

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕЛЕКТРОНІКИ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА ІНЖЕНЕРІЇ**

До захисту допускається

Завідувач кафедри
комп'ютерних наук та інженерії
Скарга-Бандурова І.С.

_____ 2019 р.
« ____ » _____

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

НА ТЕМУ:

**«Комп'ютерна система керування двигунами в системі
водопостачання»**

Освітньо-кваліфікаційний рівень «Магістр»
Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

Науковий керівник роботи:

(підпис)

Недзельський Д.О.

(ініціали, прізвище)

Консультант з охорони праці:

(підпис)

Критська Я.О.

(ініціали, прізвище)

Студент:

(підпис)

Сінецький В.О.

(ініціали, прізвище)

Група:

КІ-17ДМ

Сєверодонецьк - 2019

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет інформаційних технологій та електроніки
Кафедра комп'ютерних наук та інженерії
Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр
Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри
комп'ютерних наук та інженерії
д.т.н, доц. Скарга-Бандурова І. С.

_____"_____ 2019 року

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Сінецький Володимир Олексійович

(прізвище, ім'я, по-батькові)

- 1. Тема проекту (роботи):** «Комп'ютерна система керування двигунами в системі водопостачання» затверджена наказом по університету № 220/48 від «18» жовтня 2018 р.
- 2. Строк здачі студентом закінченого проекту (роботи):** 9.01.2018 р.
- 3. Вихідні дані проекту (роботи):** матеріали переддипломної практики
- 4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно розробити):**
 - Математична модель розрахунку тиску води в системі.
 - Методика розрахунку коефіцієнта гідравлічного опору λ .
 - Розрахунок потреб міста у воді.
 - Розрахунок потужності приводних електродвигунів насосів.
 - Електросхема управління насосною установкою.
- 5. Перелік графічного матеріалу (з точною назвою обов'язкових креслень):**

Презентація

6. Консультанти роботи, з вказівкою розділів, що до них відносяться

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Критська Я. О.		

7. Дата видачі завдання _____

Керівник _____ Критська Я. О.

(підпис)

Завдання до виконання прийняв _____ Сінецький В.О.

(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Найменування етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітки
1.	Отримання завдання, збір матеріалів	18.10.18- 24.10.18	
2.	Огляд літератури й обґрунтування необхідності дослідження	25.10.18 –28.10.18	
3.	Дослідження методів побудови тестів	29.10.18 – 28.11.18	
4.	Моделювання несправностей в цифрових пристроях	28.11.18 –05.12.18	
5.	Побудова діагностичних тестів	05.12.18 – 19.12.18	
6.	Оформлення пояснювальної записки	19.12.18 – 03.01.19	
7.	Підготовка та подання магістерської роботи до захисту	03.01.19 – 9.01.19	

Студент _____

(підпис)

Науковий керівник _____

(підпис)

АНОТАЦІЯ

Сінецький В.О. Комп'ютерна система керування двигунами в системі водопостачання.

В процесі роботи системи водопостачання, виникає потреба економії потужних ресурсів. В наш час є потреба економії ресурсів, як води так і електрики. Зараз спостерігається проблема в поганому стані системи з водопостачання міст. У містах України починається модернізація системи водопостачання, установка на систему датчиків для швидкого виявлення несправності на різних відрізках системи. У багатьох містах основне навантаження на систему водопостачання лягає на періоди час ранок і вечір. Всі інші проміжки часу система працює "в холосту". В рамках роботи планується дослідження існуючих систем водопостачання, регулювання їх роботи і виявлення несправностей.

Створення системи яка в режимі реального часу буде обробляти інформацію отримувану з датчиків, обробляти дані для визначення несправності в системі водопостачання, виділяти потрібну кількість потужних ресурсів для подачі води населенню, в залежності від потреб користувачів.

Виконання роботи полягає у виявленні сучасних рішень для виявлення несправностей і виділення потрібних потужних ресурсів двигунів водопостачання.

Створена модель дозволить системі бути більш гнучкою під потреби користувачів в різні проміжки часу. Використання ряду датчиків для вимірювання водяного тиску на ключових улах системи, дозволить швидко виявляти несправності на різних ділянках системи. Система дозволить економити на витратах на електроенергію для роботи двигунів водопостачання та зменшить кількість втрат води при появі аварійних ситуацій в системі водопостачання.

Для створення регулювання роботи двигунів були обрані нечіткі системи які стають зручними, коли хтось має намір працювати з невизначеною, двозначною, неточною, гучною або відсутньою інформацією. Ми можемо використовувати його для управління нелінійними системами, які занадто складні, щоб математично моделювати їх. У стандартній, чіткої теорії множин кожен елемент строго або не входить, або не входить в конкретний набір. Arduino - засіб розробки програмованих електронних пристроїв, які, на відміну від персональних комп'ютерів, орієнтовані на тісну взаємодію з навколишнім світом.

Ключові слова: Водопостачання, тиск, система очистки, система водозабору, двигун.

THE ABSTRACT

Sinetsky V.O. Computer engine management system in the water supply system.

In the process of operation of the water supply system, there is a need to save powerful resources. In our time there is a need to save resources, both water and electricity. There is now a problem in the poor state of the water supply system in the cities. In cities of Ukraine, the modernization of the water supply system, installation on the system of sensors for quick detection of malfunctions on different sections of the system begins. In many cities, the main burden on the water supply system falls on periods of time, morning and evening. At all other intervals, the system works "idly". Within the framework of the work it is planned to study existing water supply systems, their regulation and fault detection.

Creating a system that in real time will process the information received from sensors, process data to identify the malfunction in the water supply system, allocate the required amount of powerful resources to supply the water to the population, depending on the needs of users.

The work is to identify modern solutions for troubleshooting and to allocate the necessary powerful resources for water supply engines.

The created model will allow the system to be more flexible to the needs of users at different intervals. The use of a series of sensors for measuring water pressure in the key areas of the system, will allow you to quickly detect malfunctions in different parts of the system. The system will save on the cost of electricity for the operation of water supply engines and reduce the amount of water losses in the event of emergencies in the water supply system.

In order to set up engine regulation, fuzzy systems have been selected that become convenient when someone intends to work with uncertain, ambiguous, inaccurate, loud or missing information. We can use it to control nonlinear systems that are too complex to mathematically model them. In standard, clear set theory each element is strictly either not included, or not included in a specific set. Arduino is a tool for the development of programmable electronic devices, which, unlike personal computers, are focused on close interaction with the outside world.

Key words: water supply, pressure, cleaning system, water intake system, engine.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 АНАЛІЗ МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ ПОБУДОВИ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ В МЕРЕЖІ ІНТЕРНЕТ	10
1.1 Аналіз вимог побудови комп'ютерної системи.....	10
1.2 Математична модель розрахунку тиску води в системі.	11
1.3 Водопостачання	12
1.4 Аналіз існуючих робіт з теми дослідження	14
1.5 Постановка наукової задачі та обґрунтування методики досліджень	18
РОЗДІЛ 2	20
2.1. МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ КОЕФІЦІЄНТА ГІДРАВЛІЧНОГО ОПОРУ λ ...	20
2.2. Метод розрахунку водоспоживання міст	24
2.3. Методика розрахунку інтенсивності відмови водорозподільних мереж	28
2.2 Метод розрахунку водоспоживання Міст	31
2.3 Вплив температури повітря в містах на зміну питомої середньодобового водоспоживання.....	36
РОЗДІЛ 3	42
3.1 Розрахунок потреб міста у воді	42
3.1.1 Господарсько - питне водоспоживання населення.....	43
3.1.2 Поливальне водоспоживання.....	44
3.1.3. Господарсько - побутове водоспоживання робітників підприємства.	44
3.1.4. Виробниче водоспоживання підприємств.	44
3.1.5. Протипожежне водоспоживання.....	45
Розрахункова кількість води на зовнішнє пожежогасіння і число одночасних пожеж для житлової забудови приймаємо відповідно до [1, табл.5, примеч.5].....	45
3.2 Витрати води за видами споживання і в цілому по місту.	46
3.2.1. Господарсько-питне водоспоживання населення.....	46
3.2.2. Поливальне водоспоживання.....	46
3.2.3. Господарсько-побутове водоспоживання робітників підприємств.	47
3.2.4. Виробниче водоспоживання на підприємствах.	48
3.2.5. Протипожежне водоспоживання.....	49
3.2.6. Сумарне водоспоживання міста.	49
3.2.7. Визначення вільного напору.....	50
3.3. Вибір системи водопостачання	501

3.3.1	Вибір схеми і складу споруд системи водопостачання.....	51
3.4	Водозабірні споруди.....	52
3.4.1.	Санітарні вимоги до якості води джерел водопостачання.....	52
3.4.2.	Вибір схеми водозабірних споруд і основного технологічного обладнання.....	52
3.4.3.	Визначення продуктивності водозабірних споруд.....	52
3.4.4.	Вибір схеми і основного технологічного обладнання водозабірних споруд.....	53
3.5.	Гідрравлічний розрахунок водоводів.	54
3.6.	Побудова профілю пьезометричних ліній	55
3.7.	Очисні споруди	57
3.7.1.	Вибір схеми і складу очисних споруд.....	57
3.7.2.	Визначення розрахункової продуктивності очисної станції	57
3.8	Розрахунок відділення коагулянту.....	59
3.8.1.	Сухе зберігання коагулянту	59
3.8.2.	Розрахунок відділення поліакриламід у	62
3.9	Розрахунок основного технологічного обладнання	64
3.9.1.	Розрахунок вихрового вертикального змішувача.....	64
3.9.2	Розрахунок камери утворення пластівців вбудованої в горизонтальний відстійник з шаром зваженого осаду	66
3.9.3	Розрахунок горизонтального відстійника	66
3.9.4	Расчет камери утворення пластівців	68
3.9.5	Розрахунок швидких фільтрів	70
3.9.6	Система для збору і відводу промивної води	73
	Розділ 4	81
	4. Розробка насосної станції	81
	4.1 Характеристика насосної станції та вимоги, що пред'являються до електроприводу насосів	81
	4.2 За способом дії насоси бувають відцентрового типу і поршневого.	82
	4.3 Вибір системи електроприводу насосів.....	82
	4.4 Розрахунок потужності приводних електродвигунів насосів	84
	4.5 Електросхема управління насосною установкою і опис її роботи	86
	РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА. ЕКОЛОГІЯ.....	94
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	115
	ДОДАТОК А	141
	ДОДАТОК Б ПРЕЗЕНТАЦІЯ.....	142

ВСТУП

В останні роки збільшилася будівництво багатоповерхових будинків: житлового, адміністративного та громадського призначень, велика частина яких виконана не по типовими проектами. Використання сучасних матеріалів і технологій будівництва дозволяє зводити будівлі, як незвичайної форми, так і великої поверховості. Для будівель відрізняються складністю архітектурно-будівельної частини, що включають в себе велику кількість автоматики і насосів, виникає питання забезпечення надійного функціонування інженерних систем життєзабезпечення.

