

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка
Природничо-математичний факультет
Кафедра хімії, технологій та фармації

Кваліфікаційний проєкт

освітній ступінь: бакалавр

на тему:

**«БУДІВНИЦТВО СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ В С. ГОРБОВЕ
НОВГОРОД-СІВЕРСЬКОГО РАЙОНУ ЧЕРНІГІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ»**

Виконав:

студент 4 курсу, групи 46

спеціальності 194 Гідротехнічне

будівництво, водна інженерія та

водні технології

Ступак Євгеній Ігорович

Керівник:

к. т. н. Котельчук Андрій Леонідович

Чернігів – 2026

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка
Природничо-математичний факультет
Кафедра хімії, технології та фармації

ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ
НА ВИПУСКНИЙ КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЄКТ ЗДОБУВАЧА ОСВІТИ ВИЩОЇ
ОСВІТИ

Тема проєкту: *Будівництво систем водопостачання в с. Горбове Новгород-Сіверського району Чернігівської області.*

Вихідні дані:

1. Генеральний план с. Горбове М 1:1000 (розроблений автором в межах даного кваліфікаційного проєкту).
2. Водозабір – підземні води (артезіанські свердловини).
3. Чисельність населення – 356 осіб, розрахункова – 400 осіб.
4. Площа забудови – 1,73 км², тип забудови – індивідуальна садибна (1–2 поверхи).
5. Норма водоспоживання – 150 л/(добу·чол.).

Зміст розрахунково-пояснювальної записки:

Анотація

Вступ

1. Характеристика об'єкта проєктування.
2. Визначення розрахункових витрат води.
3. Проєктування водопровідної мережі та водоводів.
4. Проєктування та розрахунок споруд.
5. Кошторисна документація.

Висновки.

Список використаних джерел.

Перелік графічних матеріалів (виконується на аркушах формату А2)

Креслення ситуаційного плану та споруд водопроводів.

Креслення конструкції ВБ, РЧВ та плани вертикального планування доріг станцій очищення.

Креслення профілів основних водоводів діаметром із указівкою пьезометрів.

Роботу подано до розгляду « 08 » 06 2026 року.

Студент

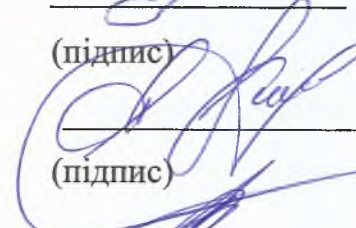


Ступак Є. І.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

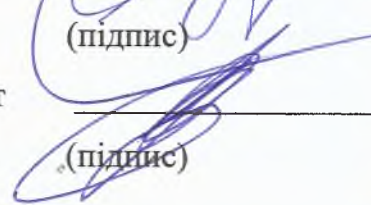


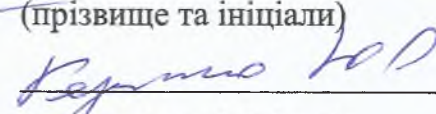
Котельчук А. Л.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент





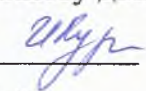
(підпис)

(прізвище та ініціали)

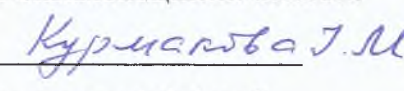
Кваліфікаційну роботу (проект) розглянуто на засіданні кафедри хімії, технологій та фармації. Протокол № 13 від « 08 » 06 2026 року.

Студент (ка) допускається до захисту даної роботи в екзаменаційній комісії.

Завідувач кафедри



(підпис)



(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційний проєкт присвячений розробці технічних рішень для будівництва централізованої системи господарсько-питного та протипожежного водопостачання села Горбове Новгород-Сіверського району Чернігівської області з розрахунковою чисельністю населення 400 осіб.

Джерелом водопостачання прийнято підземні (артезіанські) води. Добовий обсяг споживаної питної води складає 479,2 м³/добу (максимальний), 66 м³/добу (господарсько-питні потреби населення). Річне водоспоживання – 72 090 м³/рік.

У проєкті прийняті такі принципові технічні рішення: водозабір з двох артезіанських свердловин продуктивністю 4 м³/год кожна; станція водопідготовки (напірна аерація, знезалізнення, УФ-зnezараження) продуктивністю 4 м³/год; два резервуари чистої води ємністю по 100 м³; насосна станція другого підйому з двоступеневим режимом роботи (подача 4,0 та 6,65 л/с); водопровідна мережа тупиково-розгалуженого типу із поліетиленових труб ПЕ100 SDR17 діаметром 50–110 мм, загальною протяжністю 7 357 м; водонапірна башта висотою 37,5 м.

Розрахункові витрати на пожежогасіння – 10 л/с; пожежний запас у РЧВ – 103 м³. Вільний напір у диктуючій точці мережі – не менше 10 м. Максимальні втрати напору по основному шляху мережі – 5,46 м.

Реалізація проєкту забезпечить мешканців с. Горбове якісною питною водою відповідно до вимог ДБН В.2.5-74:2013 та ДСанПіН 2.2.4-171-10, підвищить рівень благоустрою та санітарно-епідеміологічної безпеки населеного пункту.

ЗМІСТ

Вступ	7
Розділ 1. Характеристика об'єкта проєктування	9
1.1. Кліматичні умови	10
1.2. Геологічні та гідрогеологічні умов	11
1.3. Існуючий стан водопостачання та водовідведення	12
1.4. Гідрологічні дані	13
Розділ 2. Визначення розрахункових витрат води	14
2.1. Визначення розрахункових добових та річних витрат води	14
2.2. Визначення розрахункових витрат води на пожежогасіння	17
2.3. Визначення погодинних витрат води	18
2.4. Визначення режимів роботи насосів	20
Розділ 3. Проєктування водопровідної мережі та водоводів	22
3.1. Трасування водопровідної мережі	22
3.2. Режим роботи та вузлові відбори	23
3.3. Вибір матеріалу та діаметрів трубопроводів	24
3.4. Гідравлічний розрахунок мережі	26
Розділ 4. Проєктування та розрахунок споруд	28
4.1. Розрахунок водоводів	28
4.2. Водозабірні споруди	28
4.3. Станція водопідготовки	29
4.4. Визначення об'єму резервуарів чистої води	30
4.5. Визначення об'єму бака водонапірної башти	32
4.6. Визначення висоти водонапірної башти і напору насосів	35
4.7. Зони санітарної охорони	36
Розділ 5. Кошторисна документація	38
5.1. Загальна кошторисна відомість	38
5.2. Об'єктна кошторисна відомість	39

5.3. Локальна кошторисна відомість	39
Висновки	40
Список використаних джерел	42
Додаток 1. Конструктивна схема водопровідної мережі	44
Додаток 2. Вузол проходження труб через стіни колодязя	45
Додаток 3. Схема колодязя	46

ВСТУП

Актуальність теми. Забезпечення населення якісною питною водою є одним із пріоритетів державної політики у сфері житлово-комунального господарства. В умовах сільської місцевості ця проблема набуває особливої гостроти. Станом на початок 2020-х років централізованим водопостачанням охоплено лише близько 28–32 % сільських населених пунктів України, тоді як переважна більшість мешканців продовжують користуватися шахтними колодязями та індивідуальними свердловинами, які не забезпечують належної якості та санітарної безпеки питної води [9].

Поліська зона, до якої відноситься Новгород-Сіверський район Чернігівської області, характеризується специфічними гідрогеологічними умовами: неглибоким заляганням ґрунтових вод (1,5–3,0 м) та наявністю артезіанських горизонтів з підвищеним вмістом заліза і марганцю. За дослідженнями ряду авторів, понад 60 % колодязного водозабору у поліській зоні не відповідає вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10, за мікробіологічними показниками, що є прямою загрозою здоров'ю населення [16]. Відсутність централізованого водопостачання унеможливорює також забезпечення нормативного протипожежного запасу води.

Метою даного кваліфікаційного проєкту є розробка технічних рішень для будівництва централізованої системи водопостачання села Горбове Новгород-Сіверського району Чернігівської області. Проєктна документація розроблена автором у 2025–2026 рр. в межах виконання кваліфікаційного проєкту.

Об'єкт дослідження – система централізованого водопостачання сільського населеного пункту з підземним джерелом водозабору.

Предмет дослідження – технічні рішення, розрахункові параметри та конструктивне оформлення системи водопостачання с. Горбове (водопровідна

мережа, водоводи, водозабірні споруди, резервуари чистої води, насосні станції).

– Для досягнення зазначеної мети було поставлено низку завдань:

1. Вивчити методiku визначення розрахункових витрат води для різних категорій споживачів (населення, протипожежних потреб).
2. Обрати оптимальну схему водопостачання з урахуванням природних і технічних умов.
3. Виконати трасування водопровідної мережі з подальшими гідравлічними розрахунками.
4. Зпроектувати водоводи, водозабірні споруди, резервуари чистої води та водонапірної башти.
5. Розрахувати режими роботи насосного обладнання.
6. Зформувати навички складання проєктної документації відповідно до чинних нормативів.

Методи дослідження: аналіз нормативної та наукової літератури; метод розрахунку витрат води за нормами водоспоживання (ДБН В.2.5-74:2013) [4]; гідравлічний розрахунок трубопровідних систем за методом Шевелєва; техніко-економічне порівняння варіантів; графоаналітичний метод визначення регулюючих об'ємів ємнісних споруд.

Практичне значення роботи. Результати кваліфікаційного проєкту можуть бути використані як основа для розробки робочої документації на будівництво системи водопостачання с. Горбове, а також як методичний матеріал при проєктуванні аналогічних систем для інших сільських населених пунктів Поліської зони України

РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ПРОЄКТУВАННЯ

Об'єктом проєктування є система водопостачання села Горбове Новгород-Сіверського району Чернігівської області. Населений пункт розташований у північній частині Чернігівської області, приблизно за 12 км на захід від районного центру – міста Новгород-Сіверський. Має переважно індивідуальну садибну забудову з присадибними ділянками. Планувальні характеристики забудови відповідають вимогам ДБН Б.2.2-12:2019 [3] Планувальна структура сформована вздовж основних вулиць – вул. Шевченка та вул. Центральної, які є головними планувальними осями населеного пункту.

