів, поетапно викопують обміри та обстеження інженерних комунікацій. Отримані дані документують за технічною документацією. Обстеження комунікацій, люків, колодязів, камер, підстанцій проводять сумісно з представниками експлуатаційних організацій. Обміри пропонуємо виконувати трасошукачем, діаметрометром, щупом кутником, електронною рулеткою тощо [1].

Стосовно інженерних комунікацій вказуються (матеріал, діаметр труб, рік закладання, глибина, наявність колодязів, запірної арматури, процент зносу, довжина ділянок).

Маючи реальні графічні і атрибутивні дані можна проводити аналітичні роботи по плануванню та контролю планово попереджувальних та капітальних ремонтів інженерних комунікацій і споруд.

Технічні обстеження можна проводити за допомогою додатку QField.

QField - це безкоштовне та відкрите програмне забезпечення, яке призначене для збору даних на місцевості на мобільних пристроях. Він є додатком для QGIS. Основна мета QField полягає в тому, щоб забезпечити можливість збору даних на місцевості у вигляді векторних даних, шарів та зображень, а також взаємодії з QGIS для обміну даними.

Функції та можливості QField:

Збір даних на місцевості: QField дозволяє користувачам збирати дані на місцевості, використовуючи мобільні пристрої, такі як смартфони та планшети. Це надає можливість збору даних в реальному часі та взаємодія з ними на місці роботи.

Інтеграція з QGIS: QField пов'язаний з QGIS, надає можливість обмінюватися даними між мобільними пристроями та робочими станціями. Це дозволяє користувачам працювати з одними й тими ж даними на різних пристроях.

Підтримка векторних даних та зображень: можливість збирати не тільки векторні дані, але й зображення. Це особливо корисно для збору геопросторових даних, таких як фотографії, які можуть бути пов'язані з конкретними географічними об'єктами.

Вибіркове збирання даних: дає змогу збирати тільки необхідні дані на місці події, що допомагає оптимізувати процес збору даних та економити час.

Підтримка різноманітних форматів даних: QField підтримує різноманітні формати даних, що дозволяє імпортувати та експортувати дані в різних форматах для подальшого аналізу.

Додаток QField є надзвичайно корисним інструментом для використання на місці події, де важливо збирати точні та актуальні географічні дані. Він надає можливість геодезістам, екологам, географам та іншим спеціалістам збирати дані безпосередньо на місці роботи, уникнувши необхідності повертатися до робочої станції для збору даних. Це ефективно збільшує продуктивність, сприяє зменшенню помилок та дозволяє швидше реагувати на зміни у внесенні даних.

2.2 Створення та управління геопросторовими базами даних

Інформаційне моделювання бази інженерних мереж

При створенні комплексу програм, що опрацьовують інформацію, визначенню алгоритмів програм завжди передують визначення інформації цієї предметної області, що підлягає зберіганню і машинній обробці [1].

Спочатку, аналізуючи цю інформацію, пропонуємо розбивати її на логічні записи, компонуємо їх у файли. У загальному випадку кожен файл може складатися з логічних записів декількох типів. Потім задається упорядкування логічних записів у файли, що встановлює відповідні відношення між логічними записами. Іншими словами, задається логічна організація інформаційної бази [1].

При розробці програми враховується, які файли, логічні записи поля в цих записах використовуються.

В описаному процесі вже очевидно застосовувалося декілька рівнів уявлення інформаційної бази. При переході до СУБД різноманітні рівні уявлення інформаційної бази стають очевидними. Вперше ідея багаторівневого уявлення інформаційної бази була висловлена групою ANSI/X3/SPARC, що запропонувала роздивлятися наступні три рівні: концептуальний, внутрішній зовнішній [1].

На концептуальному рівні задаються описи інформаційної бази, що являють собою інтегроване уявлення даних із позицій предметної області. На внутрішньому рівні визначається спосіб уявлення даних у пам'яті ЕОМ. На зовнішньому рівні опис інформаційної бази відповідає уявленню про дані з позицій ПП або зовнішніх користувачів БД [1].

Зазначимо, що опис інформаційної бази, що відповідає концептуальному рівню уявлення, може бути заданий явно (незалежно від інших описів) або неявно (спільно з іншими описами). Оскільки при введенні концептуального рівня не обумовлювалося, у яких термінах дається опис на цьому рівні, вважатимемо, що на концептуальному рівні здійснюється формалізований опис

інформаційної бази, що відповідає інтегрованому її уявленню з позицій предметної області в термінах конкретної СУБД [1].

Звідси випливає, що на концептуальному рівні сама інформаційна база описується по-різному засобами різноманітних СУБД.

На початковому етапі проектування інформаційної бази розробник ще не може знати, яка СУБД задовольнить вимоги утворюваного банку даних (БНД). Тому при проектуванні вводиться ще один рівень опису інформаційної бази, на якому можна було б задати опис інформаційних сутностей предметної області в термінах, не пов'язаних ні з якою конкретною системою. Цей додатковий рівень опису інформаційної бази називатимемо інформаційно-логічним (інфологічним). Модель предметної області на інфологічному рівні вказує, що має містити й опрацьовувати проектована система, не торкаючись поки що питань, як це буде реалізовано. Інформаційна база реалізується через описи на концептуальному і внутрішньому рівнях [1].

Моделі інформаційної бази на інфологічному, концептуальному, внутрішньому і зовнішньому рівнях будемо називати інфологічною, концептуальною, внутрішньою і зовнішньою моделями відповідно, а описи цих моделей – інфологічною, концептуальною, внутрішньою і зовнішньою схемами інформаційної бази [1].

На першому етапі здійснюється відображення в інфологічну модель. Потім, після вибору СУБД, інфологічна модель відображається в концептуальну, а та, у свою чергу, у внутрішню і зовнішню моделі інформаційної бази. Усі аналізовані відображення повинні бути гомоморфними.

Усі системи, що розроблюються, можуть бути двох типів: системи оперативної обробки та інформаційні системи. Особливість систем оперативної обробки полягає в тому, що вони дозволяють одержувати відповіді на заздалегідь визначений і обмежений клас питань на відміну від інформаційних систем, які

повинні давати відповіді на заздалегідь не визначені або не строго сформульовані питання [1].

Розглядається проектування систем оперативної обробки, тобто інфологічна модель, що розроблюється, буде орієнтована на додатки, обумовлені при її розробці. Це не означає, що на наступних стадіях розвитку системи не можна буде вводити нові додатки; програми (підсистеми), що реалізують ці нові додатки, можуть виконуватися, але, можливо, із меншою ефективністю, оскільки вони не були враховані при розробці інфологічної моделі [1].

Інфологічна модель визначає інформаційні потреби проектованої системи і характеристики інформаційної бази. Ці зведення використовуються при виборі СУБД. Після вибору СУБД стає можливим конструювання концептуальної, внутрішньої і зовнішніх моделей інформаційної бази [1].

Архітектура СУБД припускає окремі описи концептуальної і внутрішньої моделей. Опис концептуальної і внутрішньої моделей імітується схемою БД.

Опис зовнішньої моделі часто називають підсхемою. Цей термін використовується поряд із терміном "Зовнішня схема". Крім того, термін "підсхема" використовується для позначення програмного модуля, що підтримує відповідну зовнішню схему й забезпечує зв'язок ПП із СУБД. Одна підсхема може бути використана однією або декількома ПП. Для завдання підсхеми застосовуються схема БД і алгоритми відповідних прикладних програм (додатків) [1].

2.3 Можливості розрахунково-інформаційного комплексу РІКОМ

Програмне забезпечення (ПЗ) РІКОМ пропонує широкий спектр рішень для організації і управління базами даних, а також даними у векторному або растровому форматі.

До операцій з растровою документацією відносяться: картографія (відображення планшетної документації в погодженій системі координат, перехід з однієї системи координат до іншої, імпорт/експорт картографічної

інформації до форматів міжнародних стандартів GeoTIFF, тощо), медіа-файли (відображення фото або відео матеріалів об'єктів). Розрахунково-інформаційний комплекс використовує векторні дані для візуалізації інженерних мереж і об'єктів на них, а також картографічних елементів. ПЗ РІКОМ забезпечує організацію топологічних зв'язків між векторними даними, таким чином інженерні мережі складають монолітну структуру. Векторні дані можуть бути легко імпортовані або експортовані до основних світових форматів обміну даних. Для зберігання, редагування і управління текстовими даними ПЗ РІКОМ використовує базу даних PostgreSQL, що дозволяє оперувати великими об'ємами даних і забезпечувати високу швидкість операцій.

Організація даних в ПЗ РІКОМ зручна, проект складається з шарів, що діляться на категорії:

1. Картографії,
2. Рельєф,
3. Мережа водопостачання (шар з інженерними розрахунками),
4. Мережа водовідведення (шар з інженерними розрахунками),
5. Технічний шар (для відображення даних, які не відносяться до шарів інженерних розрахунків).

Шари інженерних мереж містять графічні відображення елементів та об'єктів мережі. База даних дозволяє зберігати інформацію про властивості кожного графічного елемента та об'єкта, які можна переглянути або відредагувати відкривши відповідний паспорт. Кожен елемент вже містить стандартну інформацію про мінімальні дані, які необхідно зазначити, щоб виконати інженерні розрахунки. Паспорт кожного об'єкту можна модифікувати додавши інформаційні поля, або змінивши схему відображення паспорта.

ПЗ РІКОМ має клієнт-серверну архітектуру, що дозволяє одночасно вносити інформацію в програмне забезпечення декільком користувачам. Такий підхід збільшує швидкість розбудови комплексу.

Картографія

Шар картографії призначений для відображення картографічної документації в погодженій системі координат і забезпечення можливості переходу з однієї системи координат в іншу (наприклад з UCS-2000 до WGS84 і навпаки). Приклад організації картографічних даних показано на Рис. 2.3.1.

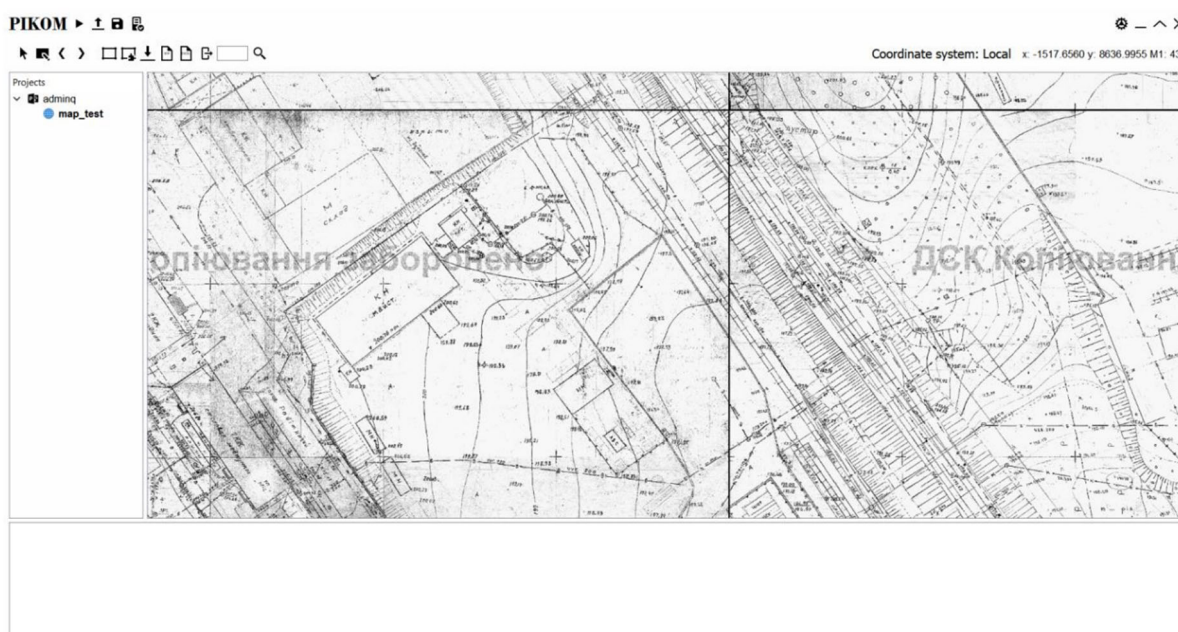


Рис. 2.3.1. Фрагмент карти міста

Шар картографії дозволяє працювати з всіма популярними растровими форматами (bmp, jpeg, jpg, png, tiff). Головним форматом для роботи з картами в ПЗ РІКОМ є GeoTIFF. Для підвищення оперативності відображення ПЗ РІКОМ рекомендує провести конвертацію файлів в GeoTIFF за допомогою вбудованої опції конвертації. Ще одним аргументом в бік конвертації є подальше спрощення публікації картографічних даних на геосервері.

Головна мета шару картографії в погодженій системі координат - допомога в докладній локалізації графічних об'єктів в просторі, що значно спрощує комунікацію між відділами експлуатуючого підприємства.

Векторні дані

Векторні дані в ПЗ РІКОМ діляться на дві категорії: лінія і вузол. До лінійних об'єктів відносяться трубопроводи або канали. До вузлових об'єктів відносяться засувки, насоси, камери, тощо. В окремих шарах (шар рельєфу і технічний шар) ПЗ РІКОМ реалізує відображення полігонів, Рис. 2.3.2

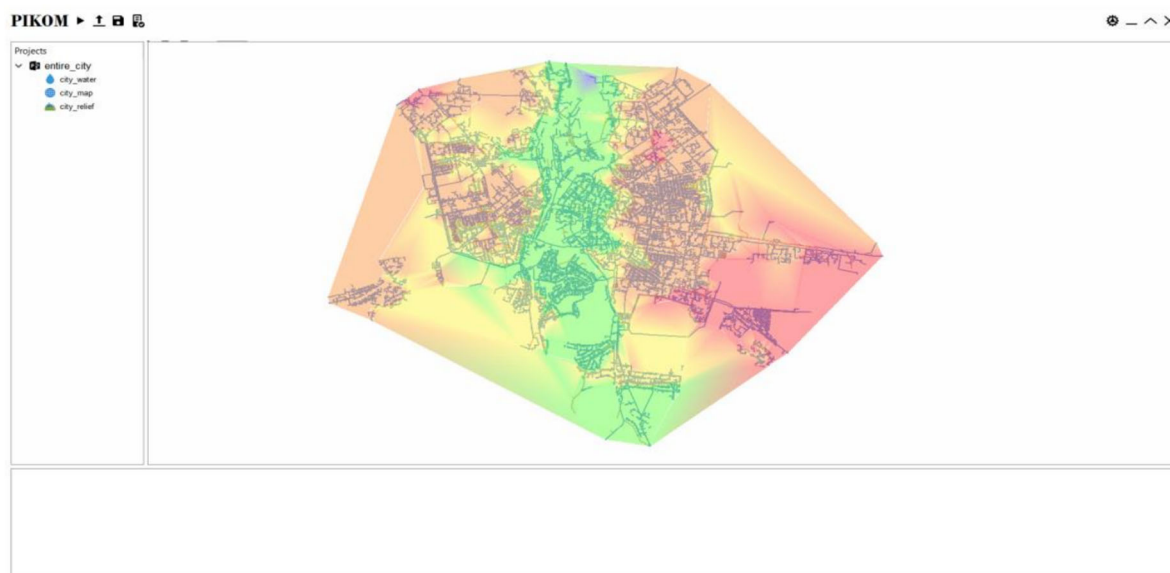






















Рис. 2.3.2 Шар рельєфу в формі полігонів (триангуляція Делоне)

Кожен з шарів інженерних розрахунків містить свої графічні об'єкти, правила їх зв'язності.

Векторні дані мереж водопостачання

Для відображення мережі водопостачання ПЗ РІКОМ пропонує наступні елементи:

1. Джерело водопостачання ,
2. Контррезервуар ,
3. Трубопровід ,
4. Споживач ,

5. Вузол , радіальна  і прямокутна камера ,
6. Засувка ,
7. Регулятор тиску ,
8. Зворотній клапан ,
9. Регулятор витрати ,
10. Насос ,
11. Пожежний гідрант ,
12. Манометр , витратомір , фільтр ,
13. Водопровідна колонка , вантуз ,
14. Мембрана , пневмобак .

Приклад відображення мережі водопостачання показано на Рис. 2.3.3

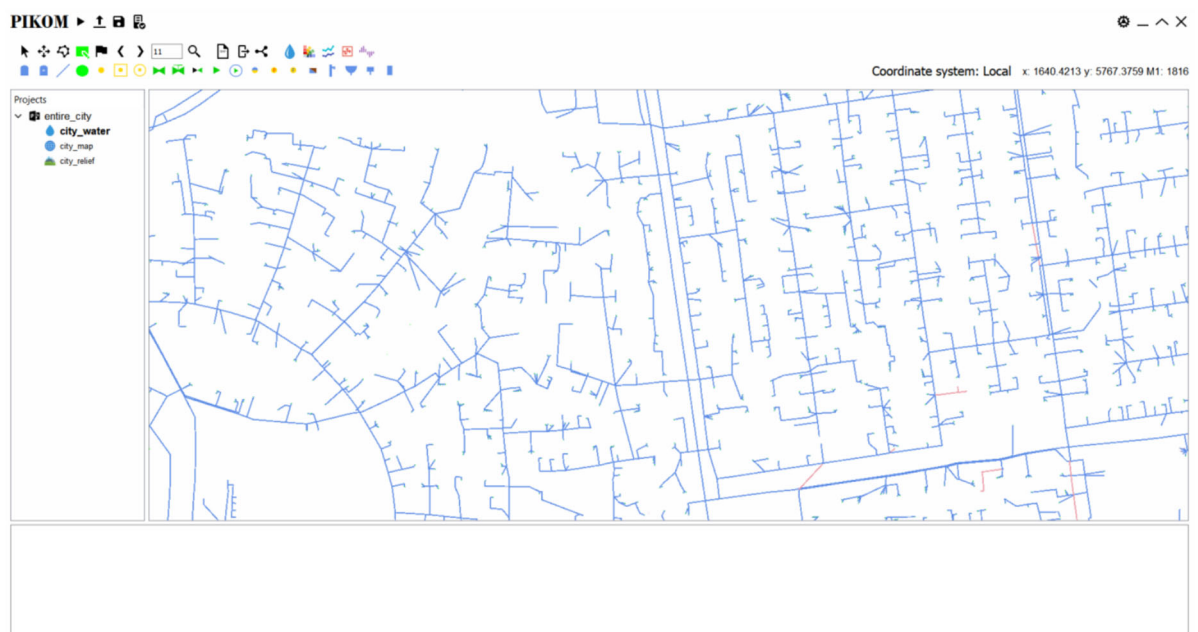


Рис. 2.3.3 Векторне представлення мережі водопостачання

Кожен графічний об'єкт має власний паспорт, який містить інформацію про фізичні властивості об'єкта. Приклад паспорта об'єкта показано на Рис. 2.3.4