Для багатоповерхових будівель і споруд з великою протяжністю інженерних комунікацій, дуже важливим фактором роботи є правильне проектування схем водопостачання, які забезпечують у кінцевого споживача необхідні параметри (напір, витрата, температуру води). Одночасно необхідно знизити ймовірність виникнення гідравлічних ударів при включенні підвищувальних насосів, циркуляційних насосів, при зміні ступеня відкриття арматури встановленої на мережі. Отже, актуальною є задача проектування систем водопостачання не типових будівель.

Широке використання автоматики часом ускладнює такі системи, створюючи складності при налагодженні і експлуатації автоматизованих систем, тому вирішуючи питання оптимізації гідравлічної складової систем водопостачання, необхідно на стадії проектування, правильно і грамотно підбирати алгоритм роботи автоматики. Необхідна їй злагоджена робота у всіх встановлених системах: гарячого, холодного водопостачання, опалення.

Техніко-економічна ефективність систем водопостачання висотних будівель, виконувана на підставі проектної документації та розрахунків відіграє дуже важливу роль при виборі схем. Техніко-економічне обґрунтування (розрахунок, як з технічних, так і за економічними показниками) необхідно виконувати на всіх стадіях проектування, адже, в кінцевому рахунку, від цього залежить вартість системи, і що входить в неї автоматика, насосне обладнання, трубопроводи, фітинги та т. Д. Економічна ефективність інвестиційного проекту будівництва будівлі, що включає в себе складову одноразових витрат на будівництво і монтаж інженерних систем, а також наступні витрати на їх експлуатацію і планові ремонти - повинна представляти інтерес для інвесторів, щоб проект був рентабельним в умовах сучасного ринку будівництва. Важливо пам'ятати, що економічна складова проекту відбивається на споживачах у вигляді рівня попиту на об'єкт нерухомості.

Актуальним питанням для висотних будівель, які мають в своєму складі підкачувальні насосні станції, є ресурсозбереження та енергоефективність. На жаль, незважаючи на досить високу ступінь автоматизації роботи систем водопостачання, втрати електроенергії при роботі насосів досить значні (помилки при підборі насосного обладнання, недоліки обраної схеми водопостачання і т.д.).

Об'єкт дослідження – методи та системи задля зменшення собівартості послуг водопостачання.

Предмет дослідження – ефективне виділення потужних ресурсів і побудова системи водопостачання міста.

Методи дослідження. Розробка розрахунків для організації системи водопостачання.

Наукова новизна магістерської роботи полягає в дослідженні методів побудови систем водопостачання. На основі дослідження розроблена математична модель та виконаний розрахунок для постачання водою міста.

Структура і обсяг роботи.

Магістерська робота складається зі вступу, 5 розділів, висновків, переліку посилань з 98 найменувань, 2 додатків. Загальний обсяг роботи складає 188 сторінок. Магістерська робота містить 26 рисунків та 12 таблиць.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ ПОБУДОВИ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ В МЕРЕЖІ ІНТЕРНЕТ

1.1 Аналіз вимог до комп'ютерної системи

Програмно-апаратний комплекс - це набір технічних і програмних засобів, що працюють спільно для виконання однієї або кількох подібних завдань.

Складається, відповідно, з двох основних частин:

- Апаратна частина (англ. Hardware) - пристрій збору і обробки інформації наприклад комп'ютер, плата відеозахоплення, біометричний детектор, калібратор і т. п. Під архітектурою апаратного забезпечення комп'ютера розуміються внутрішні компоненти комп'ютера і підключені до нього пристрої введення (як комп'ютерна миша і клавіатура) і пристрої виведення (монітор). Внутрішні компоненти комп'ютера разом являють собою обчислювальний і керуючий пристрій, об'єднані шиною. Більш поширені позначення такі як процесор, оперативна пам'ять і жорсткий диск. Шина з'єднує окремі компоненти в складну систему, так як без шини розрізнені деталі не змогли б функціонувати. Процесор визначає основну швидкість роботи комп'ютера.

Термін архітектура поширюється на пристрій комплектної системи, так як окремі компоненти повинні бути один з одним узгоджені, щоб гарантувати безперебійне протікання процесу. В іншому випадку в майбутньому це призведе до проблем з комп'ютером. Якщо елемент не підходить до інших компонентів, то вони так само не можуть споживати повну потужність. Окремі складові блоки, такі, як процесор, оперативна пам'ять або шина, при складанні корпусу повинні складати одне ціле. Інакше підключений до процесора програмне забезпечення не зможе виконувати свої завдання в повній мірі і поводження з комп'ютером буде ускладнено.

- Програмна частина (англ. Software) - спеціалізоване програмне забезпечення (як правило, написане компанією-виробником апаратної частини), обробляє і інтерпретує дані, зібрані апаратною частиною. Наприклад: вбудоване програмне забезпечення, операційна система.

Прикладне програмне забезпечення - програма, призначена для виконання певних користувацьких завдань і розрахована на безпосередню взаємодію з користувачем.

Програмне забезпечення є одним з видів забезпечення обчислювальної системи, поряд з технічним (апаратним), математичним, інформаційним, лінгвістичним, організаційним, методичним та правовим забезпеченням.

1.2 Математична модель розрахунку тиску води в системі.

На підставі раніше проведених досліджень, відомо, що при збільшенні висоти будівлі з 5 до 60 поверхів, енерговитрати на підйом води одному споживачеві зростають з 21 до 650 кДж / потр., А на подачу в будівлю з урахуванням зростання кількості споживачів з 3,15 МДж до 292 МДж енергії.

Резерви економії і ефективного використання ресурсів в системах холодного і гарячого водопостачання, обчислені на основі соціальної потреби у воді, наведені в табл. 1 [13].

Таблиця 1- Ресурси в господарсько-питному водопроводі житлових будинків

	Вода л /чел. сут. %			Теплота МДж/чел.сут. %	Електроенергія Вт /чел. %
	общ.	хол.	гор.		
Потребление	305	180	125	26,12	0,69
%	100	100 (59)	100 (41)	100	100
Потребность	140	65	75	15,68	0,32
%	46	36	60	60	46
Резерв	165	115	50	10,44	0,34
%	54	64	40	40	54

На сьогоднішній день, в існуючих нормативно-правових документах на проектування та експлуатацію систем водопостачання ([14], [15]) основні вимоги сформульовані не досить точно, розкидані по численним документам і не містять вимог щодо ресурсозбереження.

Важливим фактором при роботі систем водопостачання висотних будівель є їх надійність. Вимоги по надійності систем сформульовані в загальному вигляді, що не дозволяє оцінити надійність подачі води, як окремим споживачам, так і для груп споживачів. Тому при проектуванні таких систем необхідно виконувати різноманітне проектування, аналізуючи надійність і функціональність інженерних систем.

Для підвищення гідравлічної надійності систем водопостачання висотних будівель використовується принцип зонування таких систем. При цьому висота зони повинна

прийматися за умови забезпечення максимального допустимого тиску перед водорозбірної арматурою [14]. Загальну гідравлічну надійність систем підвищують боротьба з витокami і раціональне водокористування.

На підставі вищевикладеного, стає зрозуміла актуальність вирішення задачі оптимізації проектування систем і схем водопостачання не типових будівель. Нами поставлена задача розробки алгоритмів прийняття рішень проектувальником на стадії проектування і експлуатуючою організацією на стадії пуско-налагоджувальних робіт за основними характеристиками системи водопостачання (схема, вид і діаметри труб, місця установки арматури, характеристики насосних агрегатів і т.д.). Розроблені алгоритми мають на меті оптимізацію гідравлічного режиму, режиму енергоспоживання, зниження матеріаломісткості та забезпечення надійності. Однією з основних завдань при дослідженні цієї проблеми є не тільки розробка алгоритмів і виявлення залежностей, а й подальша можливість реалізації прогнозованих даних в реальних умовах.

1.3 Водопостачання

Системи водопостачання представляють собою комплекс інженерних споруд і пристроїв, що забезпечують отримання води з природних джерел, її очищення, транспортування і подачу споживачам. Системи водопостачання призначені також для задоволення споживачів у воді промисловості і сільського господарства.

Забезпечення населення чистою, доброякісною водою має велике гігієнічне значення, тому що охороняє людей від різних епідеміологічного захворювань, що передаються через воду. Подача достатньої кількості води в населений пункт дозволяє підняти загальний рівень його благоустрою. Для задоволення потреб сучасних великих міст у воді, потрібно величезне її кількість, яка вимірюється в мільйони кубічних метрів на добу. Виконання цього завдання, а також забезпечення високих санітарних якостей питної води вимагає детальної вибору природних джерел, їх захисту від забруднення і належного очищення води на водопровідних спорудах. Деякі промислові підприємства пред'являють до якості споживаної води спеціальні вимоги.

Водопровідні мережі та водоводи займають особливе місце в системах водопостачання. Водопровідна мережа запроектована з урахуванням необхідної надійності водозабезпечення споживачів.

Подальший розвиток систем водопостачання пов'язана також з удосконаленням і створенням нових видів механічного та електричного обладнання, розробкою і

впровадженням нових реагентів для обробки води, засобів автоматичного контролю і регулювання.

Широке впровадження засобів обчислювальної техніки дозволить вирішувати завдання проектування і експлуатації споруд систем водопостачання на якісно новому рівні, що забезпечує вимоги економічності і надійності. До числа таких завдань відносяться гідравлічні розрахунки систем подачі і розподілу води, розрахунки по захисту водоводів від гідравлічних ударів, вибору оптимальних режимів, розрахунки окремих споруд і всієї системи водопостачання в цілому, а також ряд інших складних завдань.

Цілі водопостачання

Вода витрачається різними споживачами на найрізноманітніші потреби. Однак переважна більшість цих витрат може бути зведена до трьох основних категорій:

витрата на господарсько-питні потреби (пиття, приготування їжі, умивання, прання, полив городів, газонів і полів, і т. д.),

витрата на виробничі потреби (витрата підприємствами промисловості, транспорту, енергетики, сільського господарства і т. д.),

витрата для пожежогасіння.

При подачі води враховують її якість, наприклад, до питної води пред'являються вимоги СанПіН 2.1.4.1074-01 «Питна вода. Гігієнічні вимоги до якості води централізованих систем питного водопостачання. Контроль якості». Для доведення якості води до необхідних норм використовують водопідготовку. При проектуванні та експлуатації систем водопостачання також враховуються прийняті норми витрат води споживачами.

Система водопостачання:

- Система водопостачання являє собою комплекс споруд для забезпечення певної (даної) групи споживачів (даного об'єкта) водою в необхідних кількостях і необхідної якості. Крім того, система водопостачання повинна мати певний ступінь надійності, тобто забезпечувати постачання споживачів водою без неприпустимого зниження встановлених показників своєї роботи щодо кількості або якості води, що подається (перерви або зниження подачі води або погіршення її якості в неприпустимих межах). підприємства) повинна забезпечувати отримання води з природних джерел, її очищення, якщо це викликається вимогами споживачів, і подачу до місць споживання. Для виконання

До складу системи водопостачання населеного міста або промислового місця входять

- водозабірні споруди, за допомогою яких здійснюється прийом води з природних джерел;
- водопідіймальні споруди, тобто насосні станції, що подають воду до місць її очищення, зберігання або споживання;
- споруди для очищення води;
- водоводи і водопровідні мережі, службовці для транспортування і подачі води до місць її споживання;
- башти та резервуари, які відіграють роль регулюючих і запасних ємностей в системі водопостачання.