На даний час централізована система водопостачання відсутня. Населення забезпечується водою виключно з індивідуальних джерел – шахтних колодязів та неглибоких свердловин, що не гарантує стабільної якості та санітарної безпеки питної води [14]. Відсутність централізованого водопостачання унеможлиблює також забезпечення нормативного протипожежного запасу відповідно до вимог ДБН В.2.5-74:2013 [4].

Згідно з розробленим генеральним планом, передбачається прокладання водопровідної мережі із поліетиленових труб діаметром 50, 75 та 110 мм загальною протяжністю 7 357 м, а також встановлення 70 залізобетонних оглядових колодязів. Вибір поліетиленових труб обумовлений їхньою корозійною стійкістю, тривалим строком служби (понад 50 років), відповідністю санітарним вимогам для питного водопостачання та зручністю монтажу в ґрунтових умовах Полісся. Застосування поліетиленових труб сприяє зменшенню втрат води та підвищенню надійності систем водопостачання [17].

Живлення мережі здійснюється від артезіанських свердловин через насосну станцію першого підйому та резервуари чистої води (РЧВ), звідки насосна станція другого підйому подає воду безпосередньо у водопровідну мережу. Схема водопостачання – централізована, тупиково-розгалужена, що є

типовою для сільських населених пунктів із лінійним характером забудови та невеликою чисельністю мешканців [1].

Визначення площ та чисельність населення представлено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Визначення площ та чисельності населення

Показник	Значення
Фактична чисельність населення, осіб	356
Розрахункова чисельність (перспектива), осіб	400
Площа населеного пункту, км ²	1,73
Тип забудови	Індивідуальна садибна, 1–2 поверхи
Основні вулиці	вул. Шевченка, вул. Центральна
Площа поливних територій (присадибні ділянки), га	4,0

Абсолютні відмітки поверхні землі в межах с. Горбове змінюються в діапазоні 124,62–157,17 м. Максимальний перепад висот складає близько 32 м.

1.1. Кліматичні умови

Територія с. Горбове розташована в зоні помірно-континентального клімату. Кліматичні умови прийняті за ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 [9].

Середньорічна температура повітря: +6,5...+7,0 °С. Температура найхолоднішого місяця (січень): –6...–8 °С. Абсолютний мінімум температури досягає –30 °С. Кількість атмосферних опадів – 570–610 мм на рік. Глибина промерзання ґрунту для Чернігівської області: 1,2–1,4 м, що

визначає мінімальну глибину укладання труб – не менше 1,5 м до верху труби [1]. Ця вимога є обов'язковою при виборі глибини траншей і проектуванні перетинів водопроводу з іншими підземними комунікаціями. Поливний сезон у регіоні становить орієнтовно 120 діб (травень–серпень), що враховано при визначенні річних витрат води.

1.2. Геологічні та гідрогеологічні умови

Геологічна будова території формувалась під впливом льодовикових та водно-льодовикових процесів. Основні ґрунти в межах траси мережі: супіски, піски середньої та дрібної зернистості, суглинки. Несуча здатність ґрунтів – задовільна для влаштування траншей без кріплення стінок при глибині до 1,0 м. При глибині більше 1,5 м у піщаних ґрунтах необхідно передбачати тимчасове кріплення стінок траншей або нахил укосів 1:1 [1].

Рівень ґрунтових вод: 1,5–3,0 м від поверхні землі. Ґрунтові води приурочені до піщаних горизонтів і не захищені від поверхневого забруднення, що є основною причиною їхньої невідповідності санітарним нормам. Підземні води глибших артезіанських горизонтів (глибина 30–50 м) мають надійний водотривкий перекривальний шар і є пріоритетним джерелом для централізованого питного водопостачання. За даними гідрогеологічних досліджень по регіону, водоносний горизонт характеризується підвищеним вмістом заліза (до 5–10 мг/л при нормі 0,2 мг/л), що обумовлює необхідність влаштування станції знезалізнання [7].

Рельєф місцевості – слабохвилястий, типовий для Новгород-Сіверського Полісся. Абсолютні відмітки поверхні землі в межах с. Горбове змінюються від 124,62 до 157,17 м, максимальний перепад висот складає близько 32 м. Такий перепад є суттєвим для гідравлічного розрахунку мережі та визначення напору насосів

1.3. Існуючий стан водопостачання та водовідведення

Централізована система водопостачання в с. Горбове відсутня. Відведення побутових стічних вод здійснюється у вигрібні ями та септики відповідно до вимог ДБН В.2.5-75:2013 [5]. Водозабезпечення населення здійснюється виключно з індивідуальних шахтних колодязів глибиною 5–12 м та поодиноких неглибоких свердловин. Зважаючи на близьке залягання ґрунтових вод (1,5–3,0 м) та відсутність каналізації, ймовірність мікробіологічного та хімічного забруднення питної води є надзвичайно високою. Основні проблеми водопостачання:

- невідповідність якості питної води вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 [7];
- відсутність гарантованого водопостачання та протипожежного запасу;
- ризики забруднення підземних вод через відсутність каналізації.

Централізована каналізація відсутня – відведення стічних вод здійснюється у вигрібні ями та септики [18].

Показник проєктованої водопровідної мережі представлена в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Показники проєктованої водопровідної мережі

№	Найменування	Одиниця виміру	Кількість
1	Проєктований водопровід Ø110 мм	м	1 964
2	Проєктований водопровід Ø75 мм	м	748
3	Проєктований водопровід Ø50 мм	м	4 645
4	Залізобетонні колодязі	шт.	70
Разом (загальна довжина мережі)		м	7 357

1.4. Гідрологічні дані

Джерелом централізованого водопостачання с. Горбове прийнято підземні (артезіанські) води. Використання поверхневих водних об'єктів як джерела питного водопостачання не передбачається – найближча водойма (р. Десна) розташована на значній відстані та потребує складного водопідготовчого комплексу. Гідрологічні дані поверхневих вод наводяться як довідковий матеріал для загальної характеристики регіону.

Найближчим значним поверхневим водним об'єктом є р. Десна – права притока Дніпра. Площа водозбору Десни в межах Чернігівської області – близько 66 900 км². Середньорічна витрата у районі Новгород-Сіверського – 370–420 м³/с. Річний режим характеризується весняним паводком (квітень–травень) з підйомом рівнів на 6–8 м, літньо-осінньою меженню та зимовим льодоставом (грудень–лютий).

Підземні води прийнятого водоносного горизонту належать до напірних міжпластових вод, приурочених до піщаних відкладів крейдового і юрського віку. Горизонт перекритий водотривкими глинистими породами потужністю 15–25 м. Статичний рівень підземних вод – на глибині 2–5 м від поверхні землі. Дебіт окремої свердловини за результатами регіональних гідрогеологічних досліджень – 5–15 м³/год, що перевищує проєктну потребу (4 м³/год) [7].

Хімічний склад підземних вод – гідрокарбонатно-кальцієвий. Загальна мінералізація – 0,3–0,6 г/л, жорсткість – 5–8 мг-екв/л, рН – 7,0–7,5. Основне відхилення від норм ДСанПіН 2.2.4-171-10 [7] – підвищений вміст заліза двовалентного до 5–10 мг/л (норма 0,2 мг/л) та марганцю до 0,2–0,5 мг/л (норма 0,05 мг/л), що обумовлює необхідність знезалізнення у складі водопідготовки [7]. Мікробіологічні показники в межах норми завдяки надійному захисту горизонту. Таким чином, підземні води є придатним джерелом після знезалізнення та УФ-знезараження.

РОЗДІЛ 2. ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ВИТРАТ ВОДИ

Правильне визначення розрахункових витрат є основою всього проєктування системи водопостачання [11, 12, 13, 15]. Заниження витрат призводить до дефіциту води і недостатнього тиску в мережі, завищення – до невиправданих капітальних витрат. Відповідно до ДБН В.2.5-74:2013, розрахункові витрати визначаються з урахуванням норм водоспоживання, чисельності населення, коефіцієнтів нерівномірності та категорій споживачів [4]. Для сільського населеного пункту з індивідуальною садибною забудовою основними категоріями водоспоживачів є: населення (господарсько-питні потреби), поливання присадибних ділянок і городів, а також протипожежне водопостачання [15].

2.1. Визначення розрахункових добових та річних витрат води

Розрахункові добові витрати води визначають для всіх водоспоживачів відповідно до ДБН В.2.5-74:2013 [4]. Норма водоспоживання встановлюється залежно від ступеня благоустрою будівель та приймається за таблицями нормативного документа. Для будинків з холодним водопроводом і каналізацією без ванн, що є типовим для сільської садибної забудови, норма становить 150 л/(добу·чол.) [4]. Коефіцієнт, що враховує витрати на потреби місцевої промисловості та невраховані витрати, приймається $K_m = 1,1$.