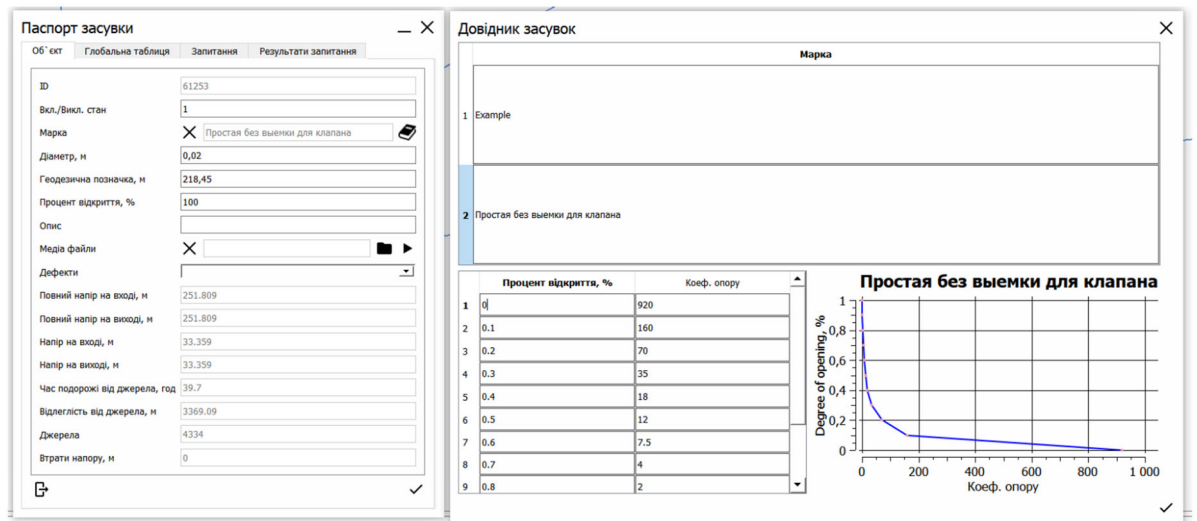
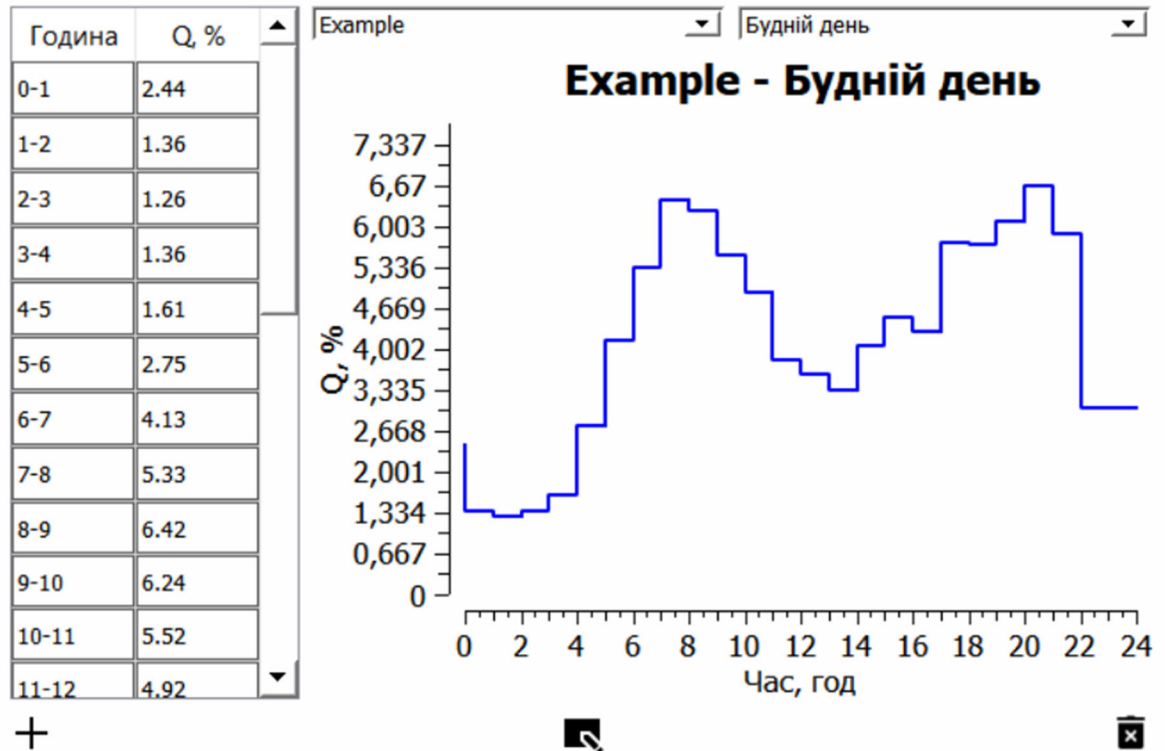


Рис. 2.3.4 Паспорт засувки і довідник засувок

Крім того, деякі (наприклад насоси, засувки, споживачі) об'єкти мають довідники, що дозволяють моделювати поведінку елемента в залежності від фізичних параметрів, які впливають на елемент. Так, наприклад, на Рис. 2.3.5 представлено приклад довідника насосів і споживачів, за допомогою яких визначається напір в залежності від витрати і витрата в залежності від дня і години моделювання відповідно.

Довідник споживачів



Довідник насосів

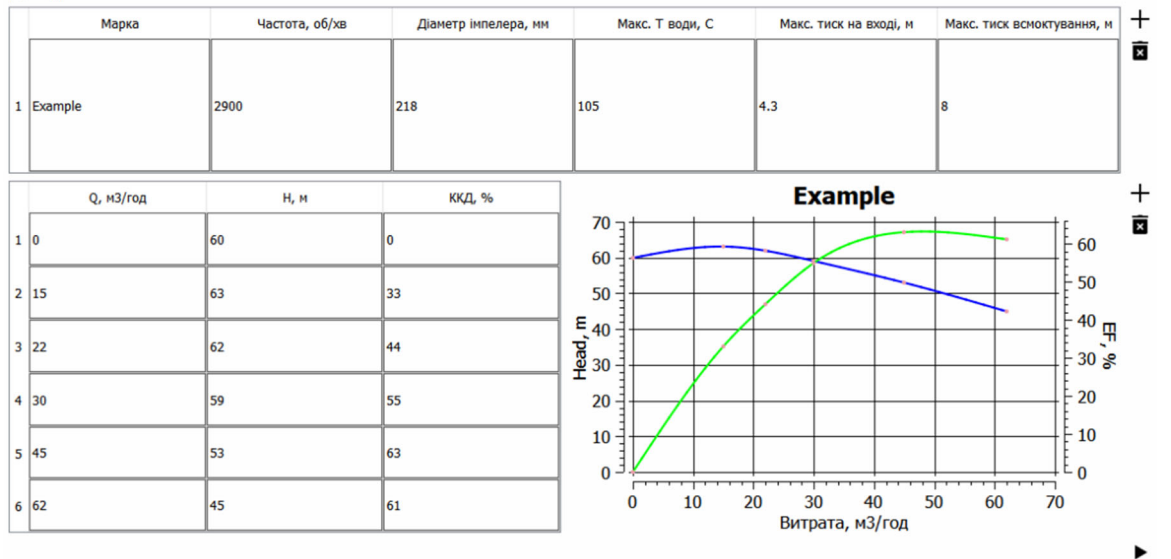














Рис. 2.3.5 Довідник насосів і споживачів

ПЗ РІКОМ також дозволяє моделювати насоси не використовуючи Q-H характеристики, а зазначивши статичне значення напору після насоса (у випадку якщо проводилися модифікації робочого колеса і насос не працює згідно заводських параметрів або використовується частотне регулювання насоса).

Заповнені дані паспортів і топологічні зв'язки елементів далі використовуються під час гідравлічного моделювання мереж водопостачання або моделювання гідравлічного удару.

Векторні дані мереж водовідведення

Для відображення мережі водовідведення ПЗ РІКОМ пропонує наступні елементи:

1. Випуск з будинку ,
2. Каналізаційний канал ,
3. Дощоприймач ,
4. Резервуар ,
5. Шибер/засувка ,
6. Насос ,
7. Випуск ,
8. Вузол , радіальна  і прямокутна камера ,
9. Площа стоку , дощ .

Елементи шару водовідведення також містять довідники, наприклад: випуск, резервуар і випуск з будинку має довідник - графік, який містить інформацію про витрату стоків в залежності від дня і години моделювання; насос – напір в залежності від витрати стоків; площа стоку – коефіцієнти інфільтрації в залежності від типу поверхні; дощ – інтенсивність дощу в залежності від години моделювання.

Крім того, ПЗ РІКОМ містить вбудовані інструменти для формування площ стоку використовуючи триангуляцію Делоне і аналіз геодезичних позначок

вузлових елементів. Під час моделювання дощу ПЗ РІКОМ використовує просторовий аналіз, який не бере до уваги площі стоку, границі яких не перетинаються з зазначеною площиною дощу. Ще однією особливістю ПЗ РІКОМ є можливість моделювання каналів довільних форм, які зручно можна створити в спеціальному вбудованому редакторі.

Програмні забезпечення для створення ГІС мереж ВП

В ГІС розрахунково-інформаційні комплекси мереж водопостачання проводяться в різних програмних продуктах (рис. 2.3.6), всі вони мають відмінні можливості.



Рис. 2.3.6 Програмні забезпечення для мереж ВП та ВВ

Тому проведемо аналіз програмних забезпечень, які дають змогу обробляти мережі водопостачання та водовідведення табл. 2.3.1

Порівняльна таблиця

Інтерфейс користувача	
Програма	Наявність української мови
	+
	-
 (BentleyMap+Bentley WaterGEMS)	-
	+
EPANET	-
SWMM5	-
Необхідність створення	
	Заздалегідь створена база даних з усіма елементами мережі
	Необхідність створення бази даних.
 (BentleyMap+Bentley WaterGEMS)	Необхідність створення бази даних.
	Необхідність створення бази даних.
EPANET	Працює тільки з локальним файлом.
SWMM5	Працює тільки з локальним файлом.
Багатокористувацький режим	
	Дані відразу в базі даних
	Необхідність передачі та узгодження даних. MU-локальна

 (BentleyMap+Bentley WaterGEMS)	Необхідність передачі та узгодження даних. Тільки інформаційний комплекс.
	Налаштування мережі для роботи з БД.
EPANET	Локальна
SWMM5	Локальна
Зв'язність елементів інженерної мережі	
	Налаштовані правила і топологія мережі.
	Необхідне налаштування правил зв'язності.
 (BentleyMap+Bentley WaterGEMS)	Зв'язність тільки через панель прив'язок.
	Зв'язність тільки через панель прив'язок.
EPANET	Зв'язані
SWMM5	Зв'язані
Робота з картографічними даними	
	Повноцінна робота з вектором, растром та даними з відкритих джерел.
	Повноцінна робота з вектором, растром та даними з відкритих джерел.
 (BentleyMap+Bentley WaterGEMS)	Відсутня можливість підключення даних з відкритих джерел
	Повноцінна робота з вектором, растром та даними з відкритих джерел.
EPANET	Тільки один растр
SWMM5	Тільки один растр
Інформаційний блок	
	Всі елементи передналаштовані. Обмеження по кількості полів відсутні.

	<p>Необхідність створення зовнішнього вигляду елементів в ArcGIS.</p>
	<p>Необхідність створення зовнішнього вигляду елементів в BentleyMAP.</p>
	<p>Необхідність створення зовнішнього вигляду елементів.</p>
<p>EPANET</p>	<p>Обмежений атрибутивний склад даних та елементів мережі</p>
<p>SWMM5</p>	<p>Обмежений атрибутивний склад даних та елементів мережі</p>
	<p>Необхідність експорту даних в розрахунковий блок</p>
	<p>Необхідності експорту немає. Наповнення і розрахунок в одному вікні.</p>
	<p>Для розрахунку необхідно експортувати дані в MIkeUrban.</p>
	<p>Для розрахунку необхідно експортувати дані в Bentley WaterGEMS.</p>
	<p>Розрахунок відсутній.</p>
<p>EPANET</p>	<p>В одному вікні</p>
<p>SWMM5</p>	<p>В одному вікні</p>

Висновки до розділу

Для створення інженерних мереж водопостачання та водовідведення, спочатку потрібно зібрати та проаналізувати наявні картографічні джерела. Утворюються такі етапи для створення ГІС мереж (рис. 2.3.7)



Рис. 2.3.7 Етапи побудови ГІС мережі водопостачання

В процесі дослідження топографо-геодезичного забезпечення інженерних мереж виявлено, що ретельний вибір масштабу картографічних матеріалів та методика створення опорних планів підземних комунікацій є критичними етапами для ефективної побудови та управління інженерними мережами.

Правильно побудовані та управляні бази даних забезпечують надійну основу для оптимізації роботи інженерних систем.

За аналізом програмних забезпечень найефективнішою та найпрактичнішою є РІКОМ. Має потенціал у вирішенні завдань оптимізації інфраструктури водопостачання та водовідведення. Використання цього комплексу дозволяє отримувати необхідну інформацію для прийняття обґрунтованих рішень у сфері інженерних мереж.

В цілому, результати дослідження 2-го розділу підкреслюють необхідність систематичного та точного збору геоданих для ефективного управління та оптимізації інфраструктури водопостачання та водовідведення. Використання сучасних методів аналізу та комп'ютерних технологій дозволяє значно поліпшити ці процеси, що є ключовим для сталого розвитку інфраструктури та забезпечення ефективного використання водних ресурсів.

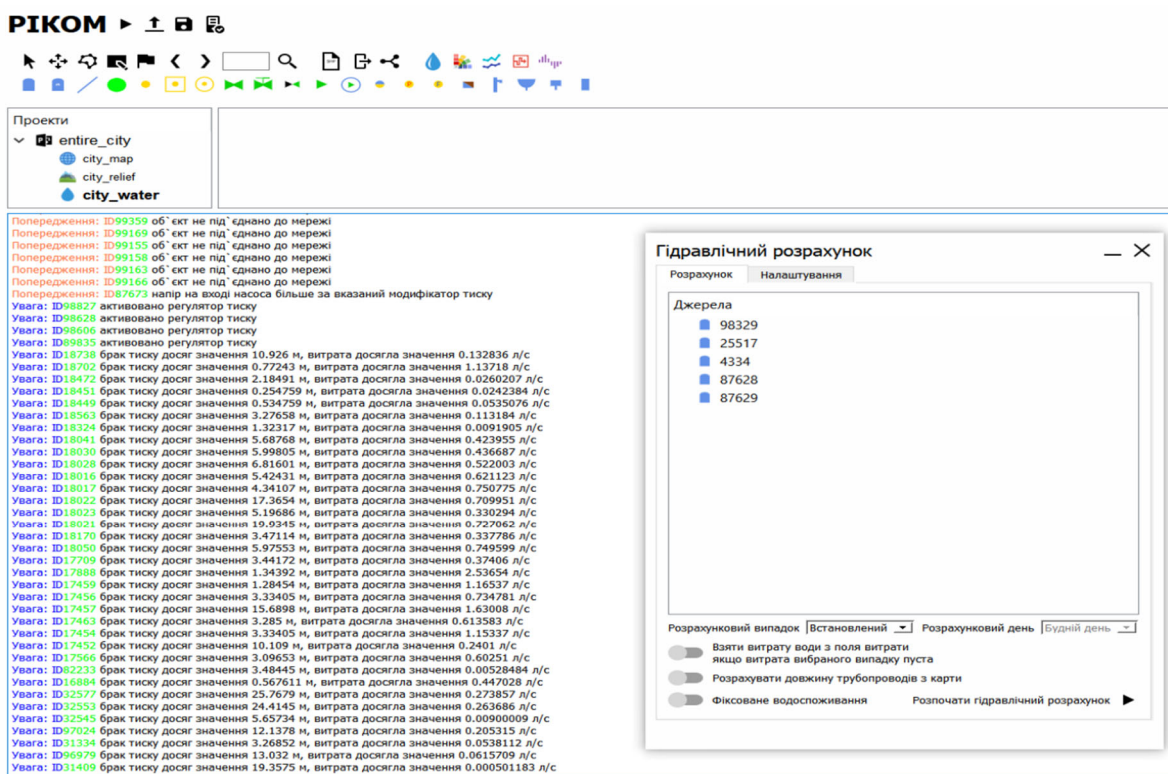
РОЗДІЛ 3: МОДЕЛЮВАННЯ ВОДОПОСТАЧАННЯ, ВОДОВІДВЕДЕННЯ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖОГАСІННЯ

3.1 Приклади результатів і аналізу інженерних розрахунків в РІКОМ

Результати розрахунків інженерних мереж великих масштабів у вигляді записів в бази даних незручні для аналізу, хоча користуючись SQL запитаннями можна зібрати усю необхідну статистику. Тому ПЗ РІКОМ пропонує ряд зручного інструментарію для аналізу результатів розрахунків інженерних мереж.

Результати і аналіз гідравлічного розрахунку мереж водопостачання міста Ірпінь

В місті Ірпінь система мереж водопостачання має довжину понад 850 км, а загальна кількість графічних об'єктів складає понад 95 000. На Рис. 3.1.1 наведено приклад розрахунку на максимальне навантаження мережі.