Залежно від місцевих природних умов і характеру споживання води, а також в залежності від економічних міркувань схема водопостачання і складові її елементи можуть змінюватися досить сильно. Великий вплив на схему водопроводу надає прийнятий джерело водопостачання: його характер, потужність, якість води в ньому, відстань від нього до яке забезпечується водою об'єкта і т. П. Іноді для одного об'єкта використовується кілька природних джерел.

1.4 Аналіз існуючих робіт з теми дослідження

Інтенсифікація роботи і безпеку систем водозабезпечення міст є однією з найважливіших проблем, що стоять перед Україною в XXI столітті, особливо після Чорнобильської катастрофи. Від її рішення залежить забезпечення суспільства і народного господарства водними ресурсами в умовах початку глобальної зміни клімату на Землі, обмежених запасів прісних водних ресурсів, негативного зміни гідробіологічного і сольового складу вод, що використовуються як джерело водопостачання.

Управління водопостачанням в містах вимагає рішення такого ключового питання, як раціональне використання водних, енергетичних та інших ресурсів, де важлива роль відводиться вимірювання витрати води, контролю витоків і неврахованої води в системі її подачі і розподілу і т. п. Все це диктує необхідність удосконалення систем водозабезпечення, ретельного аналізу і прогнозу їх уразливості і вжиття заходів, спрямованих на підвищення надійності цих систем в нормальних і екстремальних умовах, включаючи загрозу тероризму.

До основних недоліків існуючої системи управління водним господарством країни в цілому слід віднести її перенапругу, недостатню керованість, низьку ефективність,

економічну нестабільність. В умовах, коли запаси водних ресурсів Україна обмежені, зазначені недоліки особливо відчутні.

Система не забезпечує управління водним господарством країни за принципом єдиного організму, не є гнучким, інформативністю, що не забезпечена відповідним механізмом оперативної передачі, обробки та накопичення інформації про стан водних об'єктів і систем водопостачання в масштабі всієї країни.

Бар'єрна роль очисних водопровідних споруд при існуючій технології обмежена. Внаслідок цього існує постійна реальна загроза зростання інфекційних, алергічних, онкологічних та інших захворювань. Дефіцит питної води, використання неконтрольованих джерел водопостачання є однією з причин спалахів гепатиту А, які в останні роки мали місце в Автономній Республіці Крим, Миколаївській, Дніпропетровській, Донецькій, Кіровоградській областях, в Севастополі і інших регіонах.

Якщо врахувати, що вода, наприклад, річки Сіверський Донець, перш ніж потрапити в Дон, використовується водоспоживачами шість разів, стають очевидними актуальність проблеми забезпечення населення якісною питною водою та необхідність інтенсифікації роботи систем водозабезпечення.

Водопровідно-каналізаційне господарство України має такі особливими і суттєвими характеристиками, як єдність технологічного процесу, нероздільність у часу процесу виробництва і споживання, можливість хіміко-бактеріологічної ураження водних ресурсів внаслідок як звичайного забруднення в результаті діяльності людини, так і навмисного при обмеженою бар'єрної ролі систем кондиціонування води, а також забруднення в результаті прояву негативних наслідків чорнобильської катастрофи.

Майже 50% води з підземних джерел подається комунальними водопроводами з відхиленнями від вимог стандарту до загальної жорсткості, вмісту сухого залишку, заліза, марганцю, фтору, нітратів і з'єднань аміаку. Понад 80% сільського населення користується водою з колодязів або індивідуальних свердловин, велика частина яких знаходиться в незадовільному санітарно-гігієнічному стані.

В Україні відсутні економічно прийнятні технології кондиціонування підземних вод, за винятком знезалізнення і, в незначній мірі, видалення марганцю. Водопровідні очисні споруди, які проектувалися і будувалися відповідно з раніше діючими нормативами, сьогодні вже не в змозі без удосконалення технології та застосування нових високоефективних реагентів перешкоджати надходженню до питної води хімічних сполук, сукупна дія яких на організм людини становить реальну загрозу здоров'ю.

Загальна протяжність комунальних мереж водопроводів України становить 87101,3 км. Більше 250 спеціалізованих комунальних підприємств щодоби подають 8,3 млн м³ питної води. Загальний обсяг реалізованої води за 2000 рік склав 3,02 млн м³. Централізованим водопостачанням забезпечено 70% населення України.

Середнє водоспоживання в Україні становить приблизно 320 л / сут на одну людину, і це вище європейського рівня. У той же час перехід на розрахунки за послуги водопостачання за показниками будинкових приладів обліку свідчить про те, що фактично в деяких будинках цей показник 600 л / сут на людину і вище внаслідок незадовільного технічного стану внутрішньобудинкових мереж, виходу з ладу систем рециркуляції гарячого водопостачання

В Україні в аварійному стані знаходиться 29,3 тис. км, або 30% загальної довжини водопровідних мереж. четверта частина водопровідних споруд і мереж (у вартісному вираженні) фактично відпрацювала термін амортизації, закінчився термін амортизації кожної п'ятої насосної станції. В Україні ряд споруд працює вже понад 100 років. Станом на 2007 рік на відновлення і реконструкцію системи водоканалізації міст потрібно близько 100 млрд грн.

Незадовільний технічний стан водопровідних мереж в містах призводить до значних втрат питної води, які складають до 30% загального обсягу її подачі. ці втрати важким тягарем лягають на економіку України, яка в даний час знаходиться в глибокій кризі. Щорічно разом з втратами води втрачається більше 1,1 млрд кВт·ч електроенергії, 7000 т рідкого хлору, більше 20 тис. т коагулянту і інших ресурсів.

Значне місце в енергозбереженні систем водозабезпечення займає процес транспортування води по магістральних водоводах. Зміна умов роботи останніх, викликане збільшенням згодом макрошороховатості внутрішніх поверхонь труб, тягне за собою підвищення коефіцієнта гідравлічного опору і, як наслідок, збільшення витрат електроенергії на транспортування води.

Історія експериментальної гідравліки і теоретичної гідромеханіки налічує кілька сотень років. проте ряд проблем залишилося невирішеним, що зводить нанівець зусилля розраховувачів і проектувальників, які взялися розвивати водопостачання великих міст.

Досить згадати загальновідомий факт. Відразу ж після будівництва магістральних водоводів діаметром від 1200 до 1600 мм з'ясувалося, що їх пропускна здатність не відповідає розрахунковим параметрам, внаслідок чого Рубіжне отримує води на 28-32% менше, ніж було передбачено, а через 5-7 років цей показник зріс до 45-52%. Справа була не в помилках в розрахунках. можна не сумніватися, що розраховувачі використовували

останні по той час дані про гідравлічних опорах трубопроводів, причиною розбіжностей були умови роботи магістральних водоводів, при яких відбувається різка зміна в часі макрошороховатостей внутрішньої поверхні труб. Зазначена різниця в подачі води компенсувалася введенням нових додаткових водоводів і перекачувальних насосних станцій. так, на трасах магістральних водоводів діаметром 1200-1400 мм, введених в експлуатацію в 1962 і 1967 рр., Через зростання гідравлічних опорів знадобилося для збільшення подачі води місту побудувати проміжну насосну станцію перекачки, яка була введена в експлуатацію в 1972 р ці обставини спонукали автора цієї книги почати довготривалі експериментальні дослідження гідравлічних опорів різних трубопроводів в натурних умовах. Вони велися протягом термінів експлуатації водоводів, що досягають майже чотирьох десятиліть, що дозволило запропонувати емпіричні формули, які дають можливість не тільки правильно розраховувати магістральні водоводи для водозабезпечення міст, але і визначати зміну їх стану з плином часу, а також приймати рішення про реновації (заміні або санації) водомереж.

Один з найважливіших і маловивчених питань - водоспоживання міст. Зазвичай передбачалося, що воно залежить тільки від чисельності населення і потреб у воді різних підприємств. Насправді це лише частина незалежних параметрів, які надають вплив на водоспоживання, - природно-кліматичних, географічних, містобудівних та ін. Серед них - температурний режим повітря в містах, радіаційний баланс і альbedo земної поверхні, вологість повітря, пружність водяної пара, середньорічна кількість опадів, ореол забруднення міста, площа забудови, висота розташування міста над рівнем моря і багато іншого. результати проведених автором досліджень дають можливість оцінити вплив зазначених чинників на розвиток водопостачання міст і країни в цілому, її водогосподарської економіки, прийняти рішення про планування запасів водних ресурсів. Все це набуває особливого значення в умовах початку глобальної зміни клімату на Землі вже в XXI столітті.

Науково обгрунтований і розроблений метод двоконтурного автоматичного управління насосною станцією в системі подачі і розподілу води. Розроблено та реалізовано алгоритм, використання якого дозволяє проводити розрахунок поточкорозподілу, заснований

на вимірах пьезометричних напорів діючої системи ПРВ, і в автоматичному режимі виявляти аварію і її місце.

Запропоновано метод визначення диктує точки в діючій системі ПРВ. Сформульовані критерії якості і ефективності функціонування системи ПРВ в позаштатних ситуаціях.

Розроблено метод оцінки відмови елементів водомережі, що враховує зниження міцності труб при тривалій експлуатації, сезонні коливання температури води в трубах і зовнішнього повітря. Розроблено алгоритм вибору технічно зношених ділянок мереж для їх реновації.

Запропоновано метод експертної оцінки стану санітарно-технічного обладнання житлового фонду і витоків води в містах.

Отримано і теоретично узагальнені результати експериментальних досліджень, які проводилися в натурних умовах на діючих спорудах водопостачання при їх тривалій експлуатації.

Зазначені результати покладені в основу розробки і впровадження в практику нових методів інтенсифікації роботи систем водозабезпечення. Методика розрахунку коефіцієнта гідравлічного опору впроваджена при розрахунку і розробці гідравлічної схеми транспортування води. Методика розрахунку питомої середньодобового водоспоживання застосовується при проектуванні систем водозабезпечення в проектних інститутах міст України.

1.5 Постановка наукової задачі та обґрунтування методики досліджень

В результаті пошуку і аналізу аналого даної системи, не було виявлено жодного аналогічного продукту. Але в наукових публікаціях були знайдені системи які максимально близькі розробляється і дозволяють розраховувати вантажопідйомність і швидкість транспортування вантажів по залізниці. Так само в дослідженнях були знайдені певні правила які допомогли визначити швидкість руху і організацію роботи самого транспорту.