Середньодобові витрати води ($\text{м}^3/\text{добу}$), які використовує населення, визначають за формулою:

$$Q_{\text{ср.доб.}} = q \cdot N \cdot K_m / 1000, \quad (2.1)$$

де q – норма питомого водоспоживання, л/(добу·чол.): 150 л/добу (ДБН В.2.5-74:2013, додаток А, таблиця А.1, для будинків з водопроводом, каналізацією без ванн) [1];

N – розрахункова чисельність населення, чол.: 400 чол.;

K_m – коефіцієнт, що враховує витрати на потреби місцевої промисловості та невраховані витрати: 1,1.

$$Q_{\text{ср.доб.}} = 150 \cdot 400 \cdot 1,1 / 1000 = 66 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Розрахункові витрати на добу найбільшого та найменшого водоспоживання визначають за формулами:

$$Q_{\text{доб.макс.}} = K_{\text{доб.макс.}} \cdot Q_{\text{ср.доб.}}, \quad (2.2a)$$

$$Q_{\text{доб.мін.}} = K_{\text{доб.мін.}} \cdot Q_{\text{ср.доб.}}, \quad (2.2б)$$

Коефіцієнти добової нерівномірності відповідно до ДБН В.2.5-74:2013, п. 2.2 [10]:

$$K_{\text{доб.макс.}} = 1,2; \quad K_{\text{доб.мін.}} = 0,8.$$

$$Q_{\text{доб.макс.}} = 1,2 \cdot 66 = 79,2 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$Q_{\text{доб.мін.}} = 0,8 \cdot 66 = 52,8 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Витрати води на поливання присадибних ділянок (м³/добу) визначають за формулою:

$$Q_{\text{пол.}} = 10 \cdot q \cdot F_n, \quad (2.3)$$

де q – питомі витрати води на поливання (л/м²): для присадибних ділянок $q = 10 \text{ л/м}^2$ [10];

F_n – площа поливу: 4,0 га.

$$Q_{\text{пол.}} = 10 \cdot 10 \cdot 4,0 = 400 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Витрати води на поливання приймають рівномірними протягом поливного сезону (1 поливання на добу). Визначення витрат води на поливання представлено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Визначення витрат води на поливання

Вид території	Площа Fn, га	Питомі витрати q, л/м²	Витрати Qпол, м³/добу
Присадибні ділянки	4,0	10	400
Всього	4,0	—	400

Підсумкова таблиця добових витрат води всіма споживачами представлена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Визначення добових витрат води населення

Розрахунок ва кільк. Жителів N, чол.	Норма q, л/добу	Коеф. Km	Кдоб.макс	Кдоб.мін	Qсер, м³/добу	Qmax, м³/добу	Qmin, м³/добу
400	150	1,1	1,2	0,8	66	79,2	52,8

Розрахунок підсумкових добових витрат води споживачами представлена в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Підсумкова таблиця добових витрат води споживачами

Назва	Середня, м³/добу	Максимальна, м³/добу	Мінімальна, м³/добу
Витрати населенням (господарсько-питні)	66	79,2	52,8
Витрати на поливання	400	400	400
Всього, м³/добу	466	479,2	452,8

Розрахункова добова витрата:

$$Q_{\text{роз.доб.}} = Q_{\text{max}} = 479,2 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Річні витрати води визначають на основі середньодобових за формулою:

$$Q_{\text{рік}} = Q_{\text{ср.доб.п}} \cdot T_{\text{п}} + Q_{\text{ср.доб.н}} \cdot T_{\text{н}}, \quad (2.4)$$

де $Q_{\text{ср.доб.п}}$ і $Q_{\text{ср.доб.н}}$ – середньодобові витрати відповідно протягом поливного і неполивного періодів, м³/добу;

$T_{\text{п}}$ і $T_{\text{н}}$ – тривалість цих періодів, діб.

$$Q_{\text{ср.доб.н.}} = Q_{\text{ср.доб.}} - Q_{\text{пол.}} = 466 - 400 = 66 \text{ м}^3/\text{добу} \quad (2.5)$$

$$T_{\text{н}} = 365 - 120 = 245 \text{ діб} \quad (2.6)$$

При $T_{\text{п}} = 120$ діб річні витрати дорівнюють:

$$Q_{\text{рік}} = 466 \cdot 120 + 66 \cdot 245 = 55\,920 + 16\,170 = 72\,090 \text{ м}^3/\text{рік}$$

2.2. Визначення розрахункових витрат води на пожежогасіння

Протипожежний водопровід приймається об'єднаним з господарсько-питним відповідно до [10]. Розрахункова кількість одночасних пожеж для сільського населеного пункту з числом жителів до 500 осіб – 1 пожежа [10].

Витрати води на зовнішнє пожежогасіння для будівель з 1–2 поверхами [10]:

$$q_{\text{пож}} = 10 \text{ л/с}$$

Тривалість гасіння пожежі: $T_{\text{пож}} = 3 \text{ год}$ [10].

Пожежний запас води, що зберігається в РЧВ:

$$W_{\text{пож}} = q_{\text{пож}} \cdot T_{\text{пож}} \cdot 3,6 = 10 \cdot 3 \cdot 3,6 = 108 \text{ м}^3 \quad (2.7)$$

Максимальні витрати з мережі при пожежогасінні:

$$q_{\text{р.пож.}} = q_{\text{р.макс}} + q_{\text{пож}} = 2,08 + 10 = 12,08 \text{ л/с} \quad (2.8)$$

Максимальна секундна витрата з мережі (без пожежогасіння):

$$q_{\text{р.макс}} = Q_{\text{доб.макс}} / 86\,400 \cdot 1000 = 79\,200 / 86\,400 = 0,917 \text{ л/с}$$

2.3. Визначення погодинних витрат води

Погодинні витрати води, що відбираються з водопровідної мережі, визначають залежно від коефіцієнта годинної нерівномірності:

$$K_{\text{год.макс}} = \beta_{\text{макс}} \cdot \alpha_{\text{макс}}, \quad (2.9)$$

де $\alpha_{\text{макс}}$ – коефіцієнт, що враховує ступінь благоустрою; для садибної забудови $\alpha_{\text{макс}} = 1,5$;

$\beta_{\text{макс}}$ – коефіцієнт, що враховує кількість жителів: для $N = 400$ чол. $\beta_{\text{макс}} = 1,35$.

$$K_{\text{год.макс}} = 1,5 \cdot 1,35 = 2,025 \text{ (приймають 2,0)}$$

Максимальна годинна витрата:

$$Q_{\text{макс.год}} = Q_{\text{доб.макс}} \cdot K_{\text{год.макс}} / 24 = 79,2 \cdot 2,0 / 24 = 6,6 \text{ м}^3/\text{год} \quad (2.10)$$

Витрати на поливання по годинах (рівномірно протягом $T_{\text{пол}} = 6 \text{ год}$):

$$Q_{\text{пол.год}} = Q_{\text{пол}} / T_{\text{пол}} = 400 / 6 = 66,7 \text{ м}^3/\text{год} \quad (2.11)$$

Розподіл погодинних витрат води в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

Розподіл погодинних витрат води (% від $Q_{доб} = 466 \text{ м}^3/\text{добу}$)

Години доби	Населення, % від $Q_{доб}$	Поливання, $\text{м}^3/\text{год}$	Всього, $\text{м}^3/\text{год}$	% від добового
0–1	2	0	9,32	2%
1–2	1	0	4,66	1%
2–3	1	0	4,66	1%
3–4	1	0	4,66	1%
4–5	2	0	9,32	2%
5–6	4	66,7	75,34	16%
6–7	6	66,7	78,68	17%
7–8	8	66,7	80,48	17%
8–9	5	66,7	70,0	15%
9–10	6	0	27,96	6%
10–11	5	0	23,3	5%
11–12	5	0	23,3	5%
12–13	6	0	27,96	6%
13–14	5	0	23,3	5%
14–15	4	0	18,64	4%
15–16	4	0	18,64	4%
16–17	5	0	23,3	5%
17–18	6	0	27,96	6%
18–19	7	0	32,62	7%

19–20	6	0	27,96	6%
20–21	4	0	18,64	4%
21–22	2	0	9,32	2%
22–23	1	0	4,66	1%
23–24	1	0	4,66	1%
За добу	100%	400	466	100%

Максимальна погодинна витрата води: $Q_{\text{макс.год}} = 80,48 \text{ м}^3/\text{год}$ (година 7–8).

2.4. Визначення режимів роботи насосів

Графік роботи насосів, що живлять мережу, приймається двоступеневим [17].

При сумарній подачі насосами 1-го та 2-го ступенів:

$$P1 \cdot T1 + P2 \cdot T2 = 100\% \quad (2.12)$$

Погодинні подачі ступенів: $P1 = 3,0\%$, $T1 = 7 \text{ год}$; $P2 = 5,0\%$, $T2 = 17 \text{ год}$.

Перевірка: $3,0 \cdot 7 + 5,0 \cdot 17 = 21 + 85 = 106\%$ ($\approx 100\%$ з врахуванням витрат на поливання у денний час).

Погодинні витрати насосами ($\text{м}^3/\text{год}$) кожного ступеня:

$$Q_i = P_i \cdot Q_{\text{р.доб}} / 100 \quad (2.13)$$

$$Q1 = 3,0 \cdot 479,2 / 100 = 14,38 \text{ м}^3/\text{год} (\approx 4,0 \text{ л/с})$$

$$Q2 = 5,0 \cdot 479,2 / 100 = 23,96 \text{ м}^3/\text{год} (\approx 6,65 \text{ л/с})$$

Величина розрахункових витрат води представлена в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5

Величини розрахункових витрат води

№	Назва	Позначення	Одиниця виміру	Значення
	Водоспоживання			
1	Річна	Q _{рік}	м³/рік	72 090
2	Максимальна добова	Q _{доб.макс}	м³/добу	479,2
3	Максимальна погодинна	Q _{макс.год}	м³/год	80,48
4	Максимальна секундна (без пожежогасіння)	q _{р.макс}	л/с	0,917
5	Витрати на пожежогасіння	q _{пож}	л/с	10
6	Сумарна (з пожежогасінням)	q _{р.пож}	л/с	12,08
	Подача насосами НС-2			
7	Добова подача НС-2	Q _{доб.н.с.}	м³/добу	479,2
8	Погодинна (1-й ступінь)	Q ₁	м³/год	14,38
9	Погодинна (2-й ступінь)	Q ₂	м³/год	23,96
10	Секундна (1-й ступінь)	q ₁	л/с	4,0
11	Секундна (2-й ступінь)	q ₂	л/с	6,65
12	Пожежні насоси	q _{пож}	л/с	10,0

РОЗДІЛ 3. ПРОЄКТУВАННЯ ВОДОПРОВІДНОЇ МЕРЕЖІ ТА ВОДОВОДІВ

3.1. Трасування водопровідної мережі та складання розрахункової схеми

Водопровідна мережа с. Горбове складається з магістральних та розподільчих ліній [15] і охоплює всю територію населеного пункту [12]. Принципи трасування прийняті відповідно до [1; 15].

При трасуванні мережі враховувались такі принципи: мережа повинна охоплювати всіх споживачів; магістральні лінії прокладаються по найбільш піднятих відмітках для забезпечення гравітаційного розподілу; трубопроводи розміщуються вздовж вулиць та доріг; перетини з іншими підземними комунікаціями та перешкодами мінімізуються; ширина вулиць та можливість виконання ремонтних робіт враховується при виборі сторони прокладання труб [2]. Розміщення інженерних мереж у межах вулиць та проїздів прийнято відповідно до вимог ДБН Б.2.2-12:2019 [3].