РІКОМ ▶ ↑ ↵ 📄

Проекти

- entire_city
 - city_map
 - city_relief
 - city_water

Попередження: ID99359 об'єкт не під'єднано до мережі
Попередження: ID99169 об'єкт не під'єднано до мережі
Попередження: ID99155 об'єкт не під'єднано до мережі
Попередження: ID99158 об'єкт не під'єднано до мережі
Попередження: ID99163 об'єкт не під'єднано до мережі
Попередження: ID99166 об'єкт не під'єднано до мережі
Попередження: ID87673 напір на вході насоса більше за вказаний модифікатор тиску
Увага: ID98827 активовано регулятор тиску
Увага: ID98628 активовано регулятор тиску
Увага: ID98606 активовано регулятор тиску
Увага: ID89835 активовано регулятор тиску
Увага: ID18738 брак тиску досіг значення 10.926 м, витрата досягла значення 0.132836 л/с
Увага: ID18702 брак тиску досіг значення 0.77243 м, витрата досягла значення 1.13718 л/с
Увага: ID18472 брак тиску досіг значення 2.18491 м, витрата досягла значення 0.0260207 л/с
Увага: ID18451 брак тиску досіг значення 0.254759 м, витрата досягла значення 0.0242384 л/с
Увага: ID18449 брак тиску досіг значення 0.534759 м, витрата досягла значення 0.0535076 л/с
Увага: ID18563 брак тиску досіг значення 3.27658 м, витрата досягла значення 0.113184 л/с
Увага: ID18324 брак тиску досіг значення 1.32317 м, витрата досягла значення 0.0091905 л/с
Увага: ID18041 брак тиску досіг значення 5.68768 м, витрата досягла значення 0.423955 л/с
Увага: ID18030 брак тиску досіг значення 5.99805 м, витрата досягла значення 0.436687 л/с
Увага: ID18028 брак тиску досіг значення 6.81601 м, витрата досягла значення 0.522003 л/с
Увага: ID18016 брак тиску досіг значення 5.42431 м, витрата досягла значення 0.621123 л/с
Увага: ID18017 брак тиску досіг значення 3.47114 м, витрата досягла значення 0.750775 л/с
Увага: ID18022 брак тиску досіг значення 17.3654 м, витрата досягла значення 0.709951 л/с
Увага: ID18023 брак тиску досіг значення 5.19686 м, витрата досягла значення 0.330294 л/с
Увага: ID18021 брак тиску досіг значення 19.9345 м, витрата досягла значення 0.727062 л/с
Увага: ID18170 брак тиску досіг значення 4.28454 м, витрата досягла значення 1.16537 л/с
Увага: ID18050 брак тиску досіг значення 5.97553 м, витрата досягла значення 0.749599 л/с
Увага: ID17709 брак тиску досіг значення 3.44172 м, витрата досягла значення 0.37406 л/с
Увага: ID17888 брак тиску досіг значення 1.34392 м, витрата досягла значення 2.53654 л/с
Увага: ID17459 брак тиску досіг значення 1.28454 м, витрата досягла значення 1.16537 л/с
Увага: ID17456 брак тиску досіг значення 3.33405 м, витрата досягла значення 0.734781 л/с
Увага: ID17457 брак тиску досіг значення 15.6898 м, витрата досягла значення 1.63008 л/с
Увага: ID17463 брак тиску досіг значення 3.285 м, витрата досягла значення 0.613583 л/с
Увага: ID17454 брак тиску досіг значення 3.33405 м, витрата досягла значення 1.15337 л/с
Увага: ID17452 брак тиску досіг значення 10.109 м, витрата досягла значення 0.2401 л/с
Увага: ID17566 брак тиску досіг значення 3.09653 м, витрата досягла значення 0.60251 л/с
Увага: ID82233 брак тиску досіг значення 3.48445 м, витрата досягла значення 0.00528484 л/с
Увага: ID16884 брак тиску досіг значення 0.567611 м, витрата досягла значення 0.447028 л/с
Увага: ID32577 брак тиску досіг значення 25.7679 м, витрата досягла значення 0.273857 л/с
Увага: ID32553 брак тиску досіг значення 24.4145 м, витрата досягла значення 0.263686 л/с
Увага: ID32545 брак тиску досіг значення 5.65734 м, витрата досягла значення 0.00900009 л/с
Увага: ID97024 брак тиску досіг значення 12.1378 м, витрата досягла значення 0.205315 л/с
Увага: ID31334 брак тиску досіг значення 3.26852 м, витрата досягла значення 0.0538112 л/с
Увага: ID96979 брак тиску досіг значення 13.032 м, витрата досягла значення 0.0615709 л/с
Увага: ID31409 брак тиску досіг значення 19.3575 м, витрата досягла значення 0.000501183 л/с

Гідравлічний розрахунок

Розрахунок | Налаштування

Джерела

- 98329
- 25517
- 4334
- 87628
- 87629

Розрахунковий випадок [Встановлений] Розрахунковий день [Будній день]

Взяти витрату води з поля витрати якщо витрати вибраного випадку пуста

Розрахувати довжину трубопроводів з карти

Фіксоване водоспоживання

Розпочати гідравлічний розрахунок ▶

Рис. 3.1.1 Результати розрахунку мережі водопостачання (консоль)

Як видно з Рис. 3.1.1, усі недоліки і попередження, що стосуються браку напору або попередження вузлових елементів (наприклад, спрацював регулятор напору, кавітація насоса), виведені в консоль. «Натискаючи» на ID номер будь-

якого елемента в консолі, користувач автоматично переміщується на місце локалізації об'єкта на карті. Таким чином, можна швидко модифікувати мережу відповідно до прийнятих оптимізаційних рішень, та виконати новий гідравлічний розрахунок. Час гідравлічного розрахунку такої мережі разом з записом результатів в бази даних не перевищує 1,5 хвилини.

Мережі водопостачання зручно аналізувати за допомогою тематичних розфарбувань. ПЗ РІКОМ надає можливість робити розфарбування мережі за наступними критеріями: напір, швидкість руху води, зони впливу джерел, час проходження води від джерела до вузла. Приклади розфарбування мережі за напором і зонами впливу джерел наведені на Рис. 3.1.2 і Рис. 3.1.3 відповідно.

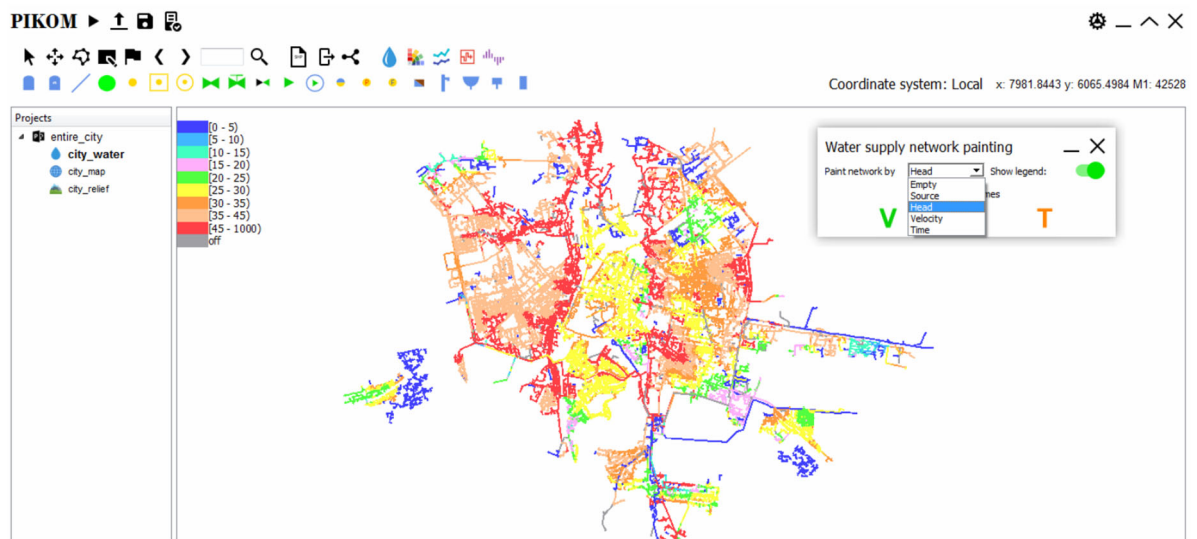


Рис. 3.1.2 Розфарбування мережі за напором



Рис. 3.1.3 Розфарбування мережі за зонами впливу джерел

За допомогою тематичних розфарбувань маємо можливість аналізувати ділянки мереж водопостачання: напір в яких виходить за нормативні значення або є занадто низьким (розфарбування за напором); швидкість потоку води в яких нижча або вища за нормативні значення (розфарбування за швидкістю руху рідини), що може впливати на якість води. Наступним інструментом аналізу результатів гідравлічного розрахунку є п'єзометричний графік. Приклад п'єзометричного графіка наведено на Рис. 3.1.4

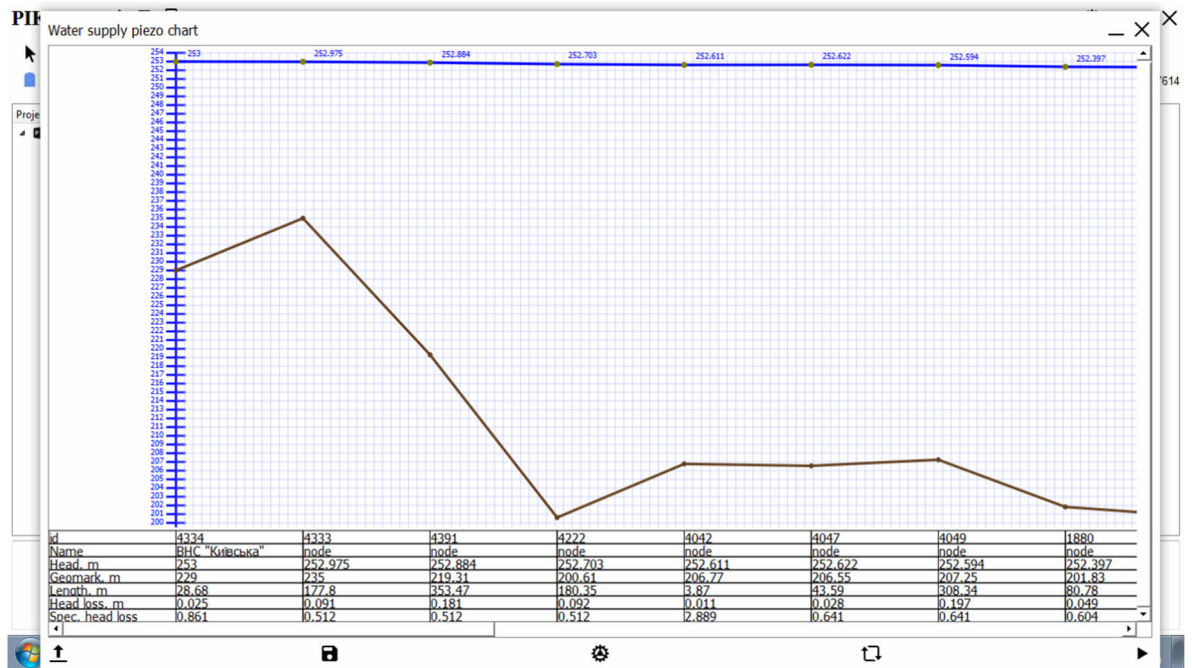


Рис. 3.1.4 П'єзометричний графік водопостачання

За допомогою п'єзометричного графіка зручно шукати «вузькі місця» на мережі.

Результати і аналіз моделювання гідравлічного удару

ПЗ РІКОМ дозволяє спостерігати за динамікою моделювання явища гідравлічного удару за допомогою графіків. Розрахунковий блок РІКОМ гідравлічний удар моделює різноманітні сценарії з участю всіх елементів мережі водопостачання. Приклади моделювання гідравлічного удару в ПЗ РІКОМ:

Закриття засувки

Найбільшого стресу трубопроводи зазнають при швидкому закритті засувки. В прикладі, наведеному на Рис. 3.1.5, засувка закривається за одну секунду, пункти спостереження - до засувки і одразу після засувки, час моделювання 5 секунд. На Рис. 3.1.6 зображені чотири графіка. Лівий верхній графік показує динаміку зміни напору в трубопроводі в процесі моделювання по всьому шляху спостереження. Лівий нижній графік показує амплітуду флуктуацій швидкості в процесі моделювання по всьому шляху спостереження. Правий верхній графік показує значення максимального і мінімального напорів,

яких досягав в процесі моделювання по всьому шляху спостереження. Правий нижній графік показує динаміку змін тиску в вибраних пунктах спостереження. Також на двох верхніх графіках зображено лінію (зелений колір), яка вказує на максимальний тиск, що може витримати даний трубопровід (вказується виробником трубопроводів).

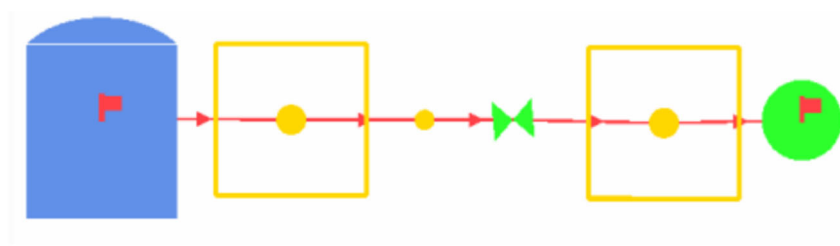


Рис. 3.1.5 Модель закриття засувки

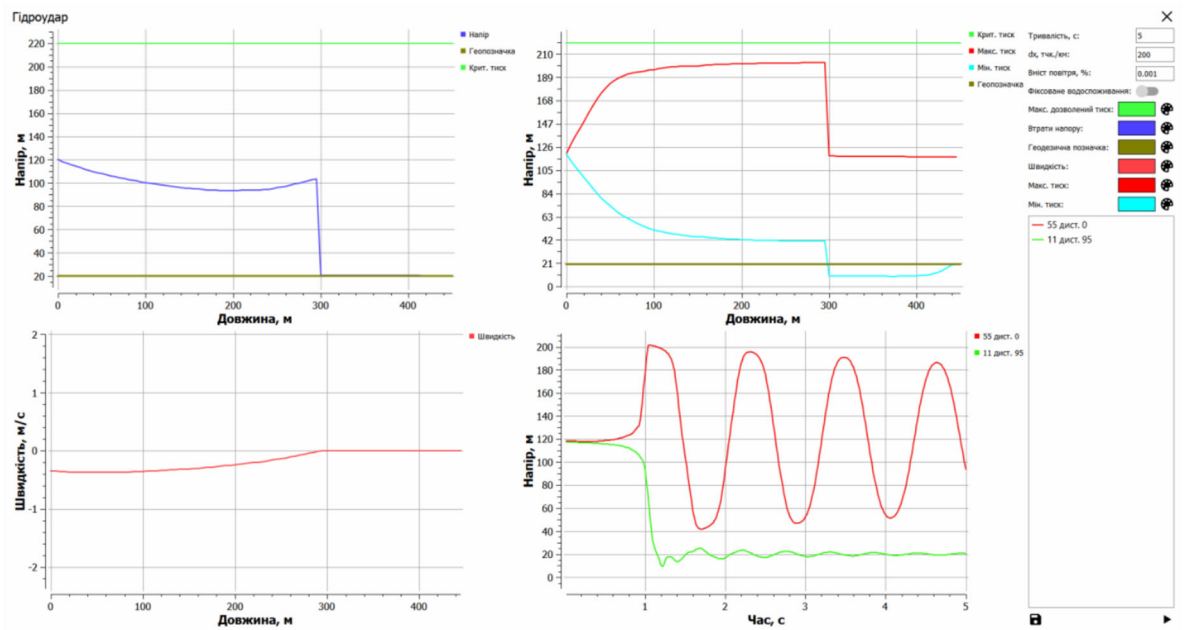


Рис. 3.1.6 Гідрравлічний удар – закриття засувки

З графіків на Рис. 3.1.6 видно, що руйнування трубопроводу не відбулося. Але, якщо звернути увагу на правий верхній графік, на відрізок розташований одразу за засувкою, то можна побачити, що напір впав до позначки тиску насичених парів. Дане явище також є негативним, адже воно може супроводжуватися розгерметизацією системи і інфільтрацією ґрунтових вод в систему. Дана проблема вирішується встановленням захисного пристрою

(мембрана або пневмобак), або збільшенням часу закриття засувки. Проте, якщо засувка зламається і раптово закриється, то другий спосіб не врятує від такої ситуації.

Зупинка насоса

ПЗ РІКОМ дозволяє моделювати процес зупинки насоса (рис. 3.1.7). Приклад такого моделювання наведено на Рис. 3.1.8. Пункти спостереження вибрано до насоса і одразу після насоса, а час моделювання склав 5 секунд.

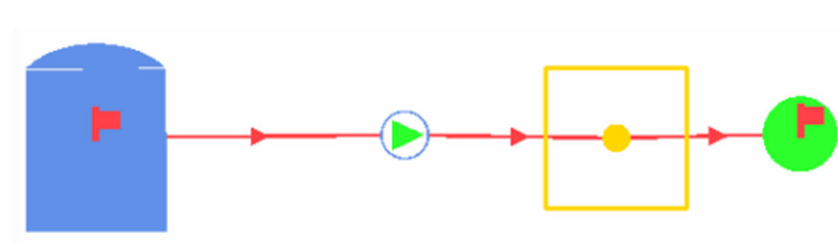


Рис. 3.1.7 Модель зупинки насоса

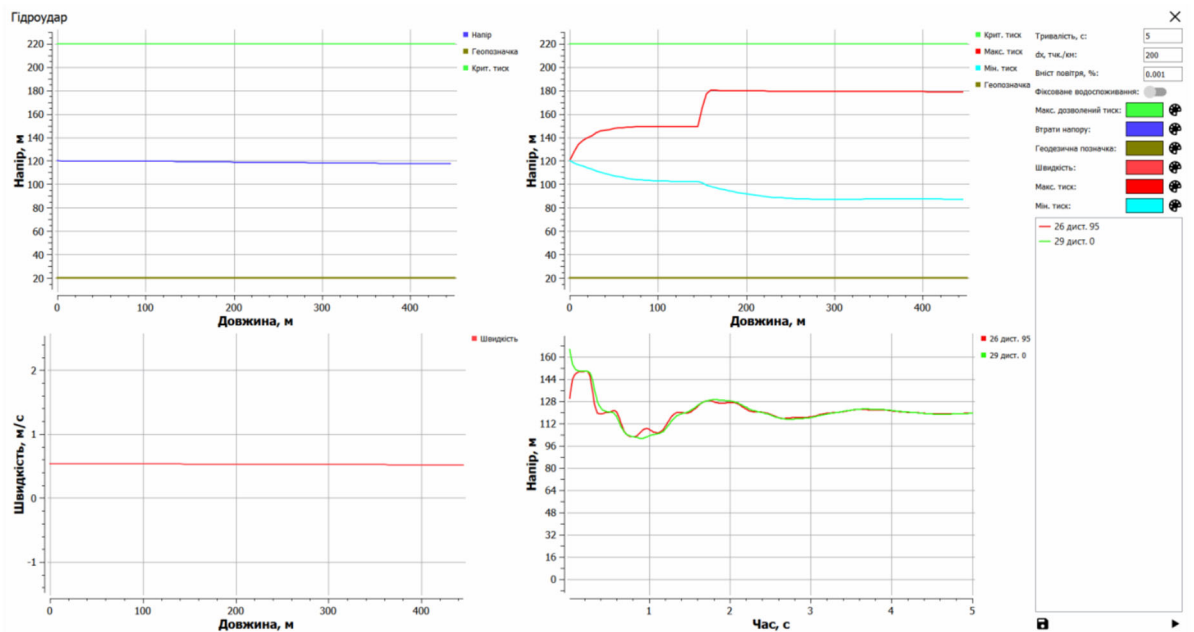


Рис. 3.1.8 Гідралічний удар – зупинка насоса

В даному прикладі негативних явищ не виявлено.

Моделювання захисних пристроїв

ПЗ РІКОМ дозволяє моделювати наступні захисні пристрої від гідравлічного удару: мембрана і пневмобак.

Мембрана представляє собою металевий лист (3.1.9), який перерізається ножом в випадку, коли тиск в системі перевищує розрахункове навантаження мембрани, в результаті чого відбувається скид води з системи, а напір в місці скиду падає до значень атмосферного тиску. Приклад моделювання розриву мембрани показано на Рис. 3.1.10. В даному прикладі гідроудар виникнув внаслідок закриття засувки за 1 секунду. Пункти спостереження вибрано до мембрани, одразу за мембраною, а також одразу за засувкою.