У обробленій літературі завдання, пов'язані з моделюванням, не були розглянуті, як і функції які виконує запропонована система, а саме обробку, розрахунок і видача результатів за кількістю транспортних засобів для збирання врожаю пшениці. Так само в літературі не було жодної згадки того що існують аналогічні системи для сільськогосподарської галузі в цілому, і збирання врожаю зокрема.

1) Запропоновано метод по визначенню кількості транспортних засобів за допомогою нечіткої логіки типу Мамдані.

В даний момент, для вирішення даного завдання бачиться можливий підхід

Мамдані для фазифікації та дефазифікації.

2) Розробка моделі впливу чинників на кінцевий результат в системі.

Виявлення факторів які прямо або опосередковано впливають на кількість транспортних засобів.

3) Для проведення експерименту необхідно зібрати систему в додатку MatLAB що б наочно побачити вплив різних чинників на систему в цілому. У додатковому обладнання для перевірки роботи система не потребує.

1.6 Висновки до першого розділу

У процесі дослідження були виявлені ключові значення для подачі води в житлові будинки. Було знайдено методику для розрахунку потрібного тиску в системі і що викликаються виключення з цих правил.

В результаті аналізу робіт інших авторів була виявлена закономірність у розрахунку потужності двигунів і тиску в трубах системи.

Запропонувати рішення, створити систему яка буде регулювати роботу двигунів в реальному часі.

Запропоноване рішення буде отримувати дані з датчиків тиску, обробляти їх за допомогою моделі з використанням нечіткої логіки і регулювати роботу двигунів підлаштовувати під потреби користувачів.

Область застосування даної розробки, для тестування, невелике підприємство, а в перспективі і задіяння для всього міста.

РОЗДІЛ 2

2.1 Методика розрахунку коефіцієнта гідравлічного опору λ

Натурні дослідження на сталевих водоводах діаметром 1200-1600 мм проводилися протягом 37 років. У 1963-1970 рр. автором було досліджено значення коефіцієнта λ на водоводах з невеликим терміном експлуатації (до 9 років), і основну увагу приділяв значенням λ кв в режимі роботи водоводу в квадратичній зоні, де величина Re для всіх водоводів приймалася постійною [173, 175]. У той час не була встановлена залежність коефіцієнта гідравлічного опору від часу, а лише констатувався факт його збільшення з плином часу експлуатації T . Не проводилося дослідження при істотно змінюються числах Re , що не дозволяло виявити залежності $\lambda = f(Re)$, $f \lambda = \Delta$, $\lambda = f(T)$ і т. д. У розділі 3 цієї роботи представлена залежність $\lambda = f(Re)$. При натурних дослідженнях водоводу коефіцієнт гідравлічного опору λ визначався за відомою формулою Дарсі-Вейсбаха [157, 308, 345]

$$H = \lambda \frac{l V^2}{d 2g}$$

де λ - коефіцієнт гідравлічного тертя по довжині водовода;

l - довжина водоводу, м;

d - діаметр водоводу, м;

V - середня швидкість потоку води в водогоні, м / с;

H - втрати напору, м.

При дослідженні водоводів витримувалися такі умови: а) довжина дослідних ділянок була понад 7000 м й досягала 109 000 м; б) на дослідних ділянках проводилися вирізки елементів стінок труб для дослідження абсолютної макрошероватості внутрішньої поверхні водоводу; в) на дослідних ділянках була можливість проводити пьезометрические вимірювання і вимірювання витрати води (застосовувалися зразкові манометри, що забезпечують точність вимірювань тиску, і ультразвукові витратоміри UFM 610 р, що забезпечують точність вимірювань витрати води). Втрати напору на ділянці водоводу визначалися за формулою:

$$H_{L+M} = \left(Z_1 + B_1 + \frac{P_1}{\gamma} \right) - \left(Z_2 + B_2 + \frac{P_2}{\gamma} \right)$$

де Z_1 і Z_2 - позначки штуцера на початку і в кінці досліджуваного ділянки водоводу;

B_1 і B_2 - відстань від верху штуцера до осі манометра на початку і в кінці ділянки водоводу;

$\frac{P_1}{\gamma}$ і $\frac{P_2}{\gamma}$ - манометричний натиск на початку і в кінці ділянки водоводу.

На всіх ділянках на час досліджень було встановлено зразкові і контрольні манометри. Результати замірів показників манометричного напору під час проведення дослідних робіт заносилися в спеціальні анкети. Заміри витрат і швидкостей в водоводах здійснювалися як стаціонарними ультразвуковими витратомірами, установленими на насосних станціях, так і накладними ультразвуковими витратомірами. Особливе значення надавалося виміру витрат води за допомогою ультразвукових накладних витратомірів типу UFM 610 p (рис. 2.1-2.2).



Рисунок 2.1 - Ультразвукові накладні витратоміри UFM 610



Рисунок 2.2 - Вимірювання швидкості і витрати води в водогоні

Переносний прилад UFM 610 р призначений для застосування у нестационарних умовах і обладнаний акумулятором харчування, місцевим дисплеєм, пристроєм для накопичення даних і інтерфейсом RS 232 для зв'язку з ПЕОМ. Він дозволяє досить точно вимірювати витрату чистих і однорідних рідин з малим вмістом газових включень і твердих частинок, таких, як вода, призначена для нагріву або охолодження, вода на виході очисних споруд і т. Д. Застосовувана система вимірювання є безконтактної, не вимагає врізки в трубопровід, не створює перепаду тиску і не вносить зміни в потік. Параметри рідини, такі, як електропровідність, тиск, щільність, не впливають на результати вимірювань. Накладні ультразвукові витратоміри прості в установці, не потребують обслуговування, споживають мало електроенергії. Ультразвуковим накладним расходомером можна вимірювати об'ємний витрата води в металевих, пластикових, азбоцементних трубопроводах, а також в трубопроводах з внутрішніми або зовнішніми покриттями. Два ультразвукових датчика встановлювали на трубопроводі в точці, де водовід повністю заповнений водою. Датчики були розташовані таким чином, щоб вимірювальний промінь мав горизонтальне положення. точку контакту датчика і трубопроводу очищали від іржі, відшарування покриттів. Принцип роботи накладних витратомірів UFM 610 р заснований на тому, що звукова хвиля, що проходить через середу в напрямку, що збігається з напрямком потоку рідини, поширюється швидше, ніж в протилежному напрямку. Виміром прямого і зворотного проходження ультразвукової

хвилі визначається швидкість потоку. Робота витратомірів UFM 610 р здійснювалася в режимі «діагональ» (рис. 2.3).

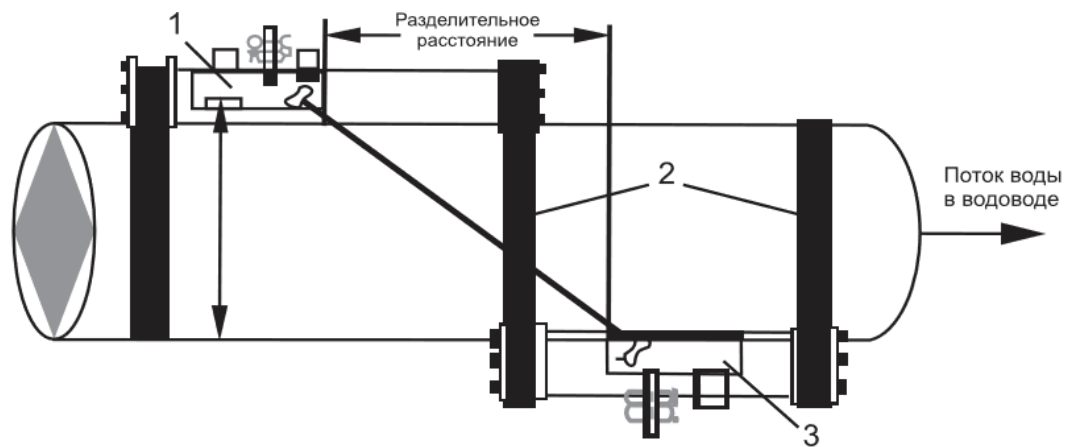


Рисунок 2.3 - Кріплення для діагонального виміру: 1 - нерухомий блок; 2 - ремені; 3 - рухливий блок

Швидкість поширення ультразвукової хвилі з точки А в точку В

$$V_{AB} = C_0 + V_m \cos \varphi$$

Швидкість поширення ультразвукової хвилі з точки В в точку А

$$V_{BA} = C_0 - V_m \cos \varphi$$

Час поширення хвилі з точки А в точку В

$$t_{AB} = \frac{L}{C_0 + V_m \cos \varphi}$$

Час поширення хвилі з точки В в точку А

$$t_{BA} = \frac{L}{C_0 - V_m \cos \varphi}$$

де C_0 - швидкість поширення ультразвуку в рідині; V_{AB} - швидкість поширення ультразвуку з точки А в точку В; V_{BA} - швидкість поширення ультразвуку з точки В в точку А; V_m - середня швидкість потоку рідини; t_{AB} - час поширення ультразвуку з точки А в точку В; t_{BA} - час поширення ультразвуку з точки В в точку А; L - відстань між датчиками. Наведемо технічну специфікацію витратоміра UFM 610 р: застосування - вимір об'ємної витрати рідких середовищ; дані трубопроводів: діаметр - 13-5000 мм; товщина стінки - до 75 мм; матеріал трубопроводу - метал, пластик, чавун, будь-які

суцільні внутрішні (зовнішні) покриття. Первинні пристрої - два ультразвукових датчика з монтажним комплектом. Датчики типу В використовувалися для дослідження труб діаметром 90-1000 мм. Датчики типу С - для труб діаметром 1000-5000 мм. Похибка вимірювань при $V > 1$ м / с не перевищувала 2%, при $V < 1$ м / с - 0,02 м / с. число Рейнольдса $Re > 10000$. Постійна часу мала і становить лише 5 с. Програмне забезпечення приладу дає можливість передавати експериментальні дані, накопичені в приладі, через інтерфейс RS 232 на ПЕОМ та зберігати дані про калібрування приладу.

2.2 Метод розрахунку водоспоживання міст

Дослідження залежності водоспоживання міст країн СНД від різних природно-кліматичних, містобудівних та інших факторів проводилося на основі статистичної обробки даних водоканалів про фактичне питомій середньодобовому водоспоживання на людину в містах, літературних джерел і відомчих даних про фактори, що впливають на водоспоживання [12, 82, 92 -95, 154, 158, 221, 263, 266, 274, 280, 319]. Питомий середньодобове водоспоживання на одного жителя міста приймалося загальним, з урахуванням втрат води на водопровідних мережах, в житловому фонді, витрат води на власні потреби водопроводу і т. Д. Питомий водоспоживання

$$q_{i\text{факт}} = \frac{W_i^r}{n_i N_i} \quad \text{обчислювалося як}$$

де W_i^r - річна подача води місту в 1984 р, млн м³;

n_i - кількість днів в базовому (1984) році, рівне 366;

N_i - чисельність населення міста, млн чол. методика досліджень включала три етапи.