З метою зменшення об'ємів робіт гідравлічного розрахунку розраховують тільки магістральну мережу, а діаметри розподільчих ліній призначають конструктивно з умови забезпечення мінімально допустимого діаметра 50 мм для можливості санітарного промивання. Трасування виконано вздовж вулично-дорожньої мережі населеного пункту.

Мережа запроектована тупиково-розгалуженого типу з урахуванням лінійного характеру забудови. Тупиковий тип мережі обраний з огляду на невелику чисельність населення (400 осіб) та значну протяжність вулиць при малій ширині та густоті забудови, що унеможлиблює економічно виправдане влаштування кільцевих перемичок. Вузли мережі визначені в точках перетину трубопроводів, місцях встановлення арматури (засувки, вантузів, випусків) та приєднання відгалужень (колодязі ВК-9 – ВК-15, ВКА-4 – ВКА-7).

Основні гілки мережі (відповідно до генплану, розробленого в межах даного проєкту):

- В1-3 та В1-3-1 – вул. Шевченка (магістраль та відгалуження);

- В1-4, В1-4-1, В1-4-2, В1-4-3 – розгалуження на вулицях центральної та південної частини.

3.2. Режим роботи мережі та вузлові відбори

Система водопостачання розраховується як тупикова мережа з одностороннім живленням від насосної станції через РЧВ.

Розрахунковий варіант: максимальне водоспоживання з мережі. Вода подається від НС-2 в кількості $q_{н.с.} = 6,65$ л/с.

Вузлові витрати визначаються за формулою:

$$Q_{вуз} = 0,5 \cdot q_{пит} \cdot \sum l_{р.і} + q_{кр.п.}, \quad (3.1)$$

де $q_{пит}$ – питомі витрати води (л/с·м); $l_{р.і}$ – розрахункова довжина ділянки, м.

Питомі шляхові витрати:

$$q_{ш} = q_{нас} / L_p, \quad (3.2)$$

де $q_{нас}$ – витрати населенням, л/с: $q_{нас} = 66\,000 / 86\,400 = 0,764$ л/с;

L_p – сума розрахункових довжин ліній, з яких відбирається вода:

$L_p = 1\,964 + 748 + 4\,645 = 7\,357$ м (загальна довжина мережі).

$$Q_{пит} = 0,764 / 7\,357 = 0,0001038 \text{ л/(с·м)}$$

Визначення вузлових відборів для випадку максимального водоспоживання представлено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Визначення вузлових відборів для випадку максимального водоспоживання

Вузол / Гілка	Розрахункова довжина L_p , м	Вузловий відбір, л/с	Повний відбір, л/с
ВК-9 (В1-3 ПК2+98)	298	0,031	0,031

БК-10 (В1-3 ПК4+97)	199	0,021	0,021
БК-11 (В1-4 ПК1+11)	111	0,012	0,012
БК-12 (В1-4 ПК2+12)	101	0,010	0,010
БК-13 (В1-4 ПК4+07)	195	0,020	0,020
БК-14 (В1-4 ПК4+34)	27	0,003	0,003
БК-15 (кінцевий)	400	0,042	0,042
Кінці тупиків В1-3- 1, В1-4-1, В1-4-2, В1-4-3	6 026	0,625	0,625
Всього	7 357	0,764	0,764

3.3. Вибір матеріалу та діаметрів трубопроводів

Відповідно до вимог ДБН В.2.5-74:2013 [4] приймаються поліетиленові труби ПЕ100 SDR17 (ДСТУ ISO 4427 [8]). Обґрунтування:

- хімічна стійкість до агресивних ґрунтів та корозії;
- термін служби не менше 50 років;
- відповідність санітарним вимогам для питного водопостачання;
- можливість з'єднання методом зварювання встик.

Діаметри труб визначені з умови забезпечення нормативної швидкості руху води $v = 0,6\text{--}1,5$ м/с та гідравлічного розрахунку:

$$Q = v \cdot \pi \cdot d^2 / 4 \quad (3.3)$$

$$\text{Звідси: } d = 2\sqrt{(Q / \pi \cdot v)}$$

Обґрунтування діаметрів трубопроводів представлено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Обґрунтування діаметрів трубопроводів

Ділянка	Витрата Q, л/с	Прийнятий діаметр, мм	Розрахункова швидкість v, м/с	Призначення
B1-3 (магістраль, ПК0+00– ПК2+98)	0,917	110	0,097	Магістраль від НС-2
B1-3 (ПК2+98– ПК4+97)	0,60	75	0,136	Розподільча
B1-3-1 (всі ділянки)	0,30	50	0,153	Тупиковий розподіл
B1-4 (ПК0+00– ПК4+34)	0,40	75	0,091	Розподільча
B1-4-1, B1-4- 2, B1-4-3	0,15– 0,20	50	0,076–0,102	Тупикові кінці

Примітка: При розрахунку враховано, що при малих витратах для сільських мереж допускається зниження швидкості до 0,3 м/с з умови забезпечення санітарного промивання [10]. Прийняті діаметри відповідають запроєктованій мережі.

3.4. Гідравлічний розрахунок мережі

Втрати напору на ділянках водопровідної мережі визначаються за формулою:

$$h_i = S_i \cdot q_i^{\beta}, \quad (3.4)$$

де q_i – витрати води на ділянці, л/с; β – показник степеня для поліетиленових труб: $\beta = 1,77$;

$$S_i - \text{опір ділянки: } S_i = A_i \cdot K_{si} \cdot l_i, \quad (3.5)$$

де A_i – питомий опір (за таблицями Шевелєва); $K_{si} = 1,0$ (нові труби); l_i – довжина, м.

Гідравлічний розрахунок основних ділянок мережі представлено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Гідравлічний розрахунок основних ділянок мережі

Ділянка	Довж. L, м	d, мм	Q, л/с	A (питомий опір)	S = A·l	h = S·q ^{1,77} , м
В1-3 ПК0+00– ПК2+98	298	110	0,917	0,000866	0,258	0,22
В1-3 ПК2+98– ПК4+97	199	75	0,600	0,006200	1,234	0,62
В1-3-1 ПК0+00– ПК5+60	560	50	0,300	0,044100	24,696	4,62

В1-4 ПК0+00– ПК1+11	111	75	0,400	0,006200	0,688	0,22
В1-4 ПК1+11– ПК2+12	101	75	0,300	0,006200	0,626	0,14
В1-4 ПК2+12– ПК4+07	195	50	0,200	0,044100	8,600	0,97
В1-4-2 ПК0+00– ПК2+22	222	50	0,150	0,044100	9,790	0,72
В1-4-3 ПК0+00– ПК4+07	407	50	0,100	0,044100	17,954	0,68

Загальні втрати напору по найдовшому шляху (В1-3 → В1-3-1):

$$\Sigma h = 0,22 + 0,62 + 4,62 = 5,46 \text{ м}$$

Необхідний напір у системі визначається як:

$$H_{p.n.} = Z_d + H_{вн.д} + \Sigma h_{вод} + \Sigma h_{мережа}, \quad (3.6)$$

де Z_d – геодезична відмітка найвищої диктуючої точки мережі: 157,17 м (за генпланом);

$H_{вн.д}$ – необхідний вільний напір для 1–2-поверхової забудови: 10 м [4];

$\Sigma h_{вод}$ – втрати напору у водоводах (орієнтовно): 5,0 м;

$\Sigma h_{мережа}$ – максимальні втрати напору в мережі: 5,46 м.

$$H_{p.n.} = 157,17 + 10 + 5,0 + 5,46 = 177,63 \text{ м (абс. Відмітка п'єзометра)}$$

Перевірка для нижньої точки мережі (відмітка 124,62 м):

$$H_{вн} = 177,63 - 124,62 = 53,01 \text{ м} < 60 \text{ м (допустимо)}$$

РОЗДІЛ 4. ПРОЄКТУВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК СПОРУД

4.1. Розрахунок водоводів

Водоводи від НС-2 до мережі прокладаються у дві нитки однакового діаметра. Одна нитка – робоча, друга – резервна.

Розрахункова витрата по водоводу при подачі насосів 2-го ступеня:

$$Q_p = Q_2 / n = 23,96 / 2 = 11,98 \text{ м}^3/\text{год} = 0,00333 \text{ м}^3/\text{с} \quad (4.1)$$

де $n = 2$ – кількість ниток.

Економічно вигідний діаметр водоводу з умови $v = 0,8\text{--}1,2 \text{ м/с}$:

$$d = \sqrt{(4Q / \pi \cdot v)} = \sqrt{(4 \cdot 0,00333 / 3,14 \cdot 1,0)} = \sqrt{0,00424} = 0,065 \text{ м}$$

Приймається $d = 75 \text{ мм}$ (ПЕ100 SDR17). Фактична швидкість:

$$v = 4Q / (\pi \cdot d^2) = 4 \cdot 0,00333 / (3,14 \cdot 0,075^2) = 0,753 \text{ м/с} \in [0,6; 1,5] \checkmark$$

Втрати напору у водоводі при подачі насосів 2-го ступеня ($l = 200 \text{ м}$, $\Delta z \approx 10 \text{ м}$):

$$h_{\text{вод}} = A \cdot l \cdot Q^{1,77} = 0,0062 \cdot 200 \cdot 0,933^{1,77} = 1,24 \cdot 0,873 = 1,08 \text{ м}$$

4.2. Водозабірні споруди

Вибір джерела водопостачання є одним із визначальних рішень при проєктуванні системи [12, 13]. Відповідно до вимог ДБН В.2.5-74:2013 [4], для централізованого господарсько-питного водопостачання перевагу надають підземним джерелам [14], оскільки вони захищені від поверхневого забруднення, не потребують складної очистки та відрізняються стабільними фізичними і хімічними показниками впродовж року. Для с. Горбове підземні (артезіанські) води прийняті як основне джерело водопостачання. Також використання підземних вод є одним із напрямів ресурсозбереження у системах водопостачання [17].