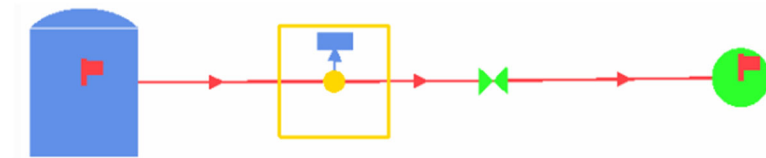


Рис. 3.1.9 Модель мережі з мембраною

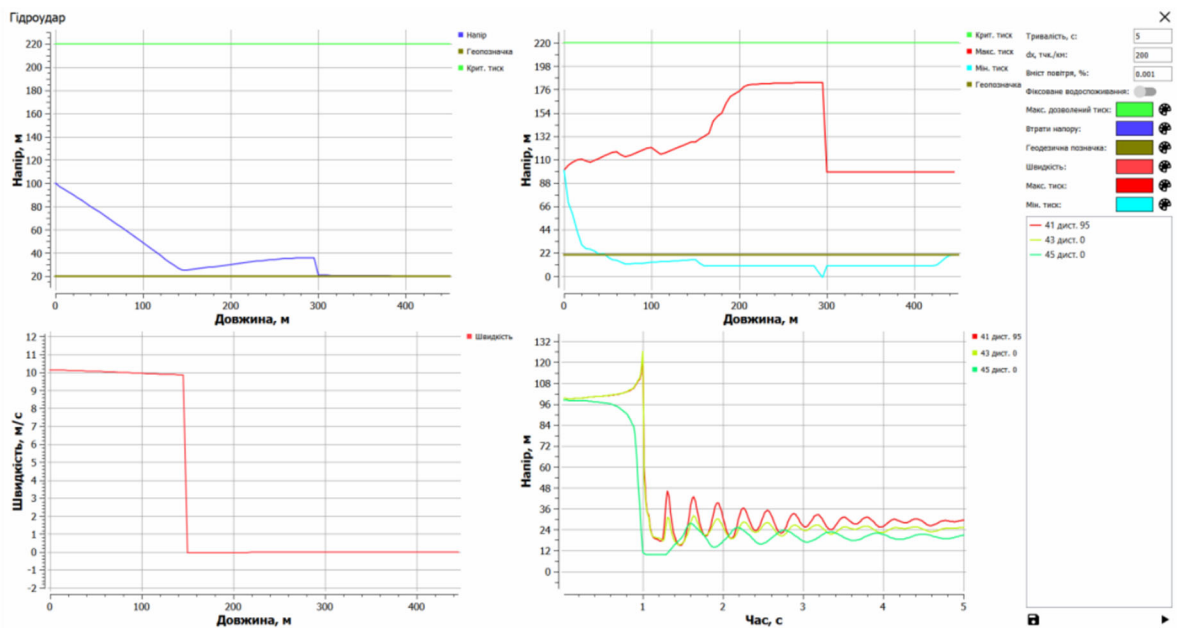


Рис. 3.1.10 Гідравлічний удар – знищення захисної мембрани

Пневмобак - розповсюджений вид захисту від гідравлічного удару. Бак частково наповнюється водою, тим самим створюється пневматична подушка, яка гасить надлишковий тиск у випадку його раптового виникнення. За

допомогою розрахункового блоку можна підібрати оптимальні геометричні розміри пневмобаку. На Рис. 3.1.11 та 3.1.12 показано приклад моделювання гідрудару за участю пневмобака. В даному прикладі гідрудар виникнув внаслідок закриття засувки за 1 секунду. Пункти спостереження вибрано до пневмобаку і одразу після пневмобаку.



Рис. 3.1.11 Моделювання мережі з пневмобаком

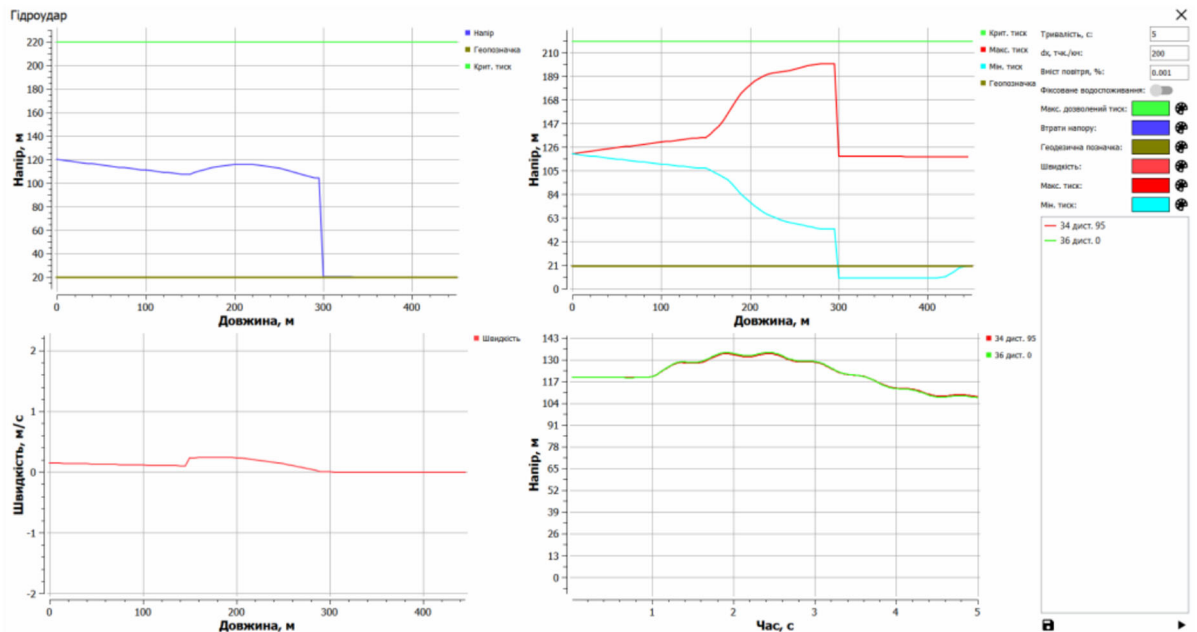


Рис. 3.1.12. Гідравлічний удар – вплив пневмобака

Якщо порівнювати Рис. 3.1.10 і Рис. 3.1.12, то можна звернути увагу на наступну різницю між даними пристроями захисту:

- у випадку мембрани цілком усувається навантаження на трубопровід, проте для повноцінного відновлення експлуатації даного трубопроводу потрібно провести ремонтні роботи;

- у випадку пневмобака навантаження на трубопровід усувається в значній мірі (якщо не пошкодиться сам бак), при цьому не зупиняється експлуатація трубопроводу.

Також, за допомогою розрахункового блоку можна визначити оптимальне місце встановлення захисного пристрою, як правило, це місця з аномально високим або небажаним тиском.

3.2 Аналіз інженерних мереж в місті Ірпінь

3.2.1 Побудова п'єзометричного графіка каналізаційних мереж

Щоб створити п'єзометричний графік, потрібно визначити маршрут. Достатньо вказати початкову та кінцеву точку для маршруту, і система автоматично знайде шлях для побудови п'єзометричного графіка. Для аналізу беремо вул. Ярославська. Початок на вул. Університетська – кінець вул. Соборна (Додаток Б). На рис. 3.2.1.1 зображено початковий фрагмент п'єзометричного графіку, задля чіткості та розуміння.

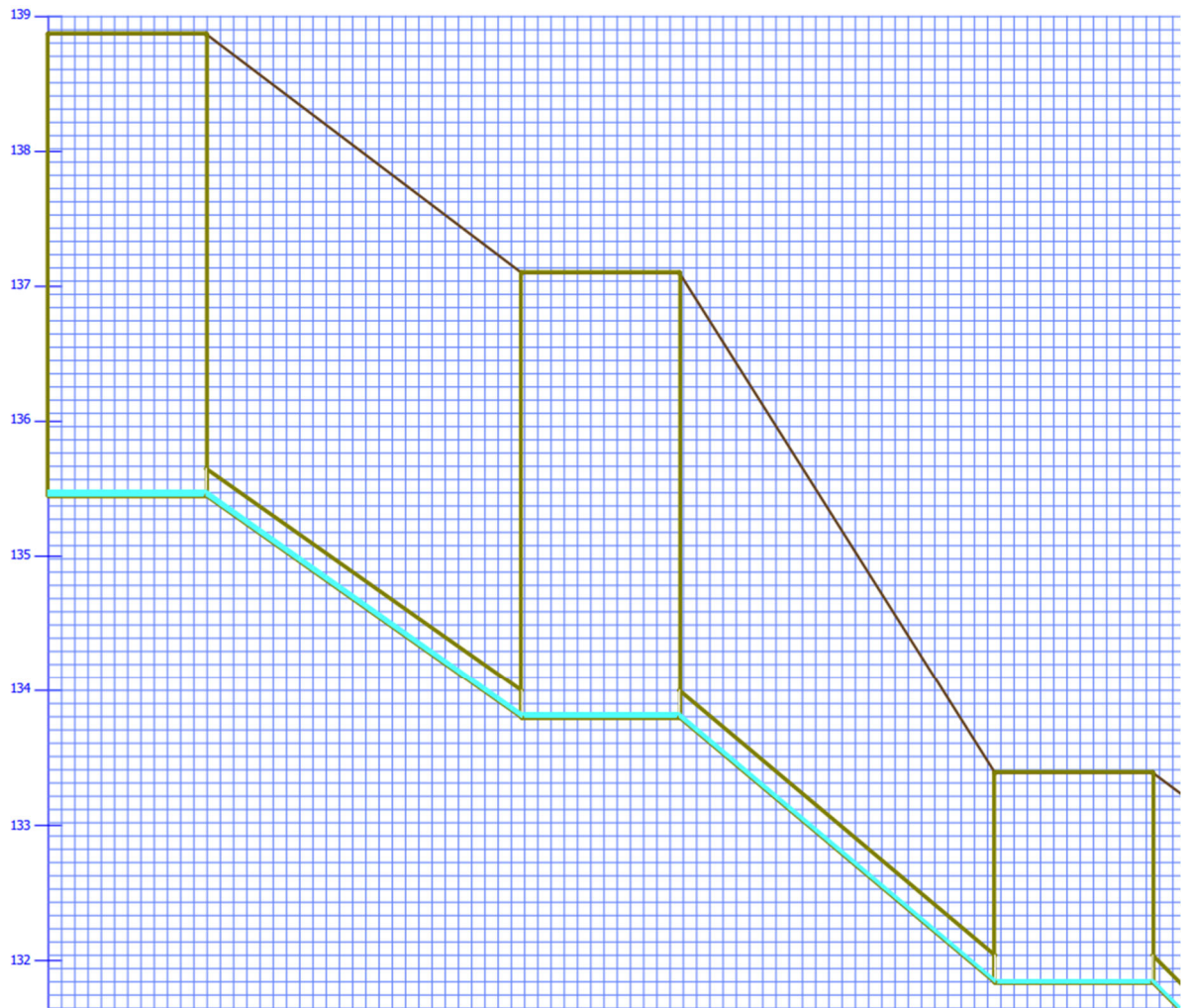


Рис. 3.2.1.1 Відрізок п'єзометричного графіку

На цьому графіку показують зміну напорів, швидкість, стоків в каналізаційній мережі за довжиною трубопроводів, геодезичну позначку, рівень затоплення, тиск у трубах, глибину колодязя та інші характеристики. На рис. 3.2.1.2 зображено повний перелік параметрів початкового колодязя та трубопроводу між 1 та 2 камерою. В додатку В відображені вся характеристика мережі по вул. Ярославська.

id	5264	5261
Забруднення		
Концентрація забруднення, мг/л	5264	5261
Геодезична позначка, м	138.87	
Глибина, м	3.42	
Витрата, л/с	1.872	1.872
Витрата, м3/год	6.7392	6.7392
Рівень затоплення, м	135.482	
Витрата затоплення, л/с		
Витрата затоплення, м3/год		
Середня витрата, л/с	1.855	1.855
Середня витрата, м3/год	6.678	6.678
Середній рівень затоплення, м	135.482	
Середня витрата затоплення, л/с	0.003	
Середня витрата затоплення, м3/год	0.0108	
Макс. витрата, л/с	1.874	1.874
Макс. витрата, м3/год	6.7464	6.7464
Макс. рівень затоплення, м	135.482	
Макс. витрата затоплення, л/с	1.149	
Макс. витрата затоплення, м3/год	4.1364	
Час макс. затоплення, год		
Напір на виході, м		135.482
Середній тиск на виході, м	5264	5261
Макс. тиск на виході, м	5264	5261
Час макс. напору, год		
Форма		0
Тип каналу		
Матеріал		ПВХ
Висота, м		0.2
Довжина, м		180.091
Шорсткість по Манінгу		0.011
Початковий рівень, м		133.8
Кінцевий рівень, м		135.45
Коеф. локального опору	5264	5261
Нахил, мм/м		9.16205
Швидкість, м/с		0.6837
Середня швидкість, м/с		0.6787
Макс. швидкість, м/с		0.7291
Напір на вході, м		133.825
Середній тиск на вході, м	5264	5261
Макс. тиск на вході, м	5264	5261
Наповнення на вході		0.1595
Середнє наповнення на вході		0.158
Макс. наповнення на вході		0.1595
Наповнення на виході		0.1255
Середнє наповнення на виході		0.1245
Макс. наповнення на виході		0.1255

Рис. 3.2.1.2 Параметри трубопроводу та камери

Візуалізація глибини колодязів та профілю мережі дозволяє оцінити взаємозв'язок між різними елементами системи каналізації. Це може допомогти в ідентифікації можливих місць заторів або недоліків у мережі, які потребують уваги для подальшої оптимізації. На п'єзометричному графіку вул. Ярославська, було відображено зміна напору по всій ділянці. Що вказує на відсутність проблем просування стоків, так як мережа є стічною. Надана інформація, щодо труб (діаметр, матеріал). Дає можливість оцінити ефективність і роботу існуючої системи каналізації. Під час натурних обходів чи утворенні нового користувача (абонента) можна виявити місця перевантаження, де потрібна модернізація або

розширення мережі. З використанням ГІС можна створити моделі для аналізу різних сценаріїв оптимізації мережі каналізації. Це дозволить спрогнозувати вплив можливих змін у мережі на її ефективність та продемонструвати оптимальні варіанти розвитку системи.

3.2.2 Моделювання аварійної ситуації в мережі водопостачання

Моделювання аварійної ситуації на ділянці мережі водопостачання є важливою процедурою для оцінки та управління ризиками. Основна мета - розуміти та передбачати наслідки можливих аварій чи витоків води для прийняття заходів з мінімізації шкоди та відновлення роботи системи якомога швидше.

На рис. 3.2.2.1 змодельована аварія, яка сталася на мережі за адресою вул. Ярославська 34. Спочатку було ідентифіковано точку витоків, місце підвищеного тиску, слабкі місця трубопроводу чи місця, де можуть виникнути порушення. За допомогою ГІС програми РІКОМ моделюються різні сценарії аварій, такі як витік води через пошкодження труби, випадкове руйнування, а також можливі наслідки цих аварій.

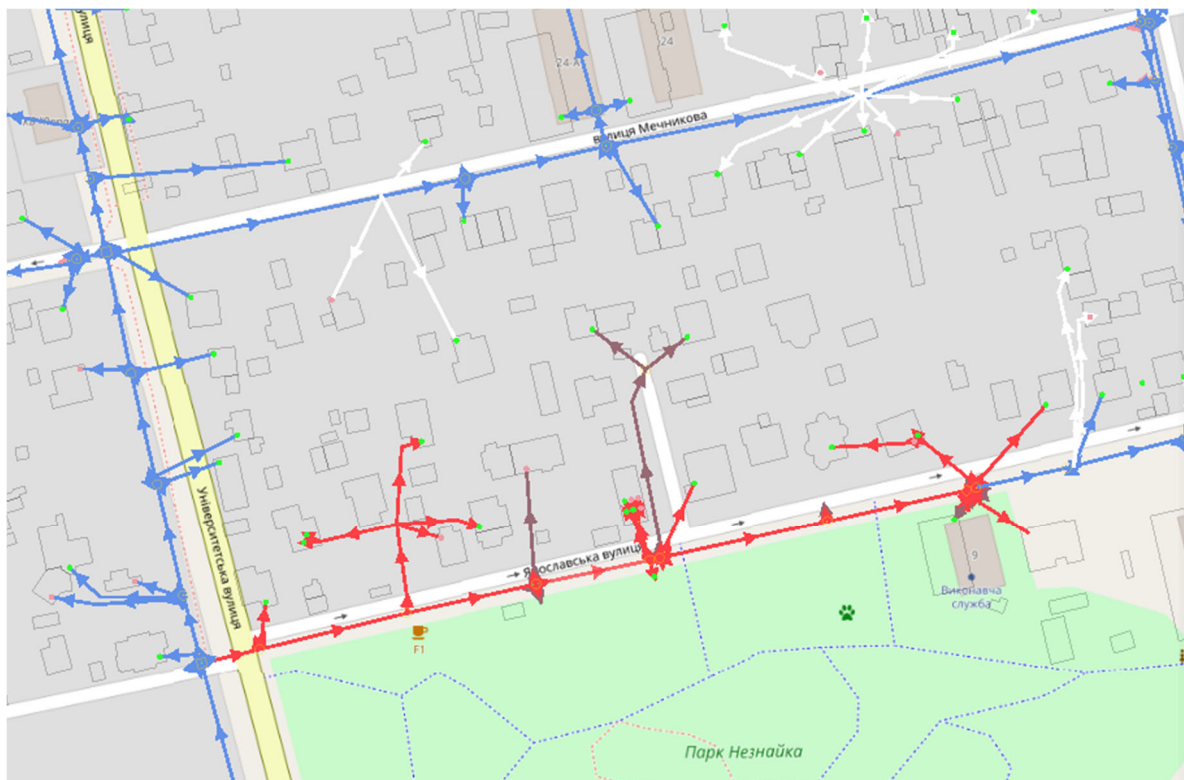


Рис. 3.2.2.1 Моделювання аварійної ситуації

Здійснюється аналіз наслідків аварійних ситуацій, такий як втрати води, коштів, вплив на житлові будинки, які будинки будуть відключенні від мережі протягом часу ремонтних робіт (рис. 3.2.2.2).

Диспетчер аварійних ситуацій

Головні налаштування Налаштування звіту Результати

засувка

ID	Тип дії
1 16823	Необхідно закрити
2 16450	Необхідно закрити
3 16780	Рекомендовано закрити
4 16668	Рекомендовано закрити
5 16666	Рекомендовано закрити
6 16672	Рекомендовано закрити
7 16803	Рекомендовано закрити
8 16681	Рекомендовано закрити
9 16831	Рекомендовано закрити
10 16720	Рекомендовано закрити

Втрати води

	Тільки необхідні засувки	Разом з рекомендованими засувками
Втрати води, м3	3.4248	3.17648

Споживач

	Адреса 2	Номер будівлі
1	Ярославська, вул	26К
2	Ярославська, вул	26Г
3	Ярославська, вул	11
4	Ярославська, вул	30/3
5	Ярославська, вул	30
6	Ярославська, вул	30/2
7	Ярославська, вул	28

Рис. 3.2.2.2 Диспетчер аварійних ситуацій

На основі моделювання розробляються плани екстрених дій для управління аварійною ситуацією, зокрема, шляхи зупинення витoku,

відновлення системи, На рис. 3.2.2.2 продемонстровано аналіз запірних арматур, які підлягають перекриттю. Також вказано іd для швидшого пошуку в цифровій системі.