На першому етапі застосовували метод парного кореляційного аналізу [286], що дозволяє виявити значущі кореляційні зв'язки між питомою середньодобовим водоспоживанням міст q і різними факторами x_i (i - номер фактора), визначити їх спрямованість і оцінити тісноту кореляції. Основною характеристикою, яка обчислювалася при кореляційному аналізі даних, був коефіцієнт парної лінійної кореляції між величиною q і кожним з досліджуваних факторів, який за визначенням дорівнює

$$R_{q,x_i} = \frac{S_{q,x_i}}{\sigma_q \sigma_{x_i}}$$

де σ_q і σ_x - середньоквадратическіе відхилення величин q і x_i від середнього значення;

І $S_{q, x}$ - коваріація цих величин, тобто математичне сподівання добутку відхилень цих величин від середнього;

$$\sigma_q = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (q_j - \bar{q})^2};$$

$$\sigma_{x_i} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_i)^2};$$

$$S_{q, x_i} = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (q_j - \bar{q}) (x_{ij} - \bar{x}_i)$$

де n - число точок даних (обсяг вибірки);

\bar{q} і \bar{x}_i - середні значення величин q і x_i ;

q_j і x_{ij} - поточне значення величин в точці з номером j .

Для розрахунку коефіцієнтів кореляції використовували стандартну формулу, яку одержують із:

$$R_{q, x_i} = \frac{n \sum_{j=1}^n (q_j x_{ij}) - \left(\sum_{j=1}^n q_j \right) \left(\sum_{j=1}^n x_{ij} \right)}{\sqrt{\left(n \sum_{j=1}^n q_j^2 - \left(\sum_{j=1}^n q_j \right)^2 \right) \left(n \sum_{j=1}^n x_{ij}^2 - \left(\sum_{j=1}^n x_{ij} \right)^2 \right)}}$$

Значимість коефіцієнтів кореляції перевіряється за критерієм Стюдента [286]. Для цього розрахована статистика:

$$t = \frac{R}{\sqrt{1-R^2}} \sqrt{f}$$

де f - число ступенів свободи; для коефіцієнта парної кореляції $f = n - 2$. Розраховану t -статистику порівнювали з табличним значенням розподілу Стюдента при заданому рівні значимості α і числі ступенів свободи f : $t_f; \alpha$. Якщо $t \geq t_f; \alpha$, то гіпотеза про існування кореляційної зв'язку між величинами q і x_i приймалася на рівні значущості α (з довірчою ймовірністю $P = 1 - \alpha$). На етапі кореляційного аналізу даних вираховували також

коефіцієнти парної кореляції між різними факторами x_i і x_j ($i \neq j$). Результати парного кореляційного аналізу були представлені у вигляді матриці коефіцієнтів кореляції. Розрахунок коефіцієнтів кореляції не тільки між величиною q і факторами x_i , але також між різними факторами x_i і x_j був необхідний для виявлення прихованих кореляційних зв'язків між величиною питомої середньодобового водоспоживання і факторами, на неї впливають. такі приховані зв'язки можуть спостерігатися в тих випадках, коли існують сильні кореляційні зв'язки між величиною q і деяким фактором x_i , а також між фактором x_i і іншим фактором x_j ; в той же час між величиною q і фактором x_j також існує значна, але більш слабкий зв'язок протилежної спрямованості. В даній ситуації коефіцієнт кореляції, R_{q,x_j} може мати такий же знак, як і коефіцієнт кореляції, R_{q,x_i} , отже, не буде адекватно описувати об'єктивно існуючий зв'язок між величинами q і x_j . Для виявлення описаних вище прихованих кореляційних зв'язків і визначення їх спрямованості розраховували коефіцієнти приватної кореляції „ $R_{q,x_j|x_i}$ [286], що характеризують зв'язок між величинами q і x_j при фіксованому значенні x_i . Розрахунки виконували за формулою

$$R_{q,x_j|x_i} = \frac{R_{q,x_j} - R_{q,x_i} R_{x_i,x_j}}{\sqrt{(1 - R_{q,x_i}^2)(1 - R_{x_i,x_j}^2)}}$$

Значимість коефіцієнта приватної кореляції також оцінювали за критерієм Стьюдента на основі розрахунку t-статистики за формулою (2.21), однак кількість ступенів свободи в (2.21) визначалося як $f = n - 2 - k$, де k - кількість факторів з фіксованими значеннями. На другому етапі досліджень застосовувався метод парного регресійного аналізу [129, 286]. На даному етапі виконувалася пошук парних регресійних залежностей величини q від тих чинників, з якими для неї були виявлені значущі кореляційні зв'язки. Розглядалися різні гіпотези про форму регресійної зв'язку: лінійна $q = a_0 + a_1 x$, поліноміальна

$$q = \sum_{j=0}^k a_j x^j,$$

різні види внутрішньо лінійних залежностей (нелінійних залежностей, для яких можливо лінеаризующее перетворення). Коефіцієнти регресії a_j в разі лінійної залежності і залежностей, нелінійних факторингу змінним (тобто залежностей виду

$$q = a_0 + \sum_{j=1}^k a_j \phi_j(x),$$

де $\varphi_j(x)$ - деякі нелінійні функції), розраховували за методом найменших квадратів [129]. У разі залежностей нелінійних по змінній q (істотно нелінійних, тобто залежностей виду

$$f(q) = a_0 + \sum_{j=1}^k a_j \varphi_j(x),$$

де φ_j - деякі нелінійні функції) коефіцієнти регресії вираховували за допомогою вагового методу найменших квадратів. мінімізувалася сума [13]:

$$S = \sum_{i=1}^n \left[\frac{1}{(f'(x_i))^2} \left(f(q_i) - \left(a_0 + \sum_{j=1}^k a_j \varphi_j(x_i) \right) \right)^2 \right]$$

Для характеристики точності обраної регресійної моделі розраховували залишкову дисперсію

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_j (q_{pj} - q_{\Phi j})^2$$

де q_{pj} і $q_{\Phi j}$ - відповідно розраховані і фактичні значення величини q для кожного значення фактора x_{ij} . Крім того, для характеристики точності обраної моделі використовували також коефіцієнт кореляції, який визначається за формулою, аналогічною. Вибір оптимальної форми регресійної залежності здійснювали по мінімуму залишкової дисперсії (максимуму коефіцієнта кореляції). На третьому етапі виконувалося побудова багатофакторної регресійної моделі виду

$$q = a_0 + \sum_{i=1}^k a_i \varphi_i(x_i)$$

де a_0, a_i - коефіцієнти регресії;

x_i ($i = 1 \dots k$) - фактори, включені в модель, для яких на першому етапі були виявлені значущі кореляційні зв'язки;

φ_i - нелінійні функції, вид яких був визначений на другому етапі.

Оцінку коефіцієнтів регресії проводили методом множинного регресійного аналізу. щоб виключити помилки, обумовлені мультиколінеарності (залежністю між чинниками), застосовували один з варіантів методу крокової регресії - алгоритм включення змінних

[129]. Для оцінки точності побудованої багатofакторної регресійної моделі розраховували наступні характеристики: залишкову дисперсію за формулою і коефіцієнт множинної кореляції за формулою, аналогічною, а також будували довірчий інтервал регресії $q_{\min} < q < q_{\max}$, де q_{\min} і q_{\max} - відповідно нижня і верхня довірчі кордону. Довірчі кордону розраховували за формулами

$$q_{\min} = q - K_p \sigma, \quad q_{\max} = q + K_p \sigma$$

де K_p - довірчий множник. У припущенні нормальності розподілу K_p є квантиль нормального розподілу і для довірчої ймовірності $P = 0,95$ (рівень значущості 0,05) $K_p = 1,96$.

2.3 Методика розрахунку інтенсивності відмови водорозподільних мереж

В основу розрахунку взято статистика пошкоджень в водопровідних мережах Рубіжного за 2005-2013 рр. і щомісячні статистичні дані про температуру зовнішнього повітря і води, що транспортується в водомережі за цей же період. методика розрахунку відмови водопровідних мереж заснована на статистичній обробці результатів спостережень за сезонною динамікою кількості відмов. Була встановлена стійка сезонна повторюваність кількості відмов. таким чином, функція залежності кількості відмов водопровідних мереж від часу є періодичною з мінімальним періодом $T = 12$ міс. У зв'язку з цим апроксимація цієї залежності аналітичною функцією виконувалася на основі методу розкладання функції в ряд Фур'є [288]

$$P(M) = a_0 + \sum_j a_j \cos\left(\frac{2\pi}{T} jM\right) + \sum_j b_j \sin\left(\frac{2\pi}{T} jM\right)$$

де M - номер місяця в році; $P(M)$ - кількість відмов у даному місяці;

a_0 - середня кількість відмов у місяць за рік;

j - номер гармоніки в ряду Фур'є;

a_j і b_j - амплітуди гармонік, що визначаються за стандартними наближеними формулами розкладання в ряд Фур'є, які отримують за формулами Ейлера-Фур'є [288]:

$$a_j = \frac{1}{6} \sum_{j=1}^{12} P_j (M) \cos \left(\frac{2\pi}{T} jM \right),$$

$$b_j = -\frac{1}{6} \sum_{j=1}^{12} P_j (M) \sin \left(\frac{2\pi}{T} jM \right)$$

де $P_j (M)$ - фактичні дані про кількість відмов водопровідних мереж за даний місяць. Проведені розрахунки показали, що у формулі досить обмежитися гармоніками 1-3-го порядків. Розрахунки проводили на ПЕОМ за допомогою системи статистичної обробки та аналізу даних Statistica [30]. Розрахункові значення кількості відмов зіставляли з графіками сезонної динаміки зміни температур атмосфери і водопровідної води, що дозволило якісно пояснити що спостерігається сезонну динаміку відмов.

2.4 Методика розрахунку змін тиску в мережі прв насосної станції при гідравлічному ударі

Особливість експерименту полягає не тільки в тому, що до цих пір поведінка пьезометр системи ПРВ описувалося тільки теоретично і реальну поведінку мережі в динаміці при звичайній життя міста було видно лише по контрольним точкам водомережі, а й в тому, що при експерименті вироблялося автоматичне керування системою ПРВ і одночасно автоматично здійснювався запис 13 параметрів роботи насосної станції, а також вузлових витрат і тисків в кождязя, тиску в диктує точці і тиску в різних точках водомережі. Записи всіх параметрів проводили із застосуванням мікро процесорної техніки з періодичністю десять вимірювань в секунду, хоча можливість ності використовуваної апаратури дозволяли забезпечити швидкість запису 100 вимірювань в секунду.

Крім того, з огляду на дедалі частіші випадки відключення електрики, під час експерименту досліджували явище гідроудару, який створювали штучно, різким відключенням енергопостачання насосної станції, а кроковим відкриттям задвіжкі на випуску з водомережі в видаленні від насосної станції імітували аварію і досліджували при цьому зміна параметрів водомережі. експеримент проводили протягом доби (рис. 2.3).