Водозабір передбачається з артезіанських свердловин: 1 робоча + 1 резервна. Наявність резервної свердловини є обов'язковою вимогою для

систем централізованого питного водопостачання відповідно до [4], оскільки забезпечує безперебійне водопостачання на час проведення планового або аварійного ремонту робочої свердловини. Конструкція свердловини передбачає: кондуктор для ізоляції ґрунтових вод, обсадну колону в робочій зоні та фільтрову частину у водоносному горизонті.

Розрахункова витрата однієї свердловини: $Q_{\text{св}} = Q_{\text{доб.макс}} / (T \cdot n) = 79,2 / (20 \cdot 1) = 3,96 \text{ м}^3/\text{год} \approx 4,0 \text{ м}^3/\text{год}$, де $T = 20$ год – тривалість роботи свердловини на добу; $n = 1$ – кількість робочих свердловин.

Технічні характеристики свердловини:

- обсадна колона: діаметр 127 мм, орієнтовна глибина 30–50 м;
- насосне обладнання: занурювальний насос типу ЕЦВ 5-6,3-80 або аналог ($Q = 4\text{--}6 \text{ м}^3/\text{год}$, $H = 80 \text{ м}$);
- зона санітарної охорони 1-го поясу: радіус 30 м, огорожа, благоустрій.

Навколо свердловини влаштовується надземний павільйон або підземна камера для розміщення КВП, електрообладнання та захисту від несанкціонованого доступу і атмосферних опадів. Водопідйомний трубопровід від свердловини прокладається до насосної станції першого підйому або безпосередньо до РЧВ.

4.3. Станція водопідготовки

Якість підземних вод, що використовуються для централізованого питного водопостачання, повинна відповідати вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної» [7]. Основним специфічним забруднювачем підземних вод Полісся є залізо та марганець, вміст яких суттєво перевищує нормативні значення. Підземні води Полісся часто містять залізо у формі Fe^{2+} (розчинене залізо) в кількості до 5–10 мг/л при нормі $\leq 0,2$ мг/л та марганець до 1,0 мг/л при нормі $\leq 0,05$ мг/л. Вода з таким складом набуває характерного бурого забарвлення після контакту з повітрям, має неприємний запах і смак, залишає іржаві осадки на сантехнічному обладнанні та трубах [7].

Технологічна схема видалення заліза ґрунтується на окисненні двовалентного заліза Fe^{2+} до тривалентного Fe^{3+} з подальшим осадженням та фільтруванням утвореного гідроксиду заліза. Для невеликих продуктивностей (до 10–15 м³/год) найдоцільнішим є застосування напірних аераторів і напірних фільтрів безреагентного знезалізнення. Технологічна схема водопідготовки для продуктивності 4 м³/год включає такі стадії:

- напірна аерація для окиснення $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$ (аератор вмонтовується безпосередньо в напірний трубопровід після насоса свердловини);
- напірний фільтр знезалізнення (завантаження Birm або Manganese Greensand);
- установка УФ-знезараження (доза ≥ 90 мДж/см²);
- резервуар чистої води.

4.4. Визначення об'єму резервуарів чистої води

Об'єм резервуарів чистої води (м³) визначають за формулою:

$$W_p = W_{p.p.} + W_{п.р.} + W_{в.с.}, \quad (4.2)$$

де $W_{p.p.}$ – регулюючий об'єм; $W_{п.р.}$ – пожежний запас; $W_{в.с.}$ – власні потреби станції.

Регулюючий об'єм визначається суміщенням графіків подачі від водоочисної станції (рівномірно, 4,17% $Q_{доб}$ на годину) та роботи НС-2 (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1

Визначення залишків регулюючого об'єму РЧВ

Година доби	Подача від ВОС, % від $Q_{доб}$	Подача від НС-2, % від $Q_{доб}$	В РЧВ, %	Із РЧВ, %	Залишок, % від $Q_{доб}$

0–1	4,17	3,0	1,17	–	1,17
1–2	4,17	3,0	1,17	–	2,34
2–3	4,17	3,0	1,17	–	3,51
3–4	4,17	3,0	1,17	–	4,68
4–5	4,17	3,0	1,17	–	5,85
5–6	4,17	5,0	–	0,83	5,02
6–7	4,17	5,0	–	0,83	4,19
7–8	4,17	5,0	–	0,83	3,36
8–9	4,17	5,0	–	0,83	2,53
9–10	4,17	5,0	–	0,83	1,70
10–11	4,17	5,0	–	0,83	0,87
11–12	4,17	5,0	–	0,83	0,04
12–13	4,17	5,0	–	0,83	–0,79
13–14	4,17	5,0	–	0,83	–1,62
14–15	4,17	5,0	–	0,83	–2,45
15–16	4,17	5,0	–	0,83	–3,28
16–17	4,17	5,0	–	0,83	–4,11
17–18	4,17	5,0	–	0,83	–4,94
18–19	4,17	5,0	–	0,83	–5,77
19–20	4,17	5,0	–	0,83	–6,60
20–21	4,17	3,0	1,17	–	–5,43
21–22	4,17	3,0	1,17	–	–4,26
22–23	4,17	3,0	1,17	–	–3,09
23–24	4,17	3,0	1,17	–	–1,92
Всего	100,08	100	–	–	–

Максимальний додатний залишок: $R_d = 5,85\%$ від $Q_{доб}$.

Максимальний від'ємний залишок: $R_e = 6,60\%$ від $Q_{доб}$.

Регулюючий об'єм:

$$W_{p.p.} = (R_d + R_e) \cdot Q_{p.доб} / 100 = (5,85 + 6,60) \cdot 479,2 / 100 = 12,45 \cdot 479,2 / 100 = 59,7 \text{ м}^3 \quad (4.3)$$

Пожежний запас:

$$W_{п.р.} = 3,6 \cdot T_{п.} \cdot (q_{пож} + q_{р.макс}) - Q_d - T_{п.} \cdot Q_{p.p.}, \quad (4.4)$$

$$Q_{p.p.} = 4,17 \cdot q_{р.макс} / 100 = 4,17 \cdot 0,917 / 100 \cdot 3\,600 = 137,6 / 100 \cdot 3\,600 \approx 4,95 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$W_{п.р.} = 3,6 \cdot 3 \cdot (10 + 0,917) - 0 - 3 \cdot 4,95 = 117,9 - 14,9 = 103,0 \text{ м}^3$$

Об'єм для власних потреб станції (1,2% від $Q_{р.доб}$):

$$W_{в.с.} = 0,012 \cdot 479,2 = 5,7 \text{ м}^3 \quad (4.5)$$

Повний об'єм РЧВ:

$$W_p = 59,7 + 103,0 + 5,7 = 168,4 \text{ м}^3 \quad (4.6)$$

Приймається 2 резервуари ємністю по 100 м³ кожен (загалом 200 м³ > 168,4 м³). Розміри: круглі, діаметр 5,0 м, висота 5,0 м.

В кожному резервуарі об'єми розподіляємо пропорційно (площа дзеркала води $F_p = \pi \cdot 5^2 / 4 = 19,63 \text{ м}^2$):

$$H_{1-p.p.} = (59,7/2) / 19,63 = 29,85 / 19,63 = 1,52 \text{ м}$$

$$H_{1-в.с.} = (5,7/2) / 19,63 = 2,85 / 19,63 = 0,15 \text{ м}$$

$$H_{1-п.р.} = (103/2) / 19,63 = 51,5 / 19,63 = 2,63 \text{ м}$$

$$\text{Разом: } 1,52 + 0,15 + 2,63 = 4,30 \text{ м} < 5,0 \text{ м} \checkmark$$

4.5. Визначення об'єму бака водонапірної башти

Для господарсько-питного і протипожежного водонапору об'єм бака башти складається з регулюючого об'єму та протипожежного запасу:

$$W_6 = W_{p.6.} + W_{п.6.} \quad (4.7)$$

Регулюючий об'єм бака визначається суміщенням графіком водоспоживання та подачі НС-2 (таблиця 4.2).

Таблиця 4.2

Визначення регулюючого об'єму бака башти

Година доби	Витрати з мережі, % Qдоб	Подача НС-2, % Qдоб	В бак, %	Із баку, %	Залишок, % Qдоб
0–1	2	3,0	1,0	–	1,0
1–2	1	3,0	2,0	–	3,0
2–3	1	3,0	2,0	–	5,0
3–4	1	3,0	2,0	–	7,0
4–5	2	3,0	1,0	–	8,0
5–6	16	5,0	–	11,0	–3,0
6–7	17	5,0	–	12,0	–15,0
7–8	17	5,0	–	12,0	–27,0
8–9	15	5,0	–	10,0	–37,0
9–10	6	5,0	–	1,0	–38,0
10–11	5	5,0	–	–	–38,0
11–12	5	5,0	–	–	–38,0
12–13	6	5,0	–	1,0	–39,0

13–14	5	5,0	–	–	–39,0
14–15	4	5,0	1,0	–	–38,0
15–16	4	5,0	1,0	–	–37,0
16–17	5	5,0	–	–	–37,0
17–18	6	5,0	–	1,0	–38,0
18–19	7	5,0	–	2,0	–40,0
19–20	6	5,0	–	1,0	–41,0
20–21	4	3,0	–	1,0	–42,0
21–22	2	3,0	1,0	–	–41,0
22–23	1	3,0	2,0	–	–39,0
23–24	1	3,0	2,0	–	–37,0
Всього	100	100	–	–	–

$P_d = 8,0\%$ від $Q_{доб}$; $P_e = 42,0\%$ від $Q_{доб}$ (значні витрати поливання у ранкові часи потребують великого бака або відмови від башти на користь РЧВ + НС-2).