Використовуючи модель, проводяться симуляції та тестування різних стратегій втручання для визначення найефективніших та швидких методів управління аварійною ситуацією.

Отже, моделювання аварійної ситуації на ділянці мережі водопостачання дозволяє не тільки передбачати можливі наслідки, але й розробляти стратегії та плани дій для швидкого та ефективного реагування на аварійні ситуації, забезпечуючи мінімальний вплив на населення та інфраструктуру.

3.3 Розміщення точок відбору води із водопровідної мережі населеного пункту для забезпечення надійності пожежогасіння

Як відомо, протипожежне водопостачання в містах і населених пунктах забезпечується через водопровідну мережу з розміщенням на ній вуличних пожежних гідрантів (ПГ) для відбирання води за допомогою пожежних насосних установок, що базуються на автомобілях спеціального призначення, з транспортуванням води до місця загоряння через пожежні колонки та рукавні лінії. Система пожежогасіння має бути запроектована так, щоб в процесі експлуатації вона працювала безаварійно із заданим ступенем надійності. При відборі води з водопроводу для гасіння пожеж застосовується спеціальний пристрій – пожежний гідрант (рис.3.3.1) [7].

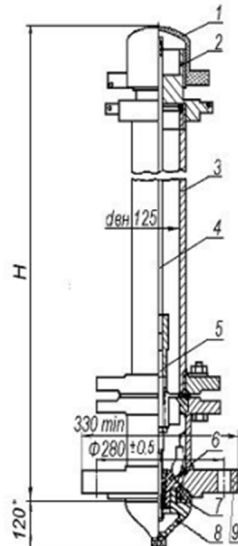


Рис. 3.3.1. Схема улаштування пожежного гідранту підземного типу: 1 – кришка (поліетилен); 2 – ніпель (бронза); 3 – корпус (сталь); 4 – штанга (сталь); 5 – шпіндель (нержавіюча сталь); 6 – корпус клапана (бронза); 7 – кільце; 8 – гайка клапана (чавун); 9 – патрубок (чавун)

Ефективність гасіння пожежі безпосередньо залежить від: вірогідності спрацьовування пожежних гідрантів, з яких робиться забір води та вибору оптимальних місць для розташування пожежних гідрантів на водопровідній мережі. Вірогідність безвідмовної роботи - вірогідність того, що у будь-який момент часу за допомогою пожежного гідранта можна зробити відбір води з системи водопостачання [7].

Розміщення пожежних гідрантів на водопровідній мережі для зовнішнього пожежогасіння будь-якої будівлі, споруди або її частини, що обслуговуються даною мережею, за умови прокладання рукавних ліній довжиною, не більшою ніж зазначено в ДБН по дорогах із твердим покриттям, повинно забезпечуватись: від одного гідранта – при витраті води до 15 л/с включно; не менше ніж від двох гідрантів – при витраті води на зовнішнє пожежогасіння більше 15 л/с [7].

Необхідно враховувати важливу умову ДБН: пожежні гідранти з метою забезпечення надійності водопровідної мережі слід встановлювати тільки на розподільних лініях (або на магістральних лініях з діаметром умовного проходу

не більше 300 мм, які виконують функцію розподільної лінії у складі водопровідних мереж з великими діаметрами труб, тобто більше 500 мм) [7].

Для того, щоб вирішити поставлену задачу слід визначити «можливості» кожного пожежного гідранта за умови урахування його «зони дієздатності». На плані «зона дієздатності» пожежного гідранта має форму кола із радіусом, що дорівнює радіусу дії гідранта ($R_{ПГ}$) [7].

Так, у разі обмеженої довжини пожежних рукавів L_p та пропускної спроможності сприскувальних насадок, кожний пожежний гідрант має обмежену площу дії («зону дієздатності»).

Цей радіус дії можливо орієнтовно визначати використовуючи існуючий досвід експлуатації діючих водопровідних мереж та використовуючи рекомендації інших науковців та дані наукових досліджень та спостережень за їх тривалою експлуатацією:

$$R_{ПГ} = k * L_p + r - H_{буд.} \quad (3.3.1)$$

де L_p – максимальна довжина пожежних рукавів, що залежить від виду і потужності застосованих засобів пожежогасіння (насоси із комплексу автомобіля спеціального призначення – до 200 м, або переносні мотопомпи – до 150 м);

Пропонується розрахунок довжини рукавної лінії для будівель різного призначення та способу прокладання визначати за табл. 3.3.1.

Таблиця 3.3.1

Розрахунок довжини рукавної лінії для будівель різного призначення

Призначення будівлі	Спосіб прокладання рукавної лінії	Максимальна довжина рукавної лінії
Житлова	Вертикальна	$l_{рук.} = 4 \cdot (n_{пов.} - 1)$
	Повзуча	$l_{рук.} = 10 \cdot (n_{пов.} - 1)$
Виробнича	Вертикальна	$l_{рук.} = 6 \cdot (n_{пов.} - 1)$

	Повзуча	$l_{рук.} = 12 \cdot (n_{пов.} - 1)$
--	---------	--------------------------------------

r – максимальна довжина компактної частини пожежного струменя, що витікає із пожежного сприскувального насадка, (для сучасної спеціальної пожежної техніки $r = 11..17$ м);

k – коефіцієнт зменшення пропускної спроможності пожежного рукава (за рахунок виникаючих «місцевих» опорів, орієнтовно складає $k = 0,7...0,9$;

$H_{буд.}$ – висота найбільшої будівлі (м), яка гіпотетично буде знаходитись в епіцентрі загоряння під час пожежі. Вона залежить від кількості поверхів і може бути визначена:

$$H_{буд.} = 3 \cdot n_{пов.} + 1,5 ,$$

де $n_{пов.}$ – кількість поверхів будівлі, яка гіпотетично буде знаходитись в епіцентрі загоряння під час пожежі; 1,5 м – запас, який враховує висоту даху та надлишковість напору на виході з сприску вального насадка.

Розрахунки внесені до таблиць 3.3.2 та 3.3.3

Таблиця 3.3.2

Максимальна довжина пожежних рукавів (L_p)

L_p	Поверховість:	1	2	3	5	9	10
Житлова	Вертикальна	4	4	8	16	32	36
	Повзуча	10	10	20	40	80	90
Виробнича	Вертикальна	6	6	12	24	48	54
	Повзуча	12	12	24	48	96	108

Довжина пожежних рукавів 1-го поверху дорівнює довжині 2-го за замовчуванням.

Таблиця 3.3.3

«Зона дієдатності» гідранту ($R_{ПГ}$)

$R_{ПГ}$	Поверховість:	1	2	3	5	9	10
Житлова	Вертикальна	9,5	9,7	9,9	10,3	11,1	11,3
	Повзуча	9,5	14,5	19,5	29,5	49,5	54,5
Виробнича	Вертикальна	9,5	11,3	13,1	16,7	23,9	25,7
	Повзуча	9,5	16,1	22,7	35,9	62,3	68,9

Наявні розрахункові величини радіусу дії пожежного гідранта $R_{ПГ}$ для будівель різної поверховості та засобів подачі води в пожежні рукавні лінії (авто насоси спецавтомобіля, переносна мотопомпа) продемонстровано в табл. 3.3.4 та рис. 3.3.3 з урахуванням, що максимальна поверховість забудови кварталу 9 поверхів.

Таблиця 3.3.4

Рекомендовані радіус дії пожежних гідрантів залежно від максимальної поверховості забудови міста

max n пов	1	2	3	4	5	6	9	12	16
Радіус дії гідранта (не більше), м									
Мотопомпи переносні									
$R_{ПГ}$	145	140	135	-	-	-	-	-	-
Насос на автомобільній базі									
$R_{ПГ}$	185	185	180	175	175	170	160	155	140

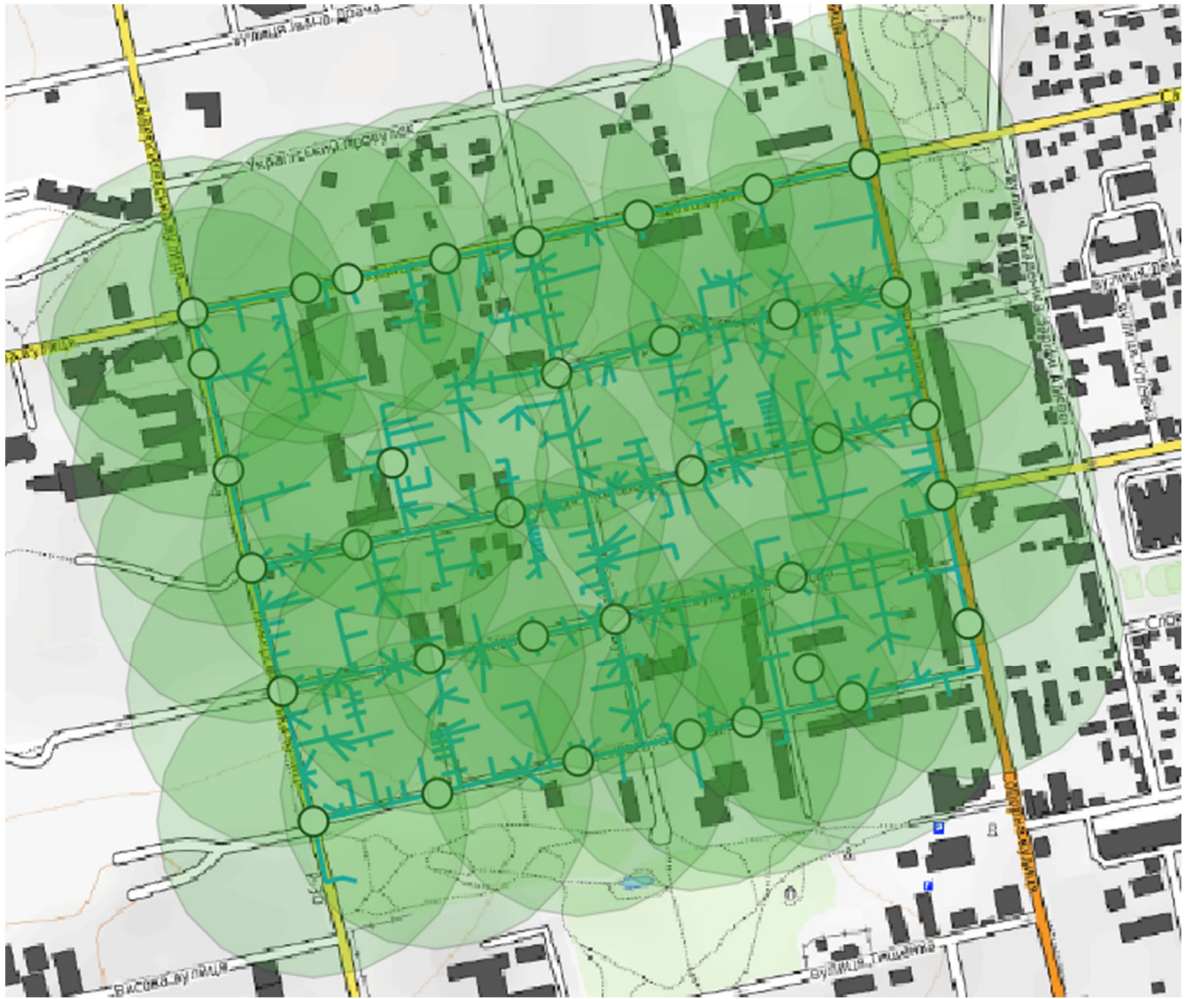


Рис. 3.3.3 Радіус дії гідрантів при найвищій забудові 9 поверхів

Відповідно до рисунку ми бачимо, що радіуси зон гідрантів є достатніми для пожежогасіння. Так, у випадку, якщо один із гідрантів несправний або недоступний через будь-яку причину, пожежні служби можуть скористатися іншими гідрантами, що знаходяться у зоні пожежної безпеки.

Висновок до розділу

ПЗ РІКОМ є універсальним інструментом, що покриває широкий спектр потреб інженерів та персоналу підприємства з експлуатації інженерних мереж. Представлений програмний комплекс значно підвищує оперативність роботи підприємства.

Впровадження ПЗ РІКОМ та підготовлений персонал дозволяє:

- провести інвентаризацію мереж;
- об'єднати всі дані в єдиному комплексі;
- щоденно оновлювати інформацію про елементи мережі і надалі працювати «не в сліпу»;
- провести математичне моделювання (гідравлічний розрахунок системи мереж водопостачання, водовідведення) системи для отримання оптимального режиму роботи;
- грамотно налагодити взаємодію підрозділів підприємства (аварійно-диспетчерський відділ, ВТО, головний інженер);
- за допомогою математичного моделювання коректно підбирати вихідні дані для проектування об'єктів мережі та видачі технічних умов для підключення нових споживачів;
- на базі ПЗ РІКОМ побудувати автоматизовану систему управління технологічним процесом.

В результаті проведених досліджень і аналізу стану мереж водопостачання та водовідведення у місті Ірпінь, можна підтвердити, що ці інженерні системи в цілому задовольняють встановлені норми та вимоги. Виконано аналіз побудованого п'єзометричного графіку каналізаційної мережі, який свідчить про відповідність та ефективність функціонування цієї системи.

Промодельована аварійна ситуація в мережі водопостачання дозволила визначити можливі наслідки та протидійні заходи, що сприятимуть підвищенню надійності цієї системи у випадку негативних обставин. Крім того, розрахований радіус пожежогасіння за допомогою гідрантів у місті Ірпінь показує, що в межах цього радіусу забезпечено належний рівень безпеки та можливість ефективного протистояння пожежам.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1. Аналіз екологічної небезпеки в сучасному світі

Небачено активна й здебільшого непродумана діяльність людини, супроводжувана знищенням природних ресурсів і забрудненням навколишнього середовища, призвела до того, що нині біосфера планети перебуває в критичному стані. Ліквідація глобальної екологічної кризи є на сьогодні найважливішим завданням людства.

Забруднення акваторій. У нашому столітті забруднення акваторій стало проблемою століття. І це не випадково, оскільки різко погіршилась якість води рік, озер, що не могло не відобразитись на стані навколишнього середовища, на здоров'ї людей.

Забруднення води. У результаті інтенсивного використання людством водних ресурсів відбуваються значні кількісні і якісні зміни в гідросфері. Кількісні зміни полягають у тому, що в певних районах змінюються кількість води, придатної для господарських потреб, водний баланс, режим річок тощо. Якісні зміни зумовлені тим, що більшість річок і озер є не лише джерелом водопостачання, а й тими басейнами, куди скидають промислові, сільськогосподарські й господарсько-побутові стоки. Це призвело до того, що нині на Землі вже практично не залишилося великих річкових систем з гідрологічним режимом і хімічним складом води, не спотворених діяльністю людей [11].

Хімічне забруднення води відбувається внаслідок надходження у водойми з стічними водами різних шкідливих домішок неорганічної (кислоти, мінеральної солі, луги тощо) й органічної природи (нафта й нафтопродукти, миючі засоби, пестициди тощо). Більшість з них є токсичними для мешканців водойм. Це - сполуки миш'яку, свинцю, ртуті, міді, кадмію, хрому тощо. В тканині деяких риб концентрація отрути може в тисячу разів перевищувати її концентрацію у воді, що небезпечно для птахів, тварин і людей [11].

Згубно впливають на стан водойм стічні води, що містять розчинені органічні речовини або суспензії органічного походження. Більшість цих речовин сприяє зниженню кисню у воді. Осідаючи на дно водойм, органічні суспензії замулюють його й затримують або повністю припиняють життєдіяльність донних організмів, які беруть участь у самоочищенні [11].

Основними постачальниками органічних речовин у стічних водах є підприємства целюлозно-паперової промисловості, нафтопереробні заводи, великі тваринницькі комплекси тощо.

Кількість хімічних забруднювачів води постійно зростає. У 1992 році їх зафіксовано вже 959 різновидів. Про шкідливу долю багатьох з них ми нині лише здогадуємося, оскільки вони мають пролонгований вплив, тобто їх дія виявляється в наступних поколіннях живих істот і полягає в появі шкідливих мутацій, генетичних розладах тощо. Фізичне забруднення води пов'язане із зміною її фізичних властивостей - прозорості вмісту суспензій та інших нерозчинних домішок, радіоактивних речовин і температури [11].

4.2. Неправильне землекористування та охорони рекреаційних зон

Неправильне землекористування має серйозні наслідки для довкілля та суспільства в цілому. Це включає неправильне використання землі для сільського господарства, індустріальних цілей, забудови, лісозаготівлі або масової експлуатації природних ресурсів без врахування екологічних наслідків. У користуванні водних ресурсів порушують такі правила [9]:

1) Перевищення водозабору. Це призводить до зниження рівня ґрунтових вод, висихання джерел та річок, що ставить під загрозу водопостачання для місцевих спільнот та екосистем.

2) Забруднення водойм. Викиди промислових відходів, стічні води з побутового використання та агрохімікати є головною проблемою на сьогоднішній час.

3) Неefективне зрошення. Використання застарілих систем зрошення, які не ефективно використовують воду, спричиняють великі втрати води через випаровування або неправильне направлення.

Серед різноманітних методів збереження навколишнього середовища особливо важливою є консервативна форма охорони природи. Це включає у себе захист природних комплексів, об'єктів та екосистем шляхом встановлення їх меж і визначення спеціальних правил збереження, відтворення та раціонального використання. Законодавство відповідно до ст. 5 Закону «Про охорону навколишнього природного середовища» визначає об'єкти, які потребують особливої державної уваги через їх важливу роль у збереженні природи та велику екологічну цінність. Ці об'єкти включають унікальні та типові природні комплекси, завданням яких є збереження та відновлення сприятливого екологічного стану, а також запобігання негативним природним процесам і явищам [9].

Природні території та об'єкти, які підлягають особливій охороні, створюють єдину територіальну систему, що включає природно-заповідний фонд, курортні, лікувально-оздоровчі, рекреаційні, водозахисні, полезахисні та інші типи територій та об'єктів [9].

Відповідно до ст. 104 Водного кодексу, охорона водних об'єктів, віднесених до категорії лікувальних, здійснюється в порядку, встановленому для санітарної охорони курортів. З метою збереження лікувальних якостей цих об'єктів, запобігання забрудненню та передчасному їх виснаженню встановлюються округи санітарної (гірничо-санітарної) охорони курортів. Використовуватися водні об'єкти, віднесені до категорії лікувального призначення, можуть виключно у лікувально-оздоровчих цілях. Забороняється скидання будь-яких зворотних вод у такі об'єкти [9].