В ході експерименту протягом 22 год підтримувальної стабільний тиск в диктує точці мережі при спільній роботі двох насосних станцій по вертикальній і горизонтальній зонам впливу шляхом зміни числа обертів насосного агрегату за допомогою

перетворювача частоти. технічно експеримент з гідроударів забезпечувався наступними апаратними засобами: на насосній був встановлений блок управління, що має в своєму складі 16-канальний блок аналого-цифрового перетворення, який знімав показання з датчиків станції по 13 основними параметрами:

- РДТ - тиск в диктує точці;
- Рвих1 - тиск на 1-му виході насосної станції;
- Рна3 - тиск на виході насосного агрегату 3;
- Qвих1 - витрата води на 1-му виході насосної станції;
- n - число обертів насосного агрегату 4;
- Рвих2 - тиск на 2-му виході насосної станції;
- Qвих2 - витрата води на 2-му виході насосної станції;
- Рна4 - тиск на виході насосного агрегату 4;
- Іна3 - ток насосного агрегату 3;
- Іна4 - ток насосного агрегату 4;
- Wа1 - активна потужність на ввіді 1;
- U1 - напруга на ввіді 1;
- U2 - напруга на ввіді 2.

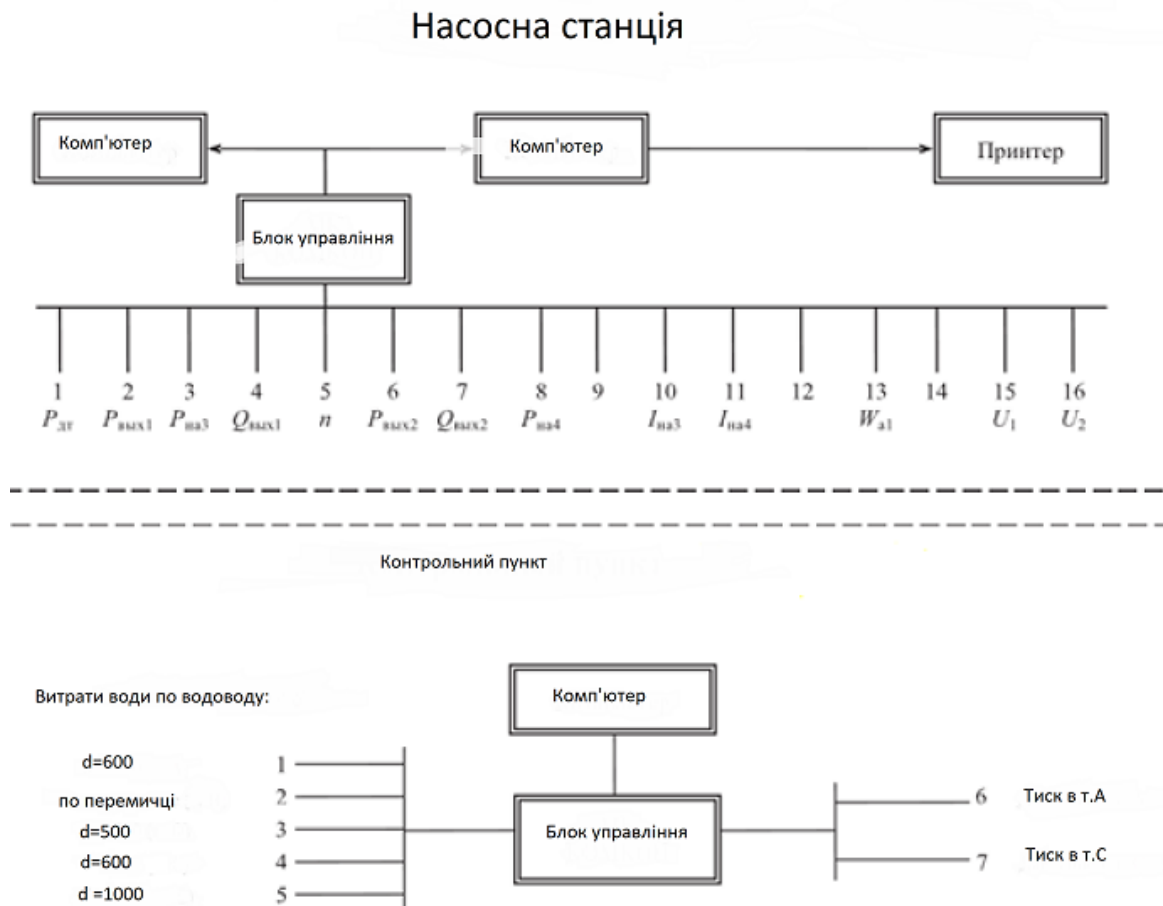


Рисунок 2.3 - Блок-схема системи вимірювань

2.5 Метод розрахунку водоспоживання міст

Незважаючи на наявність безлічі незалежних факторів і специфічних особливостей водоспоживання окремих міст, розташованих в різних природно-кліматичних умовах, представляється можливим шляхом обробки статистичних матеріалів встановити параметри, які мають найбільш сильний вплив на зміну умов водопостачання. До їх числа відносяться середньодобова температура повітря, пружність водяної пари, відносна вологість, середньорічна кількість опадів, геодезична висота, географічна широта і довгота, чисельність населення міста, середня площа, яка припадає на одного жителя міста, площа забудови міста, сума середньодобових температур в місті вище 0 0С, тривалість періоду з середньодобовою температурою нижче 0 0С. У цьому розділі

досліджується вплив цих параметрів на питомий середньодобове (за рік) водоспоживання. Отримано емпіричні формули, які можна використовувати як при проектуванні і коригування умов експлуатації, так і для прогнозів, заснованих на знанні динаміки зміни перерахованих параметрів [165, 182, 185, 186, 189]. Проведені дослідження показують, що для вирішення задач прогнозування водоспоживання і вивчення його закономірностей слід розглядати безліч чинників різної фізичної природи, характер і величини яких можуть впливати на зміну водоспоживання в містах. При цьому необхідно враховувати, що між розглянутими факторами в ряді випадків існують складні взаємозв'язки [31, 36, 52, 83, 109, 122, 130, 169, 192, 211, 228, 230]. Створення методу розрахунку водоспоживання дозволить оцінювати характер його зміни, стан використовуваних водних ресурсів і активно впливати на прийняття раціональних управлінських рішень з урахуванням стратегічної вагомості населених пунктів, прогнозувати водоспоживання з урахуванням ймовірного зміни незалежних параметрів. При цьому розробляється методика повинна задовольняти принципом інерційного розвитку, при якому прогноз майбутнього здійснюється виходячи з реальним станом динаміки водоспоживання. Дослідження в цьому плані можуть сприяти встановленню картини справжнього стану водоспоживання міст на основі екстраполяції від справжнього до прогнозу водоспоживання в майбутньому. Прийнятий підхід в оцінці інформації про ретроспективу водоспоживання спрямований на виявлення взаємозалежних і взаємообумовлених факторів, характерних для респектабельних населених місць, розташованих в різних природно-кліматичних умовах, неоднаковою орографії. Разом з тим ці фактори визначають розвиток водопостачання, акумулюють в собі інформацію про передбачуване в майбутньому водоспоживання. З 126 досліджених міст колишнього СРСР із загальною чисельністю населення 75,083 млн осіб. базовими, для орієнтації в оцінці фону питомої середньодобового водоспоживання, були обрані селище міського типу Кочеток в Рубіжному з чисельністю населення відповідно 0,004 і 1,554 млн осіб. У цих населених пунктах мають місце стабільний клімат, приплив інсоляції і тепловий режим, у них однакові географічне положення і висотне розташування над рівнем моря, сприятливі гідрологічні умови. При цьому вони значно різняться по чисельні

В основу методу розрахунку водоспоживання покладена багатofакторна математична модель, що описує водоспоживання з урахуванням природно-кліматичних умов міст. На початковому етапі побудови моделі питомої середньодобового водоспоживання (1984 г.), що припадає на одного жителя міста, був створений набір даних по параметрах, описаним нижче, для подальшої обробки на ЕОМ. Фактичне питома

середньодобове водоспоживання на одного жителя міста обчислювалося на базі статистичних звітних даних водоканалізаційних господарств міст колишнього СРСР, розташованих в різних природно-кліматичних умовах, за формулою

$$q_{i\text{факт}} = \frac{W_i^r}{n_i N_i}, \text{ м}^3 / \text{сут.}$$

де W_i^r - подача води місту, млн м³;

n_i - кількість днів в базовому році, рівне 366;

N_i - чисельність населення міста, млн чол.

Фактичне питома середньодобове (за 1984 г.) водоспоживання є загальним, оскільки автоматично враховує в обсязі поданої місту води не тільки все її втрати, але і нерациональні витрати, а також витрати води на власні потреби водогосподарських систем міста, промисловості, на потреби пожежогасіння і т. д. в якості базового був прийнятий 1984 р оскільки господарство країни в цьому році в цілому працювало стабільно, а спад в колишньому СРСР ще не настав.

Базовою моделлю для ідентифікації міст і орієнтації раціонального мінімального загального питомої середньодобового водоспоживання прийнятий розташований в 40 км від Рубіжного компактний Кочеток зі сприятливою навколишнім середовищем і населенням 4100 осіб. У ньому досить різноманітних місць для прикладання праці, розвинене культурно-побутове обслуговування, тут є хороша рекреаційна зона. Значна частина населення працює в системі КП «ВТП» Вода »на найбільших спорудах кондиціонування води потужністю 750 тис. МЗ на добу, розташованих в самому селищі. Працівники, які проживають в одно- і п'ятиповерхових упорядкованих житлових будинках, як правило, піклуються про водозбереження, прагнуть не допускати витоків і непродуктивних витрат води. Вибір цього населеного пункту в якості контрольної моделі питомої середньодобового водоспоживання обумовлений тим, що від інших населених пунктів його відрізняє тільки невелика чисельність населення, а такі параметри, як селитебная територія, розвиток продуктивних сил, містоутворюючі, архітектурно-планувальні особливості, виробнича, соціальна інфраструктура, поверховість, розмір забудови і природнокліматические умови, - аналогічні іншим регіонам. Відповідно до нормативних документів [247] територія СРСР поділялася на чотири будівельно-кліматичні зони, чотири кліматичних району та 16 кліматичних підрайонів. Як відомо [249], в будівництві і в системі водопостачання існує кілька режимів експлуатації житла і водогосподарських систем, а отже, повинні бути різними рівень водоспоживання, вимоги до будівництва комплексу споруд кондиціонування води і т. Д. Мінімальна вартість

будівництва 1 м² загальної площі була прийнята для кліматичних районів ПБ і ПВ, які взяті в якості базових при зіставленні з іншими кліматичними районами [247]. Таким чином, Кочеток і Рубіжне за кліматичними умовами знаходяться в рівному становищі. Динамічні природні процеси, які відбуваються і можуть відбуватися на певній території

2.6 Стійкість водопостачання

в результаті її технічного використання містами, впливають також на клімат, погіршують екологічну ситуацію, що призводить до зміни водоспоживання. Розрахунок питомої середньодобового водоспоживання q в адекватних природно-кліматичних умовах в реальному масштабі часу по Луганській області здійснювався за даними згідно з формулою:

$$q = 37,785 \ln N + 289,47$$

де N - чисельність населення, млн чол. Зазначена формула отримана за методом найменших квадратів з використанням статистичних даних про реальний водоспоживання в містах з різною чисельністю населення. Характер залежності свідчить про те, що з ростом чисельності населення в містах збільшується і питомий середньодобове водоспоживання.