З урахуванням саморегулюючої спроможності насосів коефіцієнт зменшення $\alpha = 0,1$:

$$W_{p.б.} = (P_d + P_e) \cdot Q_{p.доб} / 100 = (8,0 + 42,0) \cdot 479,2 / 100 = 239,6 \text{ м}^3$$

$$W_{p.б.p.} = (1 - 0,1) \cdot 239,6 = 215,6 \text{ м}^3 \quad (4.8)$$

Пожежний запас в баку (на 10 хв. До включення пожежних насосів):

$$W_{п.б.} = 0,6 \cdot (q_{p.макс} + q_{п.ож.з} + q_{п.ож.в}) = 0,6 \cdot (0,917 + 10 + 0) = 6,55 \text{ м}^3 \quad (4.9)$$

Повний об'єм бака:

$$W_6 = 215,6 + 6,55 = 222,2 \text{ м}^3$$

Враховуючи, що потрібний об'єм башти значний (через полив), доцільніше влаштувати проміжний регулюючий резервуар у системі НС-2 + РЧВ без водонапірної башти (замість класичної схеми). Якщо башта передбачається, приймається стандартний бак $D_6 = 10 \text{ м}$:

$$H_6 = D_6 \cdot 0,5 = 10 \cdot 0,5 = 5,0 \text{ м (висота бака)}$$

$$H_{п.б.} = 4 \cdot W_{п.б.} / (\pi \cdot D_6^2) = 4 \cdot 6,55 / (3,14 \cdot 100) = 0,083 \text{ м}$$

$$H_{р.б.} = 4 \cdot W_{р.б.р.} / (\pi \cdot D_6^2) = 4 \cdot 215,6 / (3,14 \cdot 100) = 2,74 \text{ м}$$

4.6. Визначення висоти водонапірної башти та напору насосів

Висоту водонапірної башти визначають за формулою:

$$H_{вб} = P_{еб} - h_{п.б.} - Z_{вб}, \quad (4.10)$$

де $P_{еб}$ – п'єзометрична позначка в місці розташування башти для максимального водоспоживання: 177,63 м;

$h_{п.б.}$ – висота пожежного шару в баку: 0,083 м;

$Z_{вб}$ – геодезична відмітка в місці башти (приймається середня ~140 м).

$$H_{вб} = 177,63 - 0,083 - 140,0 = 37,5 \text{ м}$$

Розрахунковий напір господарських насосів НС-2:

$$H_{р.н.} = H_{г.ср} + h_k + h_{вод} + h_m, \quad (4.11)$$

$$H_{г.ср} = (Z_1 + Z_2)/2 - (Z_3 + Z_4)/2 = (141,6 + 138,86)/2 - (125 + 122)/2 = 140,23 - 123,5 = 16,73 \text{ м}$$

$$H_{р.н.} = 16,73 + 2 + 1,08 + 5,46 = 25,27 \text{ м} \approx 26 \text{ м}$$

Для пожежних насосів:

$$\text{Нр.н.пож} = Z_{\text{д}} + H_{\text{п}} + h_{\text{к}} - Z_{\text{д.рчв}} = 157,17 + 10 + 3 - 122 = 48,17 \text{ м} \approx 50 \text{ м}$$

4.7. Зони санітарної охорони

Зони санітарної охорони (ЗСО) є обов'язковим елементом системи заходів з охорони джерел централізованого питного водопостачання від забруднення. Їх влаштування регламентується ДБН В.2.5-74:2013 (розділ 10) та санітарними нормами [4, 5]. Мета ЗСО – попередження погіршення якості води у джерелі внаслідок антропогенного впливу шляхом обмеження видів діяльності на прилеглий території.

ЗСО для свердловини підземного водозабору с. Горбове включає три пояси:

- 1-й пояс (суворого режиму) – $R = 30$ м навколо свердловини; огорожа, заборона стороннього доступу. В межах 1-го поясу забороняється будь-яке будівництво, не пов'язане з водозабором, проживання людей, випас худоби, застосування добрив і отрутохімікатів. Територія озеленюється і упорядковується;
- 2-й пояс (обмежень) – межа визначається гідравлічним розрахунком з умови, що мікробне забруднення з поверхні землі не досягає водоносного горизонту менш ніж за 400 діб (для захищених горизонтів). Для даних умов радіус орієнтовно 50–100 м. В межах 2-го поясу обмежується тваринництво, застосування пестицидів, будівництво складів ПММ та інших потенційно забруднюючих об'єктів;
- 3-й пояс (спостереження) – охоплює всю водозбірну площу горизонту. В межах 3-го поясу здійснюється моніторинг господарської діяльності і контроль якості підземних вод.

Санітарний розрив між водопровідними та каналізаційними трубопроводами по горизонталі – не менше 10 м [4]. При паралельному прокладанні водопроводу та інших підземних мереж дотримуються нормативних відстаней, встановлених ДБН В.2.5-74:2013, залежно від

матеріалу і призначення комунікацій. Перетини водопроводу з каналізацією проєктуються так, щоб водопровідна труба розміщувалась вище каналізаційної з відстанню між зовнішніми поверхнями не менше 0,4 м по вертикалі [4].

РОЗДІЛ 5. КОШТОРИСНА ДОКУМЕНТАЦІЯ

Кошторисна документація є обов'язковою складовою проєктної документації та визначає вартість будівництва системи водопостачання. Розроблена відповідно до вимог методичних рекомендацій та чинних нормативних актів у галузі ціноутворення в будівництві. Кошторис складено в цінах 2025–2026 рр. в гривнях. До складу кошторисної документації входять: загальна кошторисна відомість (всі затрати на будівництво об'єкта), об'єктна кошторисна відомість (затрати на закінчену частину об'єкта) та локальна кошторисна відомість (деталізований розрахунок по видах робіт).

Роботи з будівництва водопровідної мережі класифікуються за кодом ДК 021:2015 – 45231300 «Будівельні роботи для трубопроводів водопостачання та каналізації» [6].

5.1. Загальна кошторисна відомість

Загальна кошторисна відомість об'єднує всі затрати на будівництво об'єкта, включаючи будівельно-монтажні роботи, вартість обладнання, проєктні роботи та інші витрати.

№	Найменування об'єкта / витрат	Вартість, тис. грн	Примітки
1	Будівельно-монтажні роботи (об'єктна відомість)	63 000,0	Детально у п. 5.2
2	Обладнання, що постачається замовником	10 000,0	Насоси, КВП, автоматика
3	Проєктні та вишукувальні роботи (8% від БМР)	5 040,0	—
4	Непередбачені витрати (3% від БМР)	1 890,0	—
5	Разом без ПДВ	79 930,0	—

5.2. Об'єктна кошторисна відомість

Об'єктна кошторисна відомість визначає витрати на кожну закінчену частину об'єкта будівництва.

№	Об'єкт / частина будівництва	БМР, тис. грн	Обладнання, тис. грн	Всього, тис. грн
1	Водопровідна мережа (7 357 м, ПЕ100 SDR17 ø 50–110)	45 000,0	—	45 000,0
2	Водовід від свердловини до РЧВ	2 000,0	—	2 000,0
3	Артезіанські свердловини (2 шт.)	1 500,0	1 500,0	3 000,0
4	Станція водопідготовки	1 000,0	4 000,0	5 000,0
5	Резервуари чистої води 2×100 м³	10 000,0	—	10 000,0
6	Насосна станція II підйому	3 000,0	3 000,0	6 000,0
7	Водонапірна башта 37,5 м	5 000,0	—	5 000,0
8	Колодязі та арматура	6 000,0	1 000,0	7 000,0
9	Разом	73 500,0	9 500,0	83 000,0

5.3. Локальна кошторисна відомість

Локальна кошторисна відомість деталізує витрати на прокладання водопровідної мережі – основний та найбільший за вартістю вид робіт. Одиничні розцінки прийняті на підставі кошторисних норм та ринкових цін на матеріали станом на 2025–2026 рр.

№	Найменування роботи	Од. вим.	Кількість	Ціна, грн	Сума, тис. грн	Примітки
1	Розроблення траншеї	100 м³	880	12 500	11 000,0	V≈8 820 м³
2	Труба ПЕ100 SDR17 ø 50	м	3 042	2 000	6 084,0	—
3	Труба ПЕ100 SDR17 ø 75	м	2 180	3 000	6 540,0	—
4	Труба ПЕ100 SDR17 ø 110	м	2 135	4 500	9 607,5	—
5	Колодязі та арматура	шт	70	55 000	3 850,0	—
6	Зворотне засипання і благоустрій	компл.	1	4 000 000	4 000,0	—
7	Разом	—	—	—	41 081,5	—

Загальна вартість будівництва системи водопостачання с. Горбове складає 138 369,6 тис. грн (без ПДВ), з урахуванням ПДВ 20 % – 166 043,5 тис. грн. Питома вартість прокладання 1 м водопровідних труб (з земляними роботами та відновленням покриття) – близько 8 800 грн/м. Загальна питома вартість усієї системи водопостачання – близько 18 800 грн на одного мешканця, що відповідає ринковим цінам на будівництво сільських водопровідних систем у Чернігівській області станом на 2025–2026 рр.

ВИСНОВКИ

У результаті виконання дипломного проєкту «Будівництво систем водопостачання в с. Горбове Новгород-Сіверського р-ну» отримано такі результати:

1. Виконано аналіз природних та інженерних умов будівництва. Встановлено, що рельєф місцевості слабохвилястий із перепадом відміток 124,62–157,17 м; глибина промерзання 1,2–1,4 м; підземні води є найбільш доцільним джерелом водопостачання.

2. Визначено розрахункові витрати води:

- середньодобова – $Q_{\text{ср.доб.}} = 66 \text{ м}^3/\text{добу}$;
- максимальна добова (з урахуванням поливу) – $Q_{\text{доб.макс.}} = 479,2 \text{ м}^3/\text{добу}$;
- максимальна секундна – $q_{\text{р.макс.}} = 0,917 \text{ л/с}$;
- витрати на пожежогасіння – $q_{\text{пож.}} = 10 \text{ л/с}$;
- річна – $Q_{\text{рік}} = 72\,090 \text{ м}^3/\text{рік}$.

3. Запроєктована водопровідна мережа тупиково-розгалуженого типу загальною протяжністю 7 357 м із поліетиленових труб ПЕ100 SDR17 діаметром 50, 75 та 110 мм. Встановлюється 70 залізобетонних колодязів. Глибина укладання 1,5–2,9 м.

4. Виконано гідравлічний розрахунок. Максимальні втрати напору по основному шляху – 5,46 м. Забезпечений вільний напір у нижній точці мережі $53 \text{ м} < 60 \text{ м}$ (допустимо).