4.3. Методи та заходи захисту навколишнього середовища

Закон передбачає захист водних ресурсів на всіх рівнях, починаючи з Водного кодексу, профільного закону про питну воду та закінчуючи

підзаконними нормативно-правовими актами: Правилами користування водопровідними та каналізаційними системами в населених пунктах, Державними нормами містобудування 1992 року та іншими актами виконавчої влади. Спеціальним нормативним актом у цій сфері є Санітарні норми та правила охорони джерел водопостачання та водопроводів питного призначення. СанПіН 2.1.4.1110-02”, затверджені Головним державним санітарним лікарем Української 26 лютого 2002 р. [13].

Захист нерозривно пов’язаний і із земельними правовідносинами, адже водні ресурси невіддільні від ґрунту та ґрунтів різної глибини залягання. Водопровід, охоронна зона якого проходить земельною ділянкою, стає його невід’ємною частиною: такий взаємозв’язок із землею є основою для кваліфікації протиправних діянь у зазначеній сфері та призначення міри відповідальності. Основним Законом також передбачено право громадянина на безпечне довкілля, яке має гарантувати держава [13].

Заходи на території ЗСО поверхневих джерел водопостачання

Заходи по першому поясу. На території першого поясу ЗВЗ поверхневого джерела водопостачання повинні передбачатися такі заходи: 1) Заборона на спуск будь-яких стічних вод, у т.ч. стічних вод водного транспорту, а також купання, прання білизни, водопій худоби та інші види водокористування, що впливають на якість води. 2) Акваторія першого поясу огорожується буями та іншими запобіжними знаками. На судноплавних водоймищах над водоприймачем повинні встановлюватися бакени з освітленням [13].

Заходи по другому та третьому поясам ЗСО. Виявлення об’єктів, що забруднюють джерела водопостачання, з розробкою конкретних водоохоронних заходів, забезпечених джерелами фінансування, підрядними організаціями та погоджених із центром державного санітарно-епідеміологічного нагляду. Регулює відведення території для нового будівництва житлових, промислових та сільськогосподарських об’єктів, а також узгодження змін технологій діючих

підприємств, пов'язаних із підвищенням ступеня небезпеки забруднення стічними водами джерела водопостачання. Усі роботи, в т.ч. видобуток піску, гравію, днопоглиблювальні в межах акваторії ЗСО допускаються за погодженням з центром державного санітарно-епідеміологічного нагляду лише при обґрунтуванні гідрологічними розрахунками відсутності погіршення якості води у створі водозабору. Використання хімічних методів боротьби з евтрофікацією водою допускається за умови застосування препаратів, що мають позитивний санітарно-епідеміологічний висновок державної санітарно-епідеміологічної служби Української [13].

1. Для водопостачання із відкритого джерела

Припустимо, вода у водогін надходить із річки — це відкрите (або поверхневе) джерело. Перший пояс визначається місцезнаходженням водозабірних споруд (головних елементів водопроводу). До них додаємо 180-200 метрів проти течії та 90-100 м за течією. Забір води та прилеглу до нього акваторію контролюють воєнізовані охоронці, тут заборонено перебування сторонніх людей [13].

При водозаборі з великого озера, водосховища, коли до протилежного берега дуже далеко, у всіх напрямках відміряють по 100 м. Виходить подібність кола з таким радіусом, і якась його частина проходить по воді. Водна межа зони позначається буйками та бакенами з підсвічуванням.

Другий пояс – територія, яка слідує безпосередньо за першим поясом і примикає до нього. На ній діють жорсткі обмеження: заборонені заводи та промислові виробництва, фермерські угіддя, будівництво, облаштування пляжів та місць масового заміського відпочинку. Щоб знати, де розташовувати кордон другого пояса вгорі за течією, треба вивчити здатність річкової води до самоочищення [13].

У середньому річка переробляє забруднення, що потрапили в неї, від 3 до 5 днів. За цей час течія річки не повинна встигнути донести забруднені води до

точки водозабору, самоочищення має відбутися раніше. Якщо переводити на кілометраж, то включити в другий пояс 20-35 км русла для великих і 35-60 км для малих річок вище за водозабір цілком достатньо [13].

А внизу за течією кордон пройде на відстані 250-300 м від водозабору. Тут потрібно виключити зворотний рух води проти течії за рахунок вітру.

Третій пояс – до нього потрапляють міста, селища, села, що постачаються водою з цього джерела, територія потребує постійного контролю, але таких обмежень, як у першому та другому, вже немає [13].

2. Для водопостачання із підземного джерела (свердловини)

У варіанті з підземним джерелом також потрібна зона санітарної охорони. Для неглибоких водозабірних свердловин, що розкривають водоносні горизонти осадових відкладень, зона суворого режиму обводиться радіусом 50 м, а для глибоких свердловин, що досягають водоносних горизонтів у корінних скельних породах, ця цифра вдвічі менша – 25 м [13].

Тут не може бути ніяких зайвих споруд, окрім первинної насосної станції, водонапірної башти, мінімуму підсобних будов. Поверхневі та дренажні стоки необхідно вивести за межі, а саму територію облаштувати, озеленити, обнести огорожею, одночасно забезпечивши безперешкодний під'їзд спеціального транспорту з обслуговуючими бригадами для ліквідації можливих раптових неполадок, планових заходів з технічного обслуговування та ремонту обладнання [13].

Другий пояс визначається так, щоб забруднення з-за його меж не могли проникнути в підземні водоносні пласти та досягти водозабору в термін від 100 до 400 діб — конкретна цифра розраховується на основі законів гідродинаміки з урахуванням особливостей ґрунтів та кліматичних факторів.

Третій пояс – зона активної людської діяльності. Передбачається, що рух забруднень з цієї території у напрямку водозабору буде здійснюватися повільно

і займе часу більше, ніж планований термін експлуатації свердловини (25-50 років) [13].

Санітарно-захисні зони промальовуються на картах, інформація про них публікується, а пояс суворого режиму позначається всілякими запобіжними табличками та знаками на місцевості, обноситься суцільною огорожею, сіткою з колючим дротом тощо [13].

Для споруд та водоводів поза водозабором

Поза територіями, що належать до забору води з джерел, існують зони санітарної охорони суворого режиму навколо таких водопровідних споруд [13]:

- запасні резервуари, фільтрувальні станції – 30 м;
- башти водонапірні – 10 м;
- насосні установки, склади хлору та реагентів, відстійники та ін. – 15 м.

Уздовж водоводів і ліворуч, і праворуч необхідно прокласти санітарні смуги. Їхня ширина коливається від 10 до 50 м і залежить від того, наскільки високо піднімаються ґрунтові води, яким є діаметр труб водоводу. Якщо перетин труби не перевищує 1 м, достатньо смуги завширшки 10 м, для труби діаметром більше 1 м ширина смуги збільшується вдвічі, а при високих ґрунтових водах – до 50 м незалежно від розміру труби [13].

Коли водовід прокладається вже забудованими територіями, дозволено скорочення площі охоронних зон, якщо не заперечує санітарно-епідеміологічна служба.

Мережі водовідведення

Охоронні зони – гарантія захисту від забруднень. Їх дотримання обов'язково всім учасників громадських і господарських відносин, як публічних, так і приватних [13].

Охоронна зона мереж каналізації встановлюється пропорційно перерізу труби [13]:

- до 0,6 м в поперечному – не менше 5 метрів в обидві сторони;
- від 0,6 до 1,0 м та більше – по 10-25 метрів.

До уваги доводиться брати сейсмологічні характеристики місцевості, клімат та середньомісячні температури, вологість та промерзання ґрунту, особливості ґрунту. Наявність несприятливих чинників – привід збільшення охоронної зони [13].

Регламентується та відстань до каналізаційних мереж, розміщених під землею, від таких об'єктів [13]:

- від будь-яких фундаментів каналізація повинна відстояти на 3-5 метрів (для напірної відстані більше, ніж для самопливної);
- від опорних конструкцій, огорож, естакад відступ становить від 1,5 м до 3,0 м;
- від залізничного полотна – 3,5-4 м;
- від автодорожнього бордюру на проїжджій частині – 2,0 м та 1,5 м (нормативи для напірної та самопливної каналізації);
- від канав та кюветів – 1-1,5 м від ближнього краю; вуличні освітлювальні стовпи, стійки контактних мереж – 1-1,5 м;
- опори високовольтних електроліній – 25-3 м.

Цифри довідкові, точні інженерні розрахунки дозволяють отримати обґрунтованіші дані [13].

Висновок до розділу

Підіб'ємо підсумок. Охоронні зони – важлива умова у створенні водопостачальних та водовідвідних систем. Було аналізовано санітарно-захисні зони для водопровідних споруд та каналізаційних систем. Ці заходи необхідні для забезпечення захисту водних джерел від забруднень та забезпечення якості питної води. Чітко визначені зони залежать від різних факторів, таких як тип та розмір споруд, діаметр труб, характеристики місцевості та інші. Дотримання цих правил є важливим для гарантування безпеки та якості водопостачання і каналізації, забезпечуючи захист водних ресурсів від можливих забруднень.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності. Серед головних принципів охорони праці - передбачення ризиків, їхнє усунення на джерелі, а також застосування заходів профілактики та захисту працівників.

У контексті організації, суб'єктом охорони праці є керівництво. Це відповідальна особа чи колегіальний орган, який забезпечує створення безпечних умов праці та відповідає за впровадження системи охорони праці. Роботодавець має правові обов'язки щодо організації робочого процесу та забезпечення безпеки працівників.

Роботодавець зобов'язаний розробляти та впроваджувати внутрішні правила і політику щодо безпеки праці, здійснювати контроль за дотриманням стандартів, надавати необхідне оснащення та підготовку працівників з питань охорони праці.

5.1. Перелік небезпечних і шкідливих чинників

Під умовами праці розуміють усі умови трудового процесу та оточуючого виробничого середовища, які впливають на здоров'я та продуктивність праці людини. Фактори трудового процесу охоплюють основні аспекти, такі як важкість та напруженість роботи. Важкість роботи відображає, наскільки вона навантажує опорно-руховий апарат та функціональні системи організму (такі як серцево-судинна, дихальна та інші, що підтримують його функціонування). Напруженість роботи відображає, як це навантажує переважно центральну нервову систему, органи чуття та емоційну сферу працівника.

Виробниче середовище включає в себе фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні фактори, що існують у виробництві та впливають на людину. Усі ці фактори розглядаються як небезпечні та шкідливі. Небезпечні фактори

викликають травми, раптове погіршення здоров'я або можуть навіть призвести до смерті працівника. Шкідливі фактори можуть спричиняти захворювання та зменшення працездатності.

Фізичні небезпечні та шкідливі фактори можуть включати таке:

- Рухомі машини та обладнання, які можуть стати джерелом травм.
- Загазоване або запилене повітря у робочих зонах.
- Підвищені або знижені температури обладнання, матеріалів чи повітря в робочих зонах.
- Підвищений рівень шуму, вібрації, ультразвуку, інфразвуку.
- Зміни барометричного тиску та його різкі коливання.

У офісному середовищі існують різні шкідливі чинники, які впливають на здоров'я працівників. Ось 5 потенційно шкідливих факторів:

Ергономічна проблема. До цього фактору я віднесу неправильне розташування меблів та використання некомфортних стільців. Некоректне розташування меблів та непідходящі стільці спричиняють несправжню позу тіла під час роботи. Це призводить до напруги у м'язах, особливо у спині, шії, плечах, ногах, надає надмірні навантаження на руки, зап'ястя та пальці. Людина набуває сколіоз, прогресуючі проблеми із хребтом, структурні дефекти частин тіла.

Погана якість повітря. Рівень повітря в значній мірі впливає на продуктивність праці, частоту відсутності на роботі та настроїв працівників. Існує кілька причин, які спричиняють погіршення якості повітря. Серед них - обмежена циркуляція зовнішнього повітря через закриті або герметичні приміщення; переповненість просторів; недостатня технічна обслуговування вентиляційних систем; наявність в повітрі різних хімічних речовин, таких як пестициди та мийні засоби, вологість та поява плісняви; встановлення окремих кабін для роботи та перешкодження вільному потоку повітря у робочих

приміщеннях; а також збільшена або знижена вологість та забруднення приміщення (неадекватне внутрішнє облаштування).

Освітлення. Недостатнє чи надмірне освітлення може впливати на активність центральної нервової системи та загальну активність всіх життєвих процесів. Раціональне освітлення є важливим елементом виробничої культури, оскільки неможливо забезпечити чистоту та організованість у приміщенні, якщо світильники забруднені або в недбалому стані.

Небезпека ураження електричним струмом. Цей небезпечний фактор виникає при некоректному підключенні, обслуговуванні електричного обладнання, використання пошкоджених кабелів або приладів, несанкціоновану роботу чи неправильний монтаж електроустаткування, недбале ставлення до правил безпеки при роботі з електрикою. Наслідками цього є порушення здоров'я, смертність, ризик пожежі.

Шум. Робота різних офісних пристроїв, таких як принтери, сканери, комп'ютери та кондиціонери, є джерелами шуму в офісних приміщеннях. Інколи навіть ці звуки є дратівливими.

5.2 Організаційні та конструктивно-технологічні заходи для зниження впливу шкідливих виробничих факторів

У багатьох країнах, включаючи Україну, умови праці, пов'язані з організацією робочого місця з урахуванням ергономічних принципів, регулюються законодавством з охорони праці. В Україні, основним законом, який визначає правила охорони праці, є Кодекс законів про працю України [6].

Відповідно до ст. 158 «Обов'язок роботодавця щодо полегшення і оздоровлення умов праці працівників». Роботодавець зобов'язаний вживати заходів для полегшення і оздоровлення умов праці працівників шляхом впровадження сучасних технологій, досягнень науки і техніки, засобів механізації та автоматизації виробництва, вимог ергономіки, кращого досвіду з охорони праці, зниження та усунення запиленості і загазованості повітря у

виробничих приміщеннях, зниження інтенсивності шуму, вібрації, випромінювань тощо [6].

Рекомендовані заходи, щодо полегшення і оздоровлення умов праці:

Організаційні заходи

1. Проведення регулярної вентиляції. Рекомендується забезпечити часту і ефективну вентиляцію офісних приміщень. Це може включати природну вентиляцію через відкривання вікон або встановлення систем штучної вентиляції.
2. Контроль та обслуговування систем вентиляції. Регулярна перевірка та обслуговування систем вентиляції є важливою для забезпечення їх ефективності. Це включає заміну фільтрів, очищення вентиляційних каналів та обслуговування вентиляційних систем.
3. Створення «зеленого офісу». Використання рослин для очищення повітря, а також сприяння природній вентиляції та підтримання оптимальної вологості в приміщенні.
4. Освітня робота. Навчання працівників щодо впливу поганої якості повітря на здоров'я та способи самостійного покращення якості повітря в офісі.

Конструктивно-технологічні заходи

1. Встановлення систем очищення повітря. Використання повітроочисних систем або очисних фільтрів для зменшення концентрації шкідливих речовин та алергенів у повітрі.
2. Моніторинг якості повітря. Встановлення систем моніторингу якості повітря, що дозволяє вчасно виявляти проблеми та вживати заходи для їх вирішення.
3. Використання природних матеріалів та екологічно чистих засобів. Віддача переваги природним матеріалам для оздоблення та меблювання офісу, що дозволить уникнути викидів шкідливих речовин у повітря.

Забезпечення безпеки при користуванні електроприладами можна поділити на організаційні та технічні заходи. Регулюється Постановою Кабінету Міністрів України від 27.06.2003 р. № 994. «Перелік заходів та засобів з охорони праці, витрати на здійснення та придбання яких включаються до валових витрат» [14]. Правила використання електроустановок задля запобігання пожежі, регламентується частиною 4, Наказу від 30.12.2014 № 1417 «Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні» [18].

Організаційні заходи з електробезпеки

Щоб забезпечити повноцінну електробезпеку на підприємстві, керівник має провести низку наступних заходів [3]:

- Призначити електротехнічну службу.
- Затвердити внутрішні акти та інструкції щодо нюансів здійснення небезпечних робіт.
- Розробити та затвердити програми проведення перевірок ЕП, а також графіки планового ремонту та огляду обладнання.
- Вжити заходів щодо оптимізації та модернізації виробничого процесу.
- Ініціювати проведення навчальних курсів та інструктажів з електробезпеки.
- Своєчасно сплачувати встановлені згідно із законом компенсації постраждалим працівникам.
- Здійснювати контроль виробничої діяльності підприємства.
- Призначити особу, відповідальну за електрогосподарство [3].

Технічні заходи з електробезпеки

Електробезпека передбачає, що будуть проведені як організаційні, так і технічні заходи електробезпеки. А саме [6]:

- Ізоляція струмопровідних елементів устаткування.
- Обмеження доступу до струмоведучих елементів, наприклад, за допомогою встановлення огорож. Використання наклейок, інформаційних дошок, маркувань або запобіжних табличок.
- Забезпечення захисного заземлення. Це обов'язкова вимога для електроустаткування, що експлуатується у вибухонебезпечних зонах.
- Встановлення ручних, автоматичних або електромагнітних блокувальників безпеки.
- Проведення захисного розмежування електричних зон.
- Застосування розділових трансформаторів [6].

Грамотно спроектоване освітлення офісного простору покращує працездатність персоналу. Головне правило для загального освітлення - розсіяність та рівномірність. При виконанні виміру освітленості довільно обраної ділянки приміщення отримані значення мають показати малий розкид. Раціональним вибором стане створення комбінованого освітлення [10].

Нормування освітлення офісів: Освітлення в офісних приміщеннях нормується затвердженими законодавчими документами, залежить від розряду зорової роботи [10]:

- Офіс, обладнаний комп'ютерною технікою: 200-300 лк;
- Загальний офіс вільного планування: 400 лк;
- Робота з цифрами та кресленнями: 500 лк.

Нормуванню підлягають також:

- Передача кольору –відповідність сприйманого оком і реального кольору об'єкта при штучно створеному освітленні. Відповідно до ISO 8995 коефіцієнт кольоропередачі для офісів становить 80;

- Дисконфортна блискучість – яскравість, що викликає погіршення видимості, що перевищує показник, при якому зір здатний адаптуватися. Шкала

виміру блискоті від 13 до 28, при цьому крок її - 3 одиниці, де 13 - найбільш комфортне, не сліпуче освітлення. В офісному варіанті це значення дорівнює 19 [10].

Поверхні робочого столу слід забезпечити рівнем освітленості 500 лк. Це можливо, якщо загальне освітлення доповнити локальним - настільні освітлювальні прилади, забезпечені світлодіодами, що випромінюють холодне свічення. Це мобілізує персонал, створить робочий настрій [10].