Особливого значення набуває якісна оцінка залежності питомої середньодобового водоспоживання від багатьох властивих кожному місту факторів, коли метеорологічні умови, що характеризують стан атмосфери та гідросфери, різні. Основні фізичні процеси в житловому фонді міст пов'язані з комфортом, який забезпечується штучними і природними умовами перенесення тепла, вологи і повітря. Поза житлового фонду комфортність життя людини залежить в першу чергу від природно мінливих погодних умов і клімату. Зростаюче масштабне антропогенне забруднення міст помітно впливає на погоду. Це штучне вплив, що відбувається в результаті життєдіяльності людини, викликало так званий «парниковий ефект» [29, 105, 121, 337-339, 360]. Початок глобальної зміни клімату на Землі через підвищення температури, зміна інтенсивності ультрафіолетового випромінювання Сонця, що досягає земної поверхні, і багато іншого впливають на водоспоживання. Ці та інші чинники були враховані в їх взаємозв'язку при розробці методу розрахунку водоспоживання (рис. 2.4). На першому етапі досліджували вплив кожного з факторів на питомий середньодобове водоспоживання міст відокремлено від інших чинників. При цьому ставилося завдання вивчити механізм і процеси, які

осадкомера, мм; g - прискорення вільного падіння, м / с², Θ - термодинамічна температура, К; N - чисельність населення міста, млн чол.; $F1$ - загальна житлова площа на одного жителя міста, м²; A - середньорічне альbedo, %; E - річна упру гість водяної пари в місті, мб; O - ореол забруднення міст за даними космічної зйомки за ретроспективний, км²; $F2$ - площа забудови міста за даними дешифрування космічної зйомки міст, км², SH - географічна широта розташування міст, град., DO - географічна долгота розташування міст, град., T - сума середньодобових температур повітря в містах вище 0 ° С, ° С, DM - тривалість періоду з середньодобовою температурою ≤ 0 ° в днях.

2.7 Вплив температури повітря в містах на зміну питомого середньодобового водоспоживання

Відомо [36, 48, 132, 230, 228], що процеси, що відбуваються в організмі людини, і сам механізм його фізіологічних функцій (кровоносна, дихальна, нервова, м'язова системи) підтримуються системою терморегуляції і оптимізуються в дуже вузькому діапазоні температур. Це вкрай необхідно для виживання людини і направлено на забезпечення рівноваги, або гомеостазу, в широкому діапазоні параметрів навколишнього його середовища. Відхилення від діапазону температури, необхідної для життєдіяльності людини, може викликати стресовий стан, аж до летального результату. Грунтуючись на цих передумовах, при моделюванні прогнозу питомої водоспоживання на одного жителя в першу чергу досліджували вплив термодинамічної температури Θ ($\Theta = t \text{ } ^\circ \text{C} + 273,15$) (табл. Б.1 додатка Б) на загальне питома середньодобове водоспоживання в місті, залежне від свідомих і несвідомих дій, а також від процесів адаптації людини. Виявлена кореляційна залежність питомої середньодобового водоспоживання q від середньорічної температури Θ видно з рис. 4.5.

Була побудована кореляційна залежність:

$$q = 167,543 + 0,00075\Theta^2 - 13,5\sqrt{\Theta}, \text{ м}^3 / \text{сут}$$

де Θ - середньорічна температура зовнішнього середовища за шкалою Кельвіна, К. Кореляційну залежність $q = f(\Theta)$, представлену на рис. 4.5, назвемо лінією водоспоживання (ЛВ). Як видно, при значеннях середньорічної температури в містах, що дорівнює $\Theta \approx 273\text{K}$, ЛВ досягає свого екстремуму. Точка мінімуму розмежує характер зміни загального питомої середньодобового водоспоживання в містах колишнього СРСР,

обумовленого температурним режимом. Гілки ЛВ від точки мінімуму при $\Theta > 273\text{K}$ і $\Theta < 273\text{K}$ йдуть з різним радіусом кривизни. Чим більше прирощення температури (в умовах $\Theta > 273\text{K}$), тим крутіше лінія водоспоживання, що свідчить про зростаючий в містах попиті на воду для різних потреб, наприклад, для забезпечення терморегуляції організму людини, виходячи з його захисних властивостей, для покриття непродуктивних, нерациональних і безповоротних втрат води в промислових центрах, організації комфортних температурно-влажностного умов, включаючи використання води для кондиціонування, і т. д. При $\Theta < 273\text{K}$ лінія водоспоживання від точки мінімуму йде вгору більше пів го. Це свідчить про те, що зі збільшенням кількості морозних днів витрата води в містах зростає в основному за рахунок опалення, а рівень водоспоживання для інших потреб знижується. Наші дослідження [165, 189] змін загального питомої середньодобового водоспоживання в містах колишнього СРСР, які відбуваються при зниженні температури в зимовий період - в січні ($\Theta_1 = t_1 \text{ } ^\circ\text{C} + 273,15$) і підвищенні в літній - в липні ($\Theta_7 = t_7 \text{ } ^\circ\text{C} + 273,15$) (табл. Б.1 додатка Б), свідчать про різку нерівномірності поведінки лінії водоспоживання. Отже, водоспоживання обумовлено нерівномірним розподілом світла і тепла в різних географічних широтах Землі протягом року. Зазначене відмінність ілюструється графіками залежності водоспоживання від середньомісячних температур за січень і липень $q = f(\Theta_1)$ і $q = f(\Theta_7)$ (рис. 4.6 і 4.7). Відповідні рівняння регресії мають вигляд:

$$q = 5,889 + 0,721 \cdot 10^{-6} \Theta_1^3 - 0,267 \cdot 10^{-3} \Theta_1^2, \text{ м}^3 / \text{ут}$$

$$q = -1,9 + 0,96310^{-7} \Theta_7^3, \text{ м}^3 / \text{сут}$$

де Θ_1 - середньомісячна температура за січень, К;

Θ_7 - середньомісячна температура за липень, К.

Нерівномірний зміна температури в містах істотно впливає не тільки на водо споживання людини, його життєдіяльність, але і на тваринний світ, формування поч венного покриву і рослинності. Частота зміни температури в містах залежить від активності розподілу на планеті сонячної енергії, від кількості вологи та інших факторів, що беруть участь в цих процесах. Вони також є головними показниками в оцінці Біоклімат.

Вплив розміру ореола міського забруднення на зміну загального питомої середньодобова водоспоживання

Тенденція до дестабілізації навколишнього природного середовища, як саморозвивається екосистеми з притаманними їй закономірностями, спостерігається в містах світу повсюдно [70, 82, 126, 304, 333]. Емісія забруднень в атмосферу утворює навколо різних за величиною міст значні за розмірами ореоли [74, 106, 280]. Про це свідчать супутникові телевізійні зображення і картосхеми ореолів забруднень, складені за даними космічних зйомок за ретроспективний. На картосхемах площа забудови кожного міста представлена у вигляді затемненого плями, контур ореолу позначений суцільною лінією, а троянда вітрів - пунктирною. Відомі багато механізмів впливу забруднень в містах на навколишнє середовище. Зазвичай вони характеризуються залежністю від мікроклімату міст і речовинноенергетических показників, відображають особливості споживання, привнесення і перерозподіл різних речовин і енергії в процесі різних видів діяльності населення міст. Ідентифікація та картографування зон забруднення снігового покриву в околицях міст - так званих ореолів забруднення - грають важливу роль в охороні природних ресурсів не тільки в зв'язку з можливістю об'єктивних оцінок антропогенного впливу на навколишнє середовище. Оцінки площ ореолів забруднення, зроблені на основі космічних знімків, важливі також і для визначення вагомого екологічного показника - питомої середньодобового водоспоживання в містах. Підтвердженням цьому є результати досліджень (рис. 2.6), що свідчать про існування залежності між збільшенням ореолу забруднення досліджуваних міст і зростанням чисельності населення і щільності забудови міст.

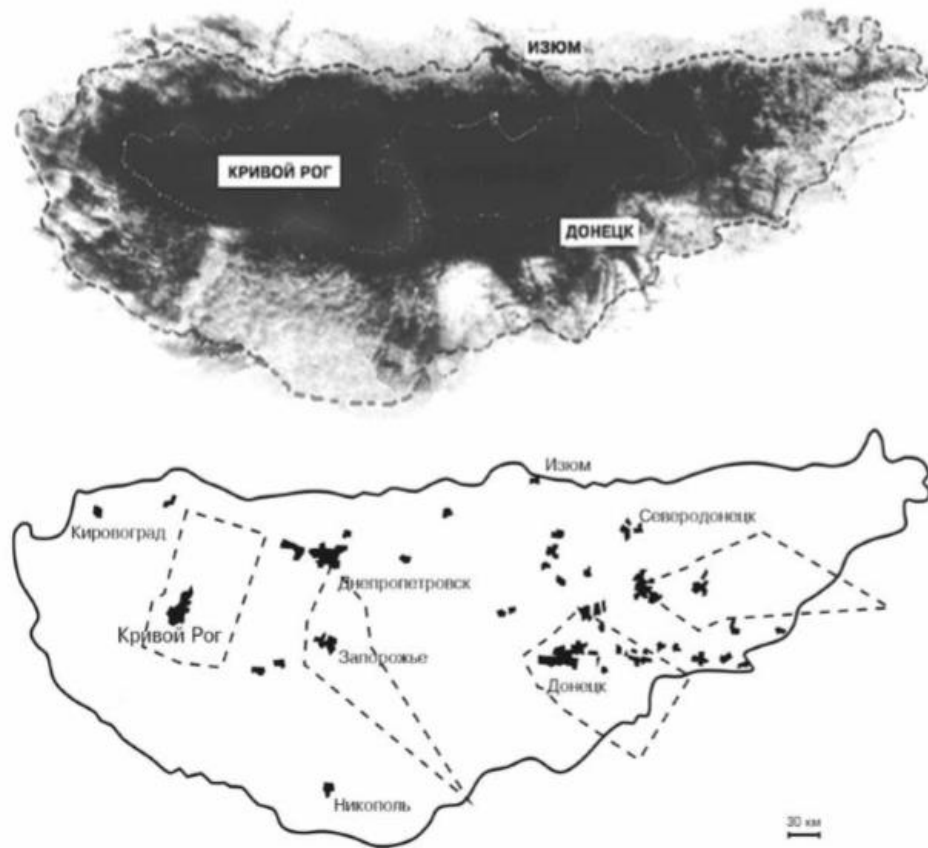


Рисунок 2.5 - Картограмма ореолів забруднення снігового покриву для міст за результатами дешифрування телевізійних знімків з ШСЗ «Метеор»

Залежність зростання питомої середньодобового водоспоживання від розмірів міського ореолу забруднення описується рівнянням:

$$q = 0,578 + 0,28726 \cdot 10^{-9} O^2,$$

де O - ореол забруднення міст за даними космічної зйомки, км².