5. Розраховано споруди системи: 2 артезіанські свердловини продуктивністю 4 $\text{м}^3/\text{год}$ кожна; станція водопідготовки (аерація, знезалізнення, УФ-знезараження); 2 резервуари по 100 м^3 (загалом 200 $\text{м}^3 > 168,4 \text{ м}^3$); насосна станція 2-го підйому (режим роботи – двоступеневий, подача 4,0 та 6,65 л/с).

6. Розрахований напір господарських насосів: $H_n = 26$ м; пожежних насосів: $H_n = 50$ м. Прийнята висота водонапірної башти: $H_{вб} = 37,5$ м.

7. Реалізація проєкту дозволить забезпечити мешканців с. Горбове якісною питною водою відповідно до вимог ДБН В.2.5-74:2013 та ДСанПіН 2.2.4-171-10 [7], підвищить рівень благоустрою населеного пункту та забезпечить протипожежне водопостачання.

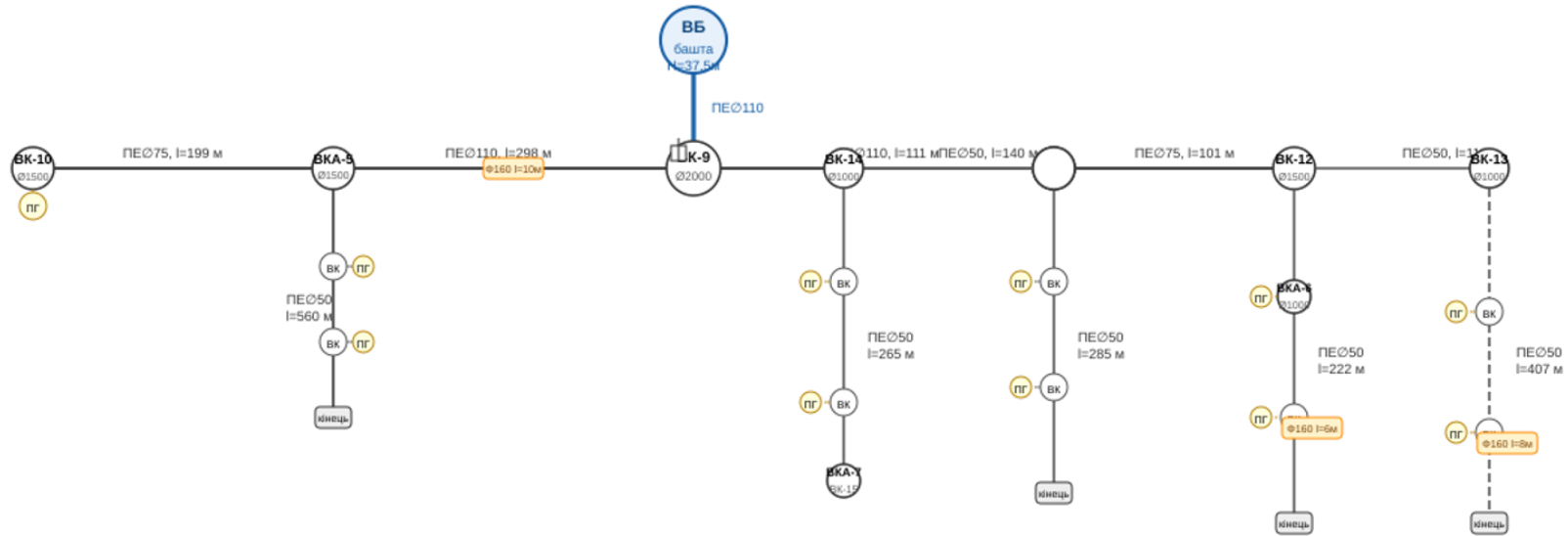
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Белан А.Є., Хоружий П.Д. *Проектування і розрахунок систем водопостачання*. – К.: Будівельник, 1981. – 192 с.
2. ДБН А.2.2-3:2014. *Склад та зміст проектної документації на будівництво*. – Київ: Мінрегіон України, 2014. – 33 с.
3. ДБН Б.2.2-12:2019. *Планування та забудова територій*. – Київ: Мінрегіон України, 2019. – 187 с.
4. ДБН В.2.5-74:2013. *Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування*. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 210 с.
5. ДБН В.2.5-75:2013. *Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування*. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 210 с.
6. Держаний класифікатор ДК 021:2015. *Єдиний закупівельний словник (CPV). Код 45231300 – Будівельні роботи для трубопроводів водопостачання та каналізації*. – Київ, 2015.
7. ДСанПіН 2.2.4-171-10. *Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною*. – Київ: МОЗ України, 2010. – 52 с.
8. ДСТУ ISO 4427-2:2013. *Пластмасові трубопровідні системи. Поліетиленові (ПЕ) труби та з'єднувальні деталі для водопостачання та дренажу*. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2015. – 45 с.
9. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. *Будівельна кліматологія*. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с.
10. ДСТУ-Н Б В.2.5-40:2009. *Проектування та монтаж мереж водопостачання та каналізації з пластикових труб*. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. – 96 с.
11. Запольський А.К. *Водопостачання, водовідведення та якість води: підручник*. – К.: Вища школа, 2005. – 671 с.
12. Кравченко В.С. *Водопостачання та каналізація: підручник*. – К.: Кондор, 2003. – 288 с.

13. Найманов А.Я., Никиша С.Б., Насонкіна Н.Г. та ін. *Водопостачання: підручник для студентів технічних спеціальностей вищих навчальних закладів.* – Донецьк: Норд-Прес, 2004. – 649 с.
14. Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення: Закон України від 10.01.2002 р. № 2918-III (зі змінами). – Відомості Верховної Ради України. – 2002. – № 16. – Ст. 112. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2918-14> (дата звернення: 10.04.2026).
15. Тугай А.М., Орлов В.О. *Водопостачання: підручник для студентів вищих навчальних закладів.* – Рівне: РДТУ, 2001. – 429 с.
16. Хоружий П.Д., Борисов Б.М. *Сільськогосподарське водопостачання.* – К.: Урожай, 1983. – 152 с.
17. Хоружий П.Д., Хомутецька Т.П., Хоружий В.П. *Ресурсозберігаючі технології водопостачання.* – К.: Аграрна наука, 2008. – 534 с.
18. Яковлєв С.В., Воронов Ю.В. *Водовідведення та очищення стічних вод: підручник / пер. з рос.* – К.: Науковий світ, 2003. – 701 с.

КОНСТРУКТИВНА СХЕМА ВОДОПРОВІДНОЇ МЕРЕЖІ

с. Горбове, Новгород-Сіверський р-н | 263-24-01-3В



Умовні позначення

- | | | | |
|--|---------------------------------|---|-----------------------|
| Водовід магістральний ПЕ110 (В1-3, В1-4) | Водовід розподільчий ПЕ75 | Водовід тупиковий ПЕ50 | Перспектива (110) |
| Вузловий колодязь Ø2000/1500 мм | Пожежний гідрант Ø1000 мм | Водонапірна башта | Захисний футляр ПЕ160 |
| Засувка клинова фланцева | Труби ПЕ100 SDR17 Ø50/75/110 мм | Колодязі залізобетонні КЦ з футеровкою ПЕ | |

Примітки:

- Проектування виконати згідно ДБН В.2.5-74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди.
- Загальна протяжність мережі 7357 м: Ø110 — 1964 м, Ø75 — 748 м, Ø50 — 4645 м. Колодязів — 70 шт.
- Глибина закладання труб 1,5–2,9 м (нижче глибини промерзання 1,2–1,4 м).
- У місцях перетину з комунікаціями — футляри ПЕ100 SDR17 Ø160 мм.
- Колодязі ВК Ø1500/2000 мм, колодязі ПГ Ø1000 мм, залізобетонні кільця з євроскобами.
- Гідроізоляція зовн. поверхні стін та днища колодязів — бітумна мастика 2 шари.