5.2.1 Методи розрахунку природного освітлення

Відносна площа світлових прорізів α — відношення площі вікон до площі підлоги приміщення, що освітлюється: виражається в процентах:

$$\alpha = \frac{S_{\text{вік}}}{S_{\text{підл}}} * 100\% \quad (5.2.1.1)$$

де $S_{\text{вік}}$ – сумарна площа вікон у приміщенні, m^2

$S_{\text{підл}}$ – площа у цьому ж приміщенні;

Перевірочний розрахунок природної освітленості приміщення проводиться в такій послідовності:

1. Вимірюємо сумарну площу вікон (світлових прорізів) $S_{\text{вік}}$:

$$S_{\text{вік}} = a * b = 3 * 5 = 15 \text{ m}^2$$

Вікна в офісному приміщенні панорамні.

2. Вимірюємо площу підлоги у цьому приміщенні $S_{\text{підл}}$:

$$S_{\text{підл}} = a * b = 5 * 15 = 75 \text{ m}^2$$

3. Визначаємо відносну площу світлових прорізів α :

$$\alpha = \frac{15}{75} * 100\% = 20\%$$

Таблиця 5.2.1

Рекомендовані значення відносної площі світлових прорізів α для
виробничих приміщень

Розряд зорової роботи	Вид робіт за ступенем точності	α , %
II	Роботи дуже високої точності	16...20
III	Роботи високої точності	14...16
IV	Роботи середньої точності	12...14
V	Роботи малої точності	10...12
VI	Грубі роботи	8...10

Відповідно до табл. 5.2.1, для праці, яка має III розряд зорової роботи, показник у 20% є цілком достатнім та задовільняє норми.

5.3 Пожежо- та вибухонебезпека

Для розгляду беремо 6-ти поверхове офісне приміщення. Це приміщення, яким керується стандарт пожежної безпеки, належить до вищої категорії "B" за класифікацією пожежної безпеки. 6-поверхова будівля призначена для офісних цілей та відповідає найвищим стандартам безпеки та забезпечується всіма необхідними засобами для запобігання пожежам та ефективного управління ними.

Ця категорія "B" вказує на помірно високий ризик виникнення пожежі, але відповідає вимогам безпеки, що зменшує ймовірність пожежі та небезпеки для людей, що перебувають у ньому. Будівля обладнана передовими системами пожежної безпеки для швидкого виявлення та загасіння пожежі, а також для ефективної евакуації персоналу в надзвичайних ситуаціях.

Вогнегасники залишаються одними з найбільш потрібних та надійних інструментів для боротьби з пожежею і є обов'язковими для наявності в кожному офісі, громадських установах та на виробничих підприємствах. У деяких випадках вони дозволяють власноруч виконати ліквідацію загоряння ще на його

початкових стадіях. Вибір правильного типу вогнегасника для конкретного типу пожежі є важливим чинником, що визначає їх ефективність. Тому на кожному поверсі розташовані портативні вогнегасники: 2 вуглекислотні з об'ємом 5 кг та 1 шт. порошковий вогнегасник з об'ємом 9 кг.

Датчики та системи пожежної (пожежно-охоронної) сигналізації в офісному приміщенні відіграють критичну роль у виявленні пожежі на ранній стадії та негайному попередженні персоналу про небезпеку. Основна мета цих систем - забезпечити безпеку працівників та вчасну евакуацію в разі виникнення пожежі.

Датчики пожежної сигналізації:

1. Димові датчики: встановлені на кожному поверсі та важливих зонах офісу. Вони реагують на наявність диму, спрацьовуючи при його виявленні та активуючи сигнали пожежної тривоги.
2. Теплові датчики: розташовані у приміщеннях, де може виникнути велика температура у випадку пожежі (наприклад, близько від кухонних зон або систем опалення). Вони реагують на підвищення температури та також активують систему пожежної сигналізації.

Система пожежної сигналізації:

1. Сирени та миготливі світлові сигнали: у випадку активації датчиків пожежі, сирени негайно спрацьовують, а світлові сигнали активуються для візуального попередження персоналу.
2. Централізована панель управління: це основний механізм управління системою пожежної сигналізації. Вона відображає інформацію про активовані датчики та забезпечує можливість швидкої реакції персоналу на небезпеку.

Важливо відзначити, що ці системи повинні підтримуватися та періодично проходити технічне обслуговування для забезпечення їхньої надійності та ефективності у виявленні пожежних загроз. Такий комплексний підхід

забезпечує надійний захист приміщення та його мешканців у разі пожежної небезпеки.

В офісній будівлі встановлено по 20 димових датчиків на кожному поверсі та 10 теплових. Що надає змогу на швидке реагування при виникненні пожежі.

Шляхи евакуації:

1. Поверхи: кожен поверх обладнаний двома евакуаційними сходами, розташованими на протилежних кінцях коридору для максимальної доступності. На кожному сході вказані плани евакуації та виходи.
2. Зовнішні виходи: з кожного поверху є прямий доступ до зовнішніх евакуаційних сходів та площадки для евакуації, які забезпечують безпечний спуск з будівлі.

Отже, відповідно до забезпечених заходів пожежної безпеки, офісна будівля є добре підготовленим до запобігання пожежам та забезпечення безпечної поведінки в надзвичайних обставинах.

5.4 Інструкція з охорони праці при обслуговуванні мереж водопостачання та водовідведення

Водопровідно-каналізаційне господарство є однією з найважливіших систем життєзабезпечення населених пунктів.

Кожен робітник бригади зобов'язаний пройти спеціальне навчання і перевірку знань з правил безпечного виконання газонебезпечних робіт (НПАОП 0.00-5.11-85 «Типова інструкція з організації безпечного ведення газонебезпечних робіт»), а також повинний бути навчений правилам поводження з захисними засобами, зокрема з кисневим ізолюючим протигазом, шланговим протигазом, лампою ЛБВК, газоаналізатором, гаками і ломачами для відкривання кришок колодязів, тичини або складною лінійкою для перевірки міцності скоб (НПАОП 41.0-1.01-79 «Правила техніки безпеки при експлуатації систем водопостачання і водовідведення населених пунктів»), НПАОП 0.00-7.11-12 «Загальні вимоги стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці

працівників», НПАОП 0.00-3.07-09 «Норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам загальних професій різних галузей промисловості»).

Для працівників комунальних підприємств водоканалу враховуються такі основні аспекти з охорони праці:

- Проведення оцінки ризиків для ідентифікації потенційних небезпек та шкідливих факторів, які можуть виникнути під час виконання роботи з водопостачання та водовідведення.
- Забезпечення достатньої підготовки персоналу, оцінки ризиків щодо процедур безпеки та правил роботи з мережами. Навчання включає знання про безпечне використання обладнання, хімікатів, роботу під час аварійних ситуацій.
- Дотримання правил та використання необхідних засобів індивідуального захисту, таких як захисні каски, спеціальний одяг, рукавиці, окуляри чи захисні маски.
- Періодична перевірка та обслуговування обладнання з яким працюють комунальники.

Висновок до розділу

Охорона праці є надзвичайно важливим аспектом будь-якої діяльності, де безпека та здоров'я працівників стає пріоритетом. Для поглиблення знань ми проаналізували офісне приміщення в якому працюємо. Воно є добре оснащеним протипожежними приладами та має чіткий план евакуації. Методи розрахунку природного освітлення є достатнім для роботи. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів відіграє, у нашому трудовому житті, ключову роль для забезпеченні безпеки та здоров'я. Для застереження від цих факторів важливо систематично оцінювати їх вплив на робочому місці та вживати відповідні заходи для їх запобігання чи мінімізації.

ВИСНОВОК

Геоінформаційні технології у водопостачанні та водовідведенні є ключовими для модернізації та оптимізації інфраструктури інженерних мереж. Розвиток національної інфраструктури геопросторових даних в Україні відображає початок нового етапу інтеграції у сфері державного управління.

Найважливішим етапом для оптимізації інженерних мереж є створення математичної моделі водопостачання та водовідведення, це надає змогу:

1) провести інвентаризацію мереж, об'єднати всі дані в єдиному комплексі, щоденно оновлювати інформацію про елементи мережі і надалі працювати «не всліпу»;

2) провести гідравлічне моделювання системи для отримання оптимального режиму роботи;

3) за допомогою гідравлічного моделювання коректно підбирати вихідні дані для проектування об'єктів мережі та видачі технічних умов для підключення нових споживачів;

4) грамотно налагодити взаємодію підрозділів підприємства (аварійно-диспетчерський відділ, ВТО, головний інженер);

5) на базі розрахунково-інформаційного комплексу побудувати автоматизовану систему управління технологічним процесом.

Під час виконання дипломної роботи було здійснено натурний обхід водопровідної мережі для встановлення місцезнаходження гідрантів для подальшого аналізу пожежо-забезпеченості району в місті Ірпінь. Дослідження показало, що гідранти розташовані згідно норм та правил і забезпечують ефективне гасіння пожеж. Можливість моделювати аварійну ситуацію на мережі водопостачання, дає змогу ефективно планувати обслуговування, ремонт, запобігати втратам та тестувати різні сценарії аварій. П'єзографічні плани мереж є надзвичайно корисним інструментом для управління та підтримки систем

каналізації і не тільки, допомагають забезпечити ефективність, безпеку та ефективне управління цією інфраструктурою.

Головним інструментом для оптимізації та модернізації мереж є програмне забезпечення. Програма РІКОМ є сучасною українською розробкою, що і надалі продовжує розвиватися. Важливість вітчизняного продукту полягає у локалізації та придатності до ринку, підтримки мови та культурних особливостей. Йде розвиток місцевої ІТ-індустрії та росту інновацій в країні. Одною з найкращих переваг є більша контрольованість безпеки та конфіденційності даних: використання програмного забезпечення, розробленого вітчизняними компаніями, може забезпечити більшу контрольованість щодо захисту даних та дотримання внутрішніх правил безпеки.

Для оптимізації програмного забезпечення РІКОМ, пропонується додати модуль пожежної безпеки. Це покращить безпеку об'єктів, спростить управління ризиками та забезпечить відповідність нормативних вимог у сфері пожежної безпеки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гладілін В.М. ГІС ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ: Методичні вказівки до вивчення курсу для студентів спеціальностей 7.070901 «Геодезія», 8.0709.08 «Геоінформаційні системи і технології» - Київ, 2004
2. Зацерковний В. І., Бурачек В. Г., Железняк О. О., Терещенко А. О. ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ І БАЗИ ДАНИХ: [монографія] — : Міністерство Освіти і Науки України Національний авіаційний університет – Ніжин, 2014
3. Електробезпека: охорона праці та нормативне регулювання [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://profiteh.ua/elektrobezpeka-na-pidpriemstvi-ta-ofisi/>
4. Карпінський Ю.О., Лященко А.А., Волчко Є.П. Стандартизація географічної інформації [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://gki.com.ua/files/uploads/documents/TK_103/TC211_PAPER.pdf
5. Карпінський Ю.О., Лященко А.А., Лазоренко Н.Ю., Кінь Д.О. Основи створення інтероперабельних геопросторових даних – Київ: КНУБА, 2023
6. Кодекс законів про працю України від 01.10.2023 - Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/322-08#Text>
7. Косінов В.П. ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗМІЩЕННЯ ТОЧОК ВІДБОРУ ВОДИ ІЗ ВОДОПРОВІДНОЇ МЕРЕЖІ НАСЕЛЕНОГО ПУНКТУ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ПОЖЕЖОГАСІННЯ
8. Курильців Р. М. РОЛЬ ЗЕМЕЛЬНОГО КАДАСТРУ В ФОРМУВАННІ НАЦІОНАЛЬНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ
9. Лекція «Правовий режим особливо охоронюваних природних об'єктів і територій»
10. Освітлення робочого місця [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ledison.ua/tpost/8ssi8j55vs-osvtlennya-robochogo-mstsy-a-yak-zrobiti>
11. Основні екологічні проблеми людства, їх глобальний характер та суть [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://osvita.ua/vnz/reports/bjd/23700/>

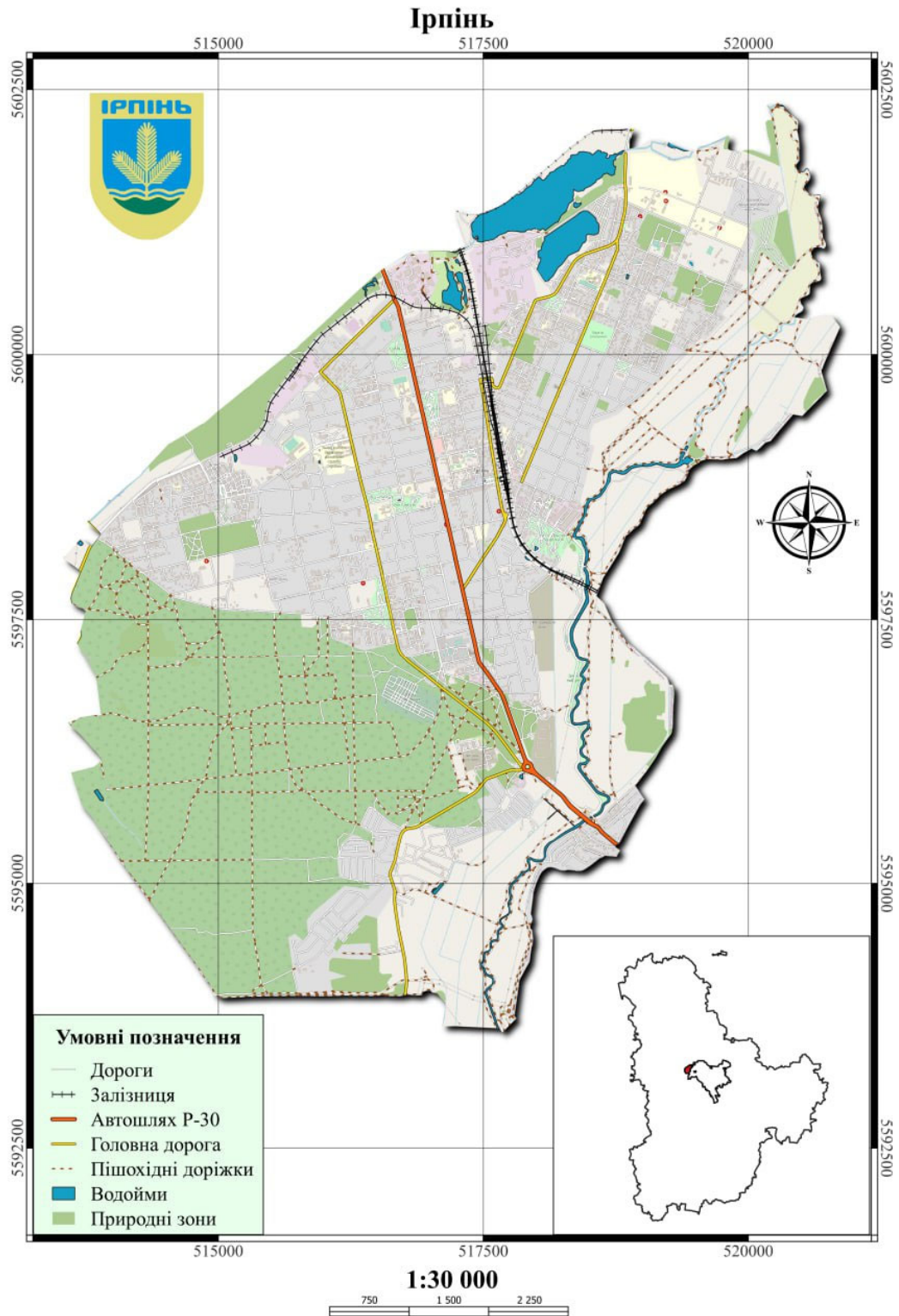
12. Охорона праці під час виконання робіт на об'єктах водопровідно-каналізаційного господарства [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ks.dsp.gov.ua/novyny-nahliad-v-promyslovosti-i-na-ob-iektakh-pidvyshchenoi-nebezpeky/ohorona-pratsi-pid-chas-vikonannya-robit-na-ob-yektah-vodoprovidno-kanalizatsijnogo-gospodarstva/>
13. Охоронна зона інженерних комунікацій, що можна будувати. Охоронна зона теплових мереж [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://roadsafety.org.ua/oxoronna-zona-inzhenernix-komunikacij-shho-mozhna-buduvati-oxoronna-zona-teplovix-merezh-skilki-metriv-pidlyagaye-oxoroni/>
14. «Перелік заходів та засобів з охорони праці , витрати на здійснення та придбання яких включаються до валових витрат»: Постанова Кабінету Міністрів України від 27.06.2003 р. № 994. - Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994-2003-%D0%BF>
15. «Про водовідведення та очищення стічних вод»: Закон України від 12.01.2023 / Верховна Рада України. - Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2887-20#Text>
16. «Про Державний земельний кадастр»: Закон України від від 18.05.2023 №8 / Верховна Рада України. - Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3613-17#Text>
17. «Про доступ до публічної інформації» : Закон України від 08.10.2023 № 32 / Верховна Рада України. - Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2939-17#Text>
18. «Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні»: Наказ Міністерство Внутрішніх Справ України від 30.12.2014 № 1417. - Режим доступу до ресурсу: https://zakononline.com.ua/documents/show/352204__744300
19. «Про національну інфраструктуру геопросторових даних»: Закон України від 09.07.2023 № 37 / Верховна Рада України. - Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/554-20#Text>

- 20.«Про національну інфраструктуру геопросторових даних»: Концепція проекту Закону України № 464-р (464-2013-р) від 26.06.2013 - Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1021-2007-%D1%80#Text>
- 21.«Про питну воду та питне водопостачання»: Закон України від 01.10.2023 № 16 / Верховна Рада України. - Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2918-14#Text>
22. «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність»: Закон України від 08.06.2023 № 5-6 / Верховна Рада України. - Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/353-14#Text>

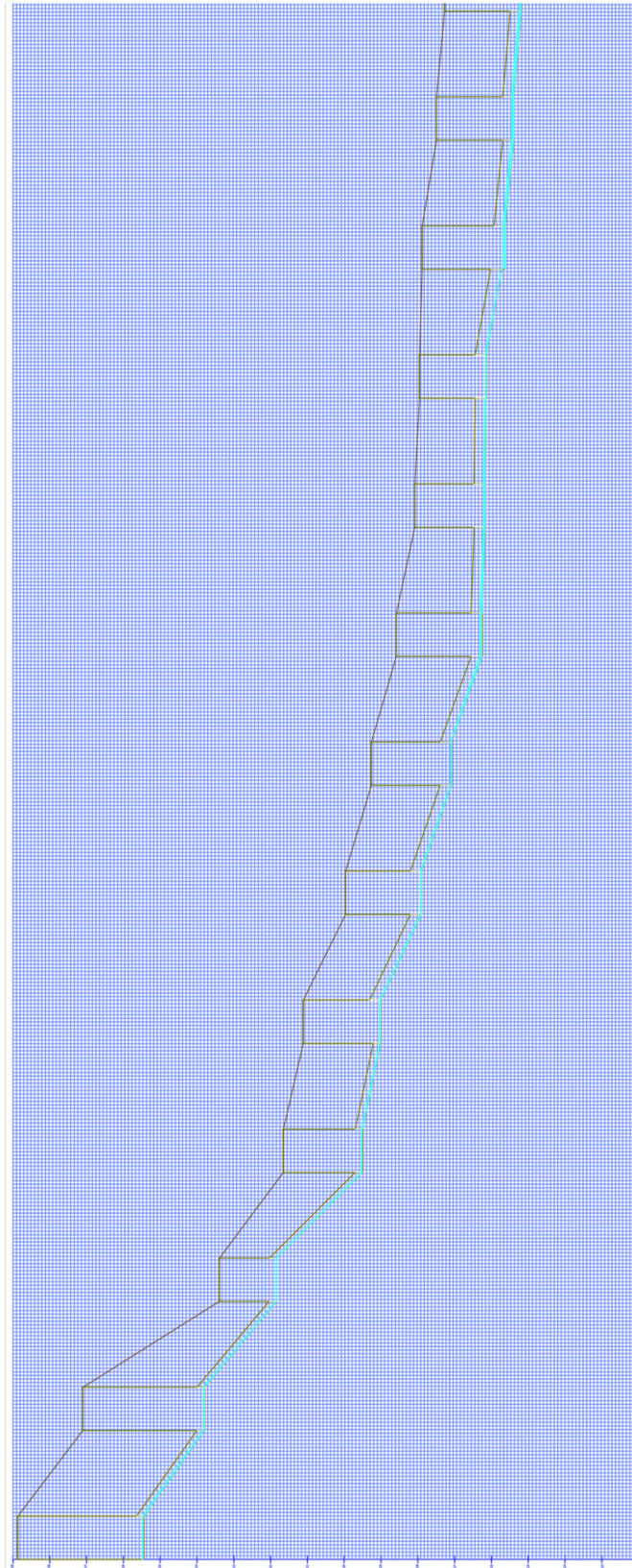
ДОДАТКИ

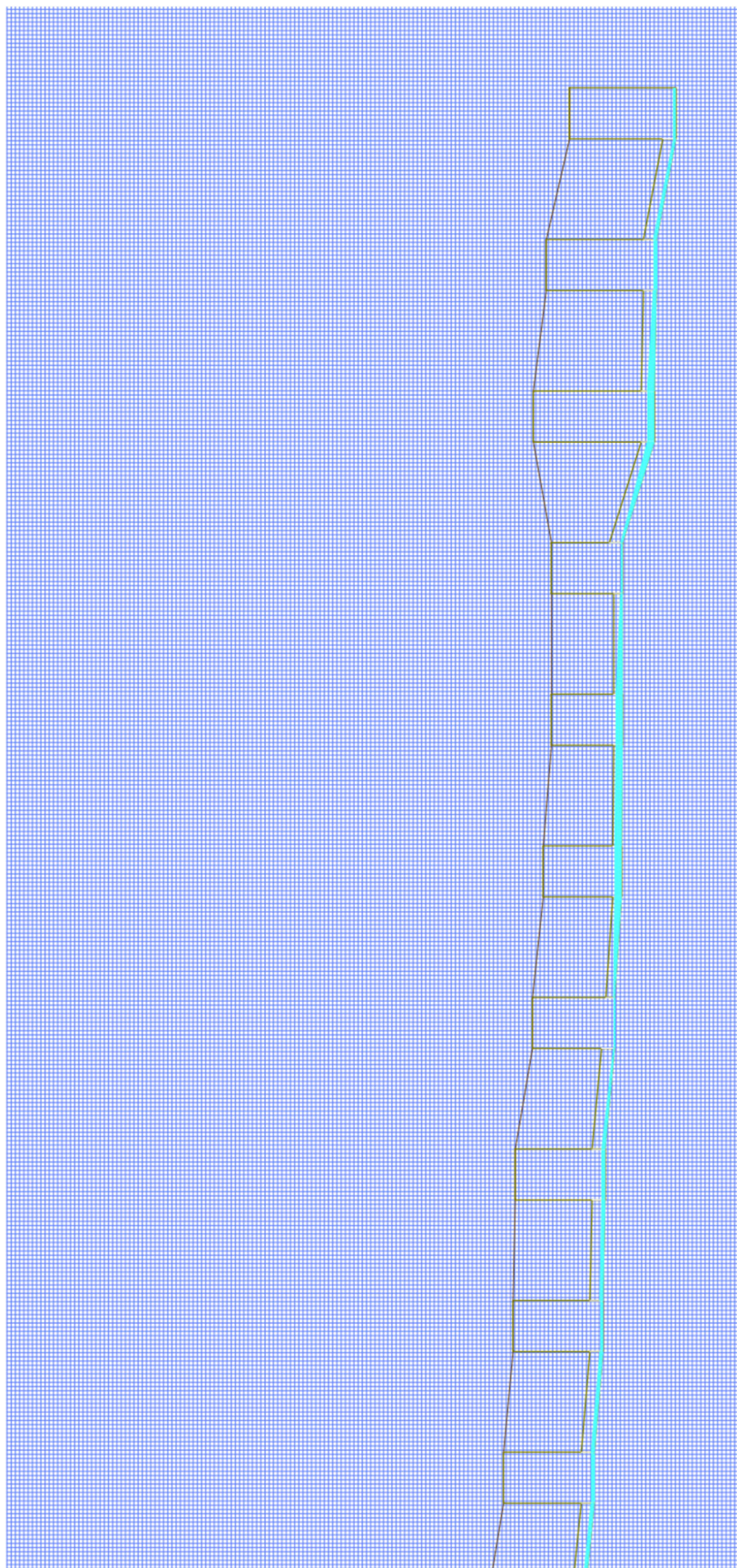
Додаток А

Карта міста Ірпінь



П'єзографік каналізаційної мережі по вул. Ярославська





Параметри трубопроводу та камер по вул. Ярославська

1-2 камера

Кі	5264	5261	15208	15209
Забруднення				
Концентрація забруднення, мг/л	5264	5261	15208	15209
Геодезична позначка, м	138,87		137,1	
Глибина, м	3,42		3,3	
Витрата, л/с	1,872	1,872	1,872	1,92
Витрата, м3/год	6,7392	6,7392	6,7392	6,912
Рівень затоплення, м	135,482		133,825	
Витрата затоплення, л/с			-0,048	
Витрата затоплення, м3/год			-0,1728	
Середня витрата, л/с	1,855	1,855	1,9	1,9
Середня витрата, м3/год	6,678	6,678	6,84	6,84
Середній рівень затоплення, м	135,482		133,825	
Середня витрата затоплення, л/с	0,003		0,023	
Середня витрата затоплення, м3/год	0,0108		0,0828	
Макс. витрата, л/с	1,874	1,874	1,92	1,92
Макс. витрата, м3/год	6,7464	6,7464	6,912	6,912
Макс. рівень затоплення, м	135,482		133,825	
Макс. витрата затоплення, л/с	1,149		1,124	
Макс. витрата затоплення, м3/год	4,1364		4,0464	
Час макс. затоплення, год				
Напів на виході, м		135,482		133,825
Середній тиск на виході, м	5264	5261	15208	15209
Макс. тиск на виході, м	5264	5261	15208	15209
Час макс. наповн., год				
Форма		О		О
Тип каналу				
Матеріал		ПВХ		ПВХ
Висота, м		0,2		0,2
Довжина, м		180,091		73,9372
Шорсткість по Манінгу		0,011		0,011
Початковий рівень, м		133,8		131,84
Кінцевий рівень, м		135,45		133,8
Коеф. локального опору	5264	5261	15208	15209
Нахил, мм/м		9,16205		26,509
Швидкість, м/с		0,6837		1,0056
Середня швидкість, м/с		0,6787		0,9983
Макс. швидкість, м/с		0,7291		1,0059
Напів на вході, м		133,825		131,859
Середній тиск на вході, м	5264	5261	15208	15209
Макс. тиск на вході, м	5264	5261	15208	15209
Наповнення на вході		0,1595		0,1255
Середнє наповнення на вході		0,158		0,1245
Макс. наповнення на вході		0,1595		0,1255
Наповнення на виході		0,1255		0,097
Середнє наповнення на виході		0,1245		0,096
Макс. наповнення на виході		0,1255		0,097

3-5 камери

5243	5242	12486	12487	5241	5240
5243	5242	12486	12487	5241	5240
133,39		131,65		131,11	
1,55		2,15		2,1	
1,924	1,924	2,012	1,951	2,093	2,091
6,9264	6,9264	7,2432	7,0236	7,5348	7,5276
131,859		129,524		129,036	
		0,061		0,002	
		0,2196		0,0072	
1,903	1,903	1,924	1,924	2,065	2,065
6,8508	6,8508	6,9264	6,9264	7,434	7,434
131,859		129,524		129,036	
0,001		0,003		0,001	
0,0036		0,0108		0,0036	
1,925	1,925	1,951	1,951	2,092	2,092
6,93	6,93	7,0236	7,0236	7,5312	7,5312
131,859		129,524		129,036	
0,322		0,516		0,428	
1,1592		1,8576		1,5408	
	131,859		129,524		129,036
5243	5242	12486	12487	5241	5240
5243	5242	12486	12487	5241	5240
	О		О		О
	ПВХ		ПВХ		Кераміка
	0,2		0,2		0,3
	42,0889		18,8344		50,2787
	0,011		0,011		0,014
	129,5		129,01		127,9
	131,84		129,5		129,01
5243	5242	12486	12487	5241	5240
	55,5965		26,0163		22,0769
	1,028		0,8532		0,6507
	1,0211		0,8446		0,6456
	1,0297		0,8533		0,6562
	129,524		129,036		127,929
5243	5242	12486	12487	5241	5240
5243	5242	12486	12487	5241	5240
	0,097		0,1225		0,086
	0,096		0,121		0,0853333
	0,097		0,1225		0,086
	0,1225		0,129		0,0963333
	0,121		0,128		0,0956667
	0,1225		0,129		0,097

Продовження додатку В

6-8 камери

5220	5219	5216	5215	5236	5235
5220	5219	5216	5215	5236	5235
129,96		129,26		128,58	
2,06		2,17		2,33	
2,175	2,175	2,583	2,583	3,153	2,815
7,83	7,83	9,2988	9,2988	11,3508	10,134
127,929		127,112		126,307	
				0,338	
				1,2168	
2,147	2,147	2,531	2,531	2,756	2,756
7,7292	7,7292	9,1116	9,1116	9,9216	9,9216
127,929		127,112		126,306	
0,002		0,003		-0,081	
0,0072		0,0108		-0,2916	
2,176	2,176	2,584	2,584	2,816	2,816
7,8336	7,8336	9,3024	9,3024	10,1376	10,1376
127,929		127,114		126,307	
0,448		0,883		1,5	
1,6128		3,1788		5,4	
	127,929		127,112		126,307
5220	5219	5216	5215	5236	5235
5220	5219	5216	5215	5236	5235
	0		0		0
	Кераміка		Кераміка		Кераміка
	0,3		0,3		0,3
	42,46		40,8691		43,5698
	0,014		0,014		0,014
	127,09		126,25		126,17
	127,9		127,09		126,25
5220	5219	5216	5215	5236	5235
	19,0768		20,5534		1,83613
	0,7431		0,4692		0,3128
	0,7402		0,4646		0,3096
	0,7585		0,5109		0,3129
	127,112		126,307		126,224
5220	5219	5216	5215	5236	5235
5220	5219	5216	5215	5236	5235
	0,097		0,0803333		0,188667
	0,0956667		0,0736667		0,186
	0,097		0,0803333		0,188667
	0,0746667		0,188667		0,181333
	0,0736667		0,186		0,178667
	0,0803333		0,188667		0,181333

9-11 камери

5156	5155	5154	5153	5152	5151
5156	5155	5154	5153	5152	5151
128,08		127,95		127,88	
1,91		1,81		2,25	
2,815	2,815	2,815	2,815	6,064	5,992
10,134	10,134	10,134	10,134	21,8304	21,5712
126,224		126,17		125,693	
				0,071	
				0,2556	
2,754	2,754	2,753	2,753	5,909	5,909
9,9144	9,9144	9,9108	9,9108	21,2724	21,2724
126,224		126,169		125,692	
0,003		0,001		-0,007	
0,0108		0,0036		-0,0252	
2,815	2,815	2,815	2,815	5,995	5,995
10,134	10,134	10,134	10,134	21,582	21,582
126,224		126,17		125,693	
0,453		0,103		1,603	
1,6308		0,3708		5,7708	
	126,224		126,17		125,693
5156	5155	5154	5153	5152	5151
5156	5155	5154	5153	5152	5151
	0		0		0
	Кераміка		Кераміка		Кераміка
	0,3		0,3		0,3
	13,1973		5,82249		46,2281
	0,014		0,014		0,014
	126,14		125,72		125,39
	126,17		126,14		125,63
5156	5155	5154	5153	5152	5151
	2,27319		72,1341		5,19165
	0,4652		2,1329		0,5626
	0,4591		2,107		0,5585
	0,4652		2,133		0,5628
	126,17		125,72		125,452
5156	5155	5154	5153	5152	5151
5156	5155	5154	5153	5152	5151
	0,181333		0,1		0,21
	0,178667		0,0983333		0,207667
	0,181333		0,1		0,21
	0,1				0,206333
	0,0983333				0,204
	0,1				0,206333

12-14 камери

5174	5173	12545	12546	5150	5149
5174	5173	12545	12546	5150	5149
127.49		127.27		127.22	
2.1		2.08		2.08	
6.222	6.159	6.159	6.159	6.159	6.159
22.3992	22.1724	22.1724	22.1724	22.1724	22.1724
125.452		125.25		125.213	
0.064		-0.001			
0.2304		-0.0036			
6.069	6.069	6.067	6.067	6.064	6.064
21.8484	21.8484	21.8412	21.8412	21.8304	21.8304
125.451		125.249		125.212	
0.004		0.002		0.003	
0.0144		0.0072		0.0108	
6.161	6.161	6.159	6.159	6.159	6.159
22.1796	22.1796	22.1724	22.1724	22.1724	22.1724
125.452		125.25		125.213	
1.363		0.616		0.91	
4.9068		2.2176		3.276	
	125.452		125.25		125.213
5174	5173	12545	12546	5150	5149
5174	5173	12545	12546	5150	5149
	0		0		0
	Кераміка		Кераміка		Кераміка
	0.3		0.3		0.3
	33.069		5.50929		45.2679
	0.014		0.014		0.014
	125.19		125.14		124.92
	125.39		125.19		125.14
5174	5173	12545	12546	5150	5149
	6.04796		9.07558		4.85995
	0.5972		0.5272		0.9342
	0.5923		0.5225		0.9261
	0.5973		0.5272		1.0335
	125.25		125.213		124.936
5174	5173	12545	12546	5150	5149
5174	5173	12545	12546	5150	5149
	0.206333		0.200667		0.243333
	0.204		0.198		0.240667
	0.206333		0.200667		0.243333
	0.200667		0.243333		0.0546667
	0.198		0.240667		0.0536667
	0.200667		0.243333		0.0556667

15-17 камери

5148	5147	5146	5145	5144	12552
5148	5147	5146	5145	5144	12552
126.82		126.57		126.38	
1.9		1.81		1.64	
6.214	6.214	9.804	9.803	10.15	10.115
22.3704	22.3704	35.2944	35.2908	36.54	36.414
124.936		124.909		124.879	
				0.035	
				0.126	
6.118	6.118	9.679	9.679	9.982	9.982
22.0248	22.0248	34.8444	34.8444	35.9352	35.9352
124.936		124.908		124.878	
0.001		0.004		-0.02	
0.0036		0.0144		-0.072	
6.214	6.214	9.806	9.806	10.117	10.117
22.3704	22.3704	35.3016	35.3016	36.4212	36.4212
124.937		124.909		124.889	
4.217		1.695		2.481	
15.1812		6.102		8.9316	
	124.936		124.909		124.879
5148	5147	5146	5145	5144	12552
5148	5147	5146	5145	5144	12552
	0		0		0
	Кераміка		Кераміка		Кераміка
	0.2		0.2		0.2
	9.46186		14.9682		30.917
	0.014		0.014		0.014
	124.76		124.74		124.74
	124.92		124.76		124.74
5148	5147	5146	5145	5144	12552
	16.91		1.33617		
	0.5058		0.4046		0.8185
	0.5004		0.401		0.8091
	0.5064		0.4047		0.8186
	124.909		124.879		124.767
5148	5147	5146	5145	5144	12552
5148	5147	5146	5145	5144	12552
	0.0835		0.746		0.743
	0.0805		0.7395		0.6895
	0.0835		0.746		0.743
	0.746		0.695		0.137
	0.7395		0.6895		0.1365
	0.746		0.743		0.1995

Продовження додатку В

18-20 камери

12553	9466	15019	15020	15016	15017
12553	9466	15019	15020	15016	15017
126.38		126.8		126.5	
1.64		2.8		2.55	
10.115	10.115	10.115	10.115	10.115	10.115
36.414	36.414	36.414	36.414	36.414	36.414
124.767		124.154		124.019	
9.981	9.981	9.956	9.956	9.949	9.949
35.9316	35.9316	35.8416	35.8416	35.8164	35.8164
124.767		124.152		124.018	
0.002		0.025		0.006	
0.0072		0.09		0.0216	
10.116	10.116	10.116	10.116	10.116	10.116
36.4176	36.4176	36.4176	36.4176	36.4176	36.4176
124.78		124.154		124.019	
1.213		2.793		0.86	
4.3668		10.0548		3.096	
	124.767		124.154		124.019
12553	9466	15019	15020	15016	15017
12553	9466	15019	15020	15016	15017
	0		0		0
	Кераміка		Кераміка		Кераміка
	0.3		0.3		0.3
	89.7914		73.7169		35.8231
	0.014		0.014		0.014
	124		123.95		123.5
	124.74		124		123.95
12553	9466	15019	15020	15016	15017
	8.24132		0.67827		12.5617
	0.5603		0.4223		1.0426
	0.5568		0.4175		1.0304
	0.6019		0.4223		1.0429
	124.154		124.019		123.548
12553	9466	15019	15020	15016	15017
12553	9466	15019	15020	15016	15017
	0.133		0.514		0.23
	0.091		0.507667		0.227
	0.133		0.514		0.23
	0.514		0.23		0.16
	0.507667		0.227		0.157667
	0.514		0.23		0.16

21 камера

15017	5405
15017	5405
	125.96
	2.46
10.115	10.115
36.414	36.414
	123.548
	-0.19
	-0.684
9.949	10.134
35.8164	36.4824
	123.547
	0.24
	0.864
10.116	10.31
36.4176	37.116
	123.548
	1.763
	6.3468
124.019	
15017	5405
15017	5405
0	
Кераміка	
0.3	
35.8231	
0.014	
123.5	
123.95	
15017	5405
12.5617	
1.0426	
1.0304	
1.0429	
123.548	
15017	5405
15017	5405
0.23	
0.227	
0.23	
0.16	
0.157667	
0.16	

3D-модель рельєфу міста Ірпінь



Мережі водопостачання району в місті Ірпінь



Мережі водовідведення району в місті Ірпінь