ВУЗОЛ ПРОХОДЖЕННЯ ТРУБ ЧЕРЕЗ СТІНИ КОЛОДЯЗЯ

Колодязь ВК Ø 1500 мм

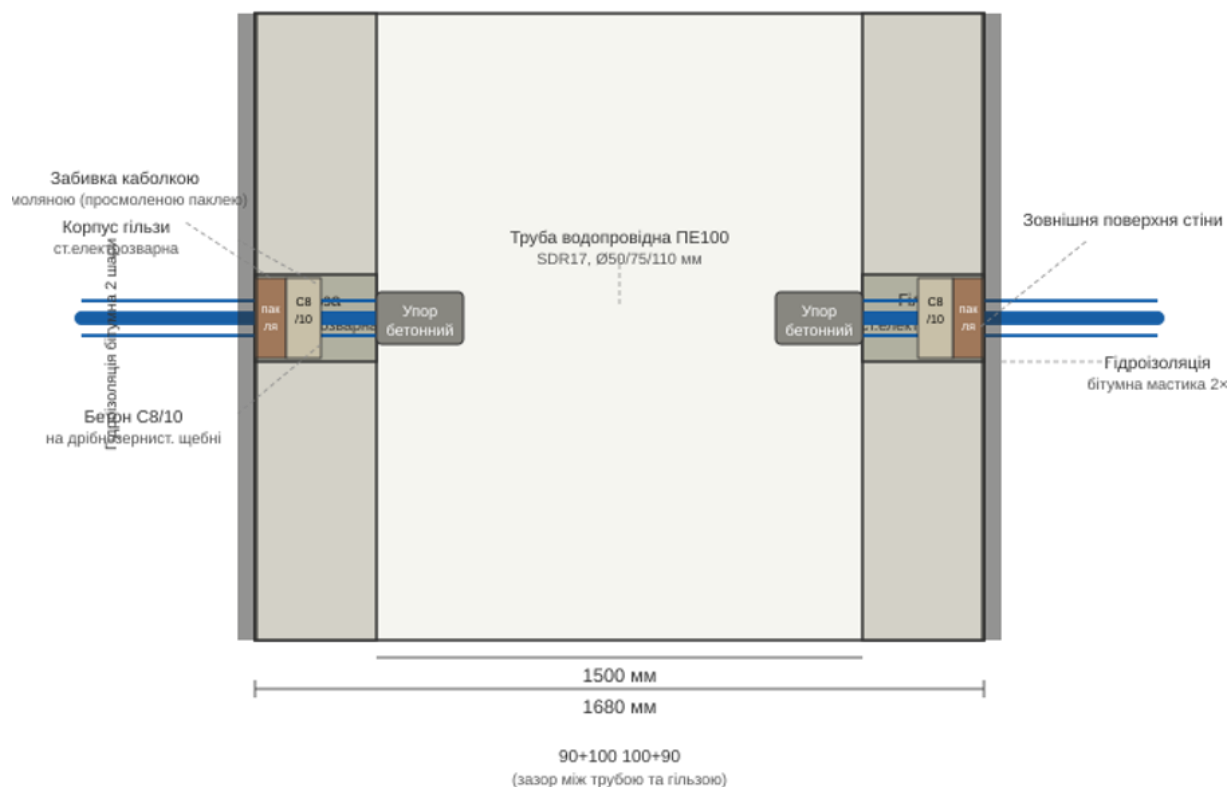
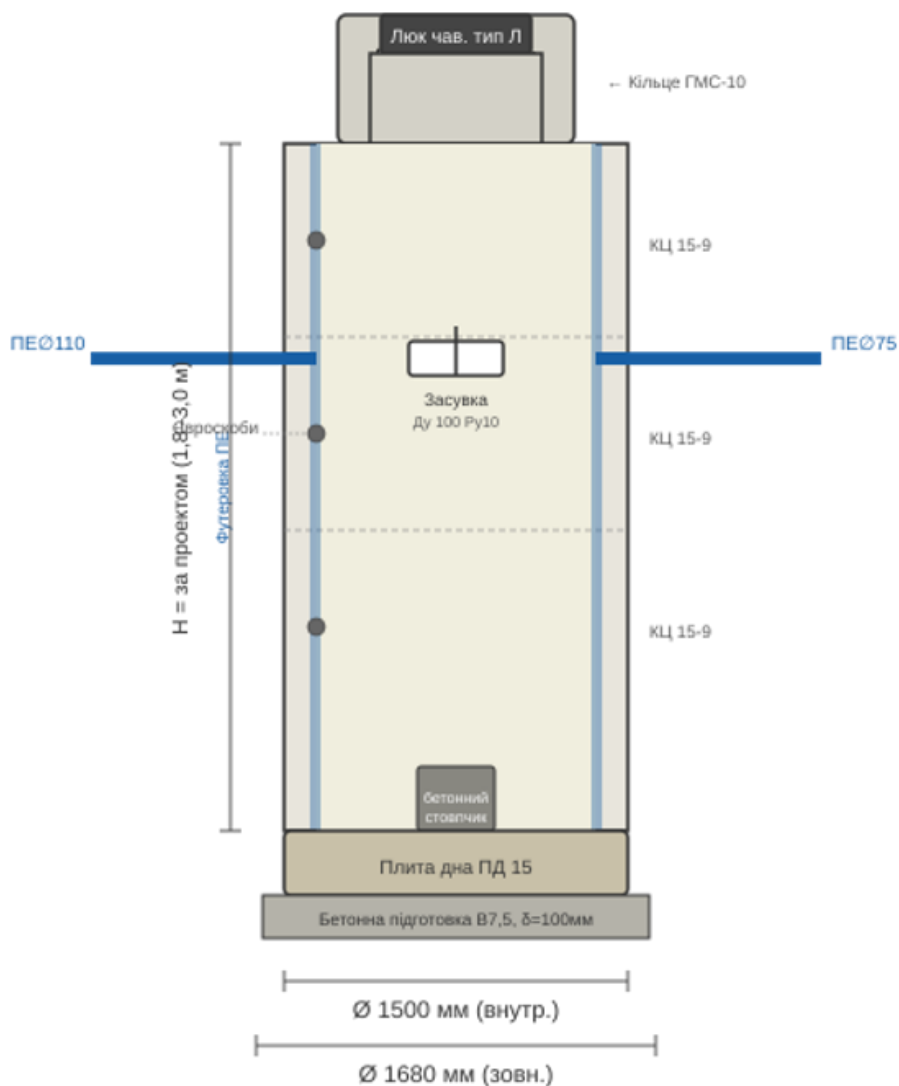


СХЕМА КОЛОДЯЗЯ ВК Ø 1500 мм





Метадані

ДОКУМЕНТ

Заголовок

Будівництво систем водопостачання в с. Горбове новгород-сіверського району Чернігівської області

Автор

Євгеній Ігорович Ступак

Науковий керівник / Експерт

А.Л. Котельчук

ІД документу

334250062

ОРГАНІЗАЦІЯ

Назва організації

National University "Chernihiv Collegium"

підрозділ

National University "Chernihiv Collegium"

ЗВІТ

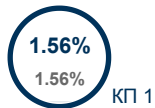
Дата звіту

6/10/2026

Дата редагування

Обсяг знайдених подібностей

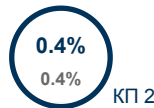
Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що високі значення коефіцієнта не автоматично означають плагіат. Звіт має аналізувати компетентна / уповноважена особа.



КП 1

25

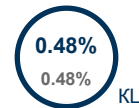
Довжина фрази для коефіцієнта подібності 2



КП 2

7292

Кількість слів



КЦ

49317

Кількість символів

Тривога

У цьому розділі ви знайдете інформацію щодо текстових спотворень. Ці спотворення в тексті можуть говорити про МОЖЛИВІ маніпуляції в тексті. Спотворення в тексті можуть мати навмисний характер, але частіше характер технічних помилок при конвертації документа та його збереженні, тому ми рекомендуємо вам підходити до аналізу цього модуля відповідально. У разі виникнення запитань, просимо звертатися до нашої служби підтримки.

Заміна букв		17
Інтервали		0
Мікропробіли		0
Білі знаки		0
Парафрази (SmartMarks)		6

Джерела

Нижче наведений список джерел. В цьому списку є джерела із різних баз даних. Колір тексту означає в якому джерелі він був знайдений. Ці джерела і значення Коефіцієнту Подібності не відображають прямого плагіату. Необхідно відкрити кожне джерело і проаналізувати зміст і правильність оформлення джерела.

10 найдовших фраз

Колір тексту

#	НАЗВА ТА АДРЕСА ДЖЕРЕЛА URL (НАЗВА БАЗИ)	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
1	Визначення вмісту іонів металів Ca2 , Mg2 ,Cu2 , Cd2 в ґрунтах смт. Седнів.docx 6/8/2020	29 (0.4 %)

National University "Chernihiv Collegium" (National University "Chernihiv Collegium")

2	Визначення вмісту іонів металів Ca2 , Mg2 ,Cu2 , Cd2 в ґрунтах смт. Седнів.docx 6/8/2020 National University "Chernihiv Collegium" (National University "Chernihiv Collegium")	16 (0.22 %)
3	2024-192-Rozrobka systemy vodopostachannia selyshcha Myrne-Lokatsiun.pdf 12/16/2024 National University of Water and Environmental Engineering (National University of Water and Environmental Engineering)	13 (0.18 %)
4	2024-192-Rozrobka systemy vodopostachannia selyshcha Myrne-Lokatsiun.pdf 12/16/2024 National University of Water and Environmental Engineering (National University of Water and Environmental Engineering)	13 (0.18 %)
5	Циклоалкіл-α-амінокетони в синтезі похідних 5-заміщених-1,3-оксазолів.doc 12/11/2020 National University "Chernihiv Collegium" (National University "Chernihiv Collegium")	12 (0.16 %)
6	Аналіз ефективності застосування зернистих матеріалів для освітлення і сорбції води з розробкою системи водопостачання населеного пункту 12/19/2019 Kryvyi Rih National University (Кафедра теплогазоводопостачання, водовідведення і вентиляції)	11 (0.15 %)
7	2024-192-Rozrobka systemy vodopostachannia selyshcha Myrne-Lokatsiun.pdf 12/16/2024 National University of Water and Environmental Engineering (National University of Water and Environmental Engineering)	9 (0.12 %)
8	Визначення вмісту іонів металів Ca2 , Mg2 ,Cu2 , Cd2 в ґрунтах смт. Седнів.docx 6/8/2020 National University "Chernihiv Collegium" (National University "Chernihiv Collegium")	6 (0.08 %)
9	Моніторинг якості питної води селищ міського типу поліського регіону та оптимізація систем їх водопостачання на прикладі смт.Сосниця.docx 6/12/2020 National University "Chernihiv Collegium" (National University "Chernihiv Collegium")	5 (0.07 %)

База даних RefBooks

#	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
---	-----------	--

Домашня база даних (0.93 %)

#	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
1	Визначення вмісту іонів металів Ca2 , Mg2 ,Cu2 , Cd2 в ґрунтах смт. Седнів.docx 6/8/2020 National University "Chernihiv Collegium" (National University "Chernihiv Collegium")	51 (3) (0.7 %)
2	Циклоалкіл-α-амінокетони в синтезі похідних 5-заміщених-1,3-оксазолів.doc 12/11/2020 National University "Chernihiv Collegium" (National University "Chernihiv Collegium")	12 (1) (0.16 %)
3	Моніторинг якості питної води селищ міського типу поліського регіону та оптимізація систем їх водопостачання на прикладі смт.Сосниця.docx 6/12/2020 National University "Chernihiv Collegium" (National University "Chernihiv Collegium")	5 (1) (0.07 %)

Програма обміну базами даних (0.63 %)

#	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
---	-----------	--

4	2024-192-Rozrobka systemy vodopostachannia selyshcha Myrne-Lokatsiun.pdf 12/16/2024 National University of Water and Environmental Engineering (National University of Water and Environmental Engineering)	35 (3) (0.48 %)
5	Аналіз ефективності застосування зернистих матеріалів для освітлення і сорбції води з розробкою системи водопостачання населеного пункту 12/19/2019 Kryvyi Rih National University (Кафедра теплогазоводопостачання, водовідведення і вентиляції)	11 (1) (0.15 %)

Інтернет



#	ДЖЕРЕЛО URL	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
---	-------------	--



Список прийнятих фрагментів

#	ЗМІСТ	КІЛЬКІСТЬ ОДНАКОВИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
---	-------	---------------------------------------