На перший погляд здається, що кореляція між величинами q і O практично відсутня. Кількісно це виражається низьким коефіцієнтом парної лінійної кореляції між ними ($R_{q, O} = 0,10$). При довірчій ймовірності 0,95 і числі ступенів свободи $f = 126 - 2 = 124$ даний коефіцієнт не є значимим. Однак, розглядаючи, можна помітити, що поблизу осі ординат зосереджені точки, що позначають південні і приморські міста, де ореоли забруднення практично не спостерігаються або мають невеликі площі внаслідок нетривалість існування сніжного покриву, що і призводить до спотворення загальної кореляційної залежності. Кількісно цей ефект виражається в тому, що поряд з існуванням відносно слабкою кореляційної залежності водоспоживання від площі ореолів забруднення існує також і більш сильний кореляційний залежність від ряду географічних (кліматичних) факторів, таких, наприклад, як сума середньодобових температур T ,

пружність водяної пари в січні E_1 , географічна широта SH та інші. При цьому між рядом інших факторів, що впливають на водоспоживання, існує негативний кореляційний зв'язок, що призводить до спотворення залежності водоспоживання від площі ореолів забруднення.

Виключити вплив географічних (кліматичних) факторів можна методом приватного кореляційного аналізу. Для приватного коефіцієнта кореляції між величинами q і O при фіксованій величині E_1 значення $1, q_{OER} = 0,30$. Відповідно до критерію (2.5) отримане значення коефіцієнта приватної кореляції при числі ступенів свободи $f = n - m - 1 = 126 - 2 - 1 = 123$ є значущим. Таким чином, площа ореолів забруднення міст є істотним чинником, що впливає на величину q , і, отже, матеріали космічних зйомок можуть бути використані при вирішенні задачі прогнозу водоспоживання міст. Розглядаючи основні тенденції взаємодії людини з навколишнім середовищем в перспективі, слід зазначити, що виявляється нова проблема і для енергетики. Наведений аналіз збільшення питомої середньодобового водоспоживання в містах за рахунок впливу навколишнього середовища показує, що буде рости і нераціональне споживання енергоресурсів в містах, залежне від розглянутих факторів.

2.8 Висновки до другого розділу

1. Аналіз вітчизняних і зарубіжних робіт, систематизація та критична оцінка сучасного стану водоспоживання в населених пунктах України та країнах СНД показали, що питомий середньодобове водоспоживання населених пунктів залежить від цілого ряду чинників, до яких відносяться: середньодобова температура повітря, пружність водяної пари, відносна вологість, середньорічна кількість опадів, сумарна сонячна радіація, середньорічне альbedo, геодезична висота населених пунктів, географічна широта і довгота, чисельність населення, житлова площа, яка припадає на одного жителя, площа забудови населеного пункту, площа ореолів забруднення міст, суми позитивних середньодобових температур, тривалість періоду з негативною середньодобовою температурою.

2. Вплив перерахованих чинників на питомих середньодобове водоспоживання міст може мати різну спрямованість. Наприклад, зі збільшенням річної та місячної суми сонячної радіації в містах питомий середньодобове водоспоживання зростає, і, навпаки, з підвищенням середньорічного альbedo, а також зі зростанням відносної вологості питомий середньодобове водоспоживання зменшується. На величину водоспоживання істотно впливає температурний режим в містах. Встановлено також, що при висоті

розташування міста над рівнем моря $H > 50$ м з ростом висоти відбувається збільшення приросту питомої середньодобового водоспоживання в містах та зворотний процес - при $0 < H < 50$ м. Отже, розвиток міст, розташованих в степових зонах, пустелях, напівпустелях і високогірних областях, підсилює процеси росту загального питомої середньодобового водоспоживання.

3. Отримано емпірична залежність між питомою середньодобовим водоспоживанням і перерахованими факторами. 4. Розроблено методику прогнозування водоспоживання міст, в основу якої покладена багатофакторна модель, що дозволяє оцінювати характер його зміни і активно впливати на прийняття раціональних управлінських рішень з урахуванням стратегічної вагомості населених пунктів. 5. Використання методики дозволяє не тільки оцінити дефіцит води або раціональне її використання в містах, а й охарактеризувати життєдіяльність міста, його індустріально-промислове стан, культуру водоспоживання, визначити спеціальне призначення населеного пункту. 6. Встановлено, що для міст з чисельністю населення від 0,139 до 15 млн осіб швидкість росту загального питомої середньодобового водоспоживання значно вище, ніж для міст з чисельністю населення від 0,004 до 0,034 млн осіб. У містах з чисельністю населення 0,034 до 0,139 млн осіб відбувається процес стабілізації темпів зростання питомої середньодобового водоспоживання. Раціональне водоспоживання характерно для міст з обмеженою чисельністю до 140 тис. чоловік.

РОЗДІЛ 3

3.1 Розрахунок потреб міста у воді

Об'єктом водопостачання є місто, розташоване на березі річки і промислові підприємства, що знаходяться в межах міської забудови. Місто розташоване в районі Луганської області.

Місцевість, на якій розташоване місто, характеризується перепадом відміток землі 74 ± 1 м. Площа міста складає $F = 33,76$ км², щільність населення $P = 1735$ чол. / Км².

Число жителів ~ 60000 чол. Житлова забудова міста складається в основному з 9 і 5 - поверхових будівель, обладнаних водопроводом, каналізацією та ваннами з газовими водонагрівачами.

Проектована система водопостачання - I категорії забезпеченості подачі води.

На території міста розташовано одне підприємства: місцевої промисловості, із загальним числом працюючих - 1400 чоловік. Підприємства працюють в три зміни. Характеристика водоспоживання промисловими підприємствами наведена в табл.3.1.

Таблиця 3.1. - Водоспоживання промисловими підприємствами

Технологічне водоспоживання	Переходи. добової нерівномірності	Необхідні напори	Число працюючих			Відсоток працюючих в гарячих цехах	Відсоток робочих користуючих душем	Відсоток працюючих в холодних цехах	Відсоток робочих користуючих душем	Число робочих на одну душову сітку
			1 см	2 см	3 см					
м ³ / с	коэф.	м	чол.	чол.	чол.	%	%	%	%	чол.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Промислове підприємство №1										
Q1 = 0,36	1	0	400	300	100	5	100	95	25	8
Q2 = 0,031	1	0								

Якісні показники води для виробничих потреб:

- Q1 - Проціджений через сітку;
- Q2 - по ГОСТ 2874-82.

Оборот води допускається тільки для Q1.

Допускається повторне використання води в технологічних процесах виробництва в розмірі 70% від Q2.

Загальна площа поливу складає: площа зелених насаджень - 25% Fгор ..

Число днів поливу в році - 160.

Витрата води на підприємства місцевої промисловості і підприємства комунально-побутового призначення становить 20% від Qхоз.-піт.

Гідрологічні дані до створу водозабірних споруд:

- мінімальний річний рівень води (p = 97%) - 72,50 м;
- максимальний рівень води (p = 1%) - 77,60 м;
- мінімальний витрата в річці (p = 95%) - 18,2 м³ / с;
- стійкість берегів і дна річки - русло і берег стійкі,

У табл. 3.2 наведені результати досліджень якості води.

Таблиця 3.2 - Показники якості вихідної річкової води.

Кольоровість джерела, град	60
Жорсткість води, мг-екв / л:	
загальна	1,2
карбонатная	0,6
Каламутність джерела, мг / л:	
найбільша	400
найменша	80
Коли-титр, мл / шт	0,3
Окислюваність, мг / л	6,4
pH	7,1
Смак, балів	2
Запах, балів	2
Фтор, мг / л	0,4

3.1.1 Господарсько - питне водоспоживання населення

Площа міста становить Fгор = 33.7 га. Щільність населення P = 1735 чол. / Км.

При заданій ступеня благоустрою житлових будинків норма господарсько - питного водоспоживання на 1 жителя (середньодобова за рік) складе qср = 120 л / сут.

Для визначення максимального добового і годинного витрат води знаходимо коефіцієнти добової і нерівномірності.

Коефіцієнти добової нерівномірності приймаємо рівними:

$$K_{сут.мах} = 1,2; K_{сут.мін} = 0,8$$

Коефіцієнти нерівномірності водоспоживання визначаються за формулами:

$$K_{ч.мах} = \alpha_{мах} * \beta_{мах} = 1,3 * 1,09 = 1,4$$

$$K_{ч.мін} = \alpha_{мін} * \beta_{мін} = 0,6 * 0,72 = 0,43$$

α - коефіцієнт, що враховує ступінь благоустрою житлових будинків, режим роботи підприємств та інші місцеві умови, застосовуємо:

$$\alpha_{мах} = 1,3; \alpha_{мін} = 0,6$$

β - коефіцієнт, що враховує число жителів в населеному пункті, приймаємо:

$$\beta_{мах} = 1,09; \beta_{мін} = 0,72$$

3.1.2 Поливальне водоспоживання

Норму на полив зелених насаджень, вулиць і площ приймаємо 1,2 л / м²; число поливів на добу - 2; число днів поливу в році - 160.

3.1.3. Господарсько - побутове водоспоживання робітників підприємства

Витрати води на господарсько-побутові потреби підприємства складаються з витрат на господарсько-питні потреби робітників і витрати на прийняття душу.

Норму витрати води на господарсько-питні потреби приймаємо на одного робітника в зміну: для робітників цехів - 45 л / зміну; для холодних цехів - 25 л / зміну;

Часовий на 1 душову сітку приймаємо 500л, тривалість користування душем після закінчення зміни - 45 хв.

3.1.4. Виробниче водоспоживання підприємств

Для промислових підприємств необхідні витрати води різної якості: вода пройшла через сітку (з витратою Q₁; допускається подача води з оборотних систем водопостачання) і вода фільтрована (з витратою Q₂; при цьому до 70% цієї витрати води допускається повторно використовувати).

Кількість води, яка подається на виробничі потреби підприємств, при коефіцієнті годинної нерівномірності $K_{ч.мах} = 1$,

Для П / П №1:

$$Q_1 = 0,36 \text{ м}^3 / \text{с} = 1296 \text{ м}^3 / \text{год} = 31104 \text{ м}^3 / \text{добу}$$

$$Q_2 = 0,031 \text{ м}^3 / \text{с} = 112 \text{ м}^3 / \text{год} = 2678 \text{ м}^3 / \text{добу}$$

Для задоволення потреби у воді $Q_1 = 31104 \text{ м}^3 / \text{добу}$ доцільно використання оборотної системи водопостачання. Тоді витрата води для поповнення оборотної системи, приймаючи поповнення в розмірі 10% від витрати оборотної води, $Q_{\text{поп}} = 0,1 * Q_1 = 0,1 * 1296 = 130 \text{ м}^3 / \text{год}$.

За завданням до 70% від витрати води Q_2 допускається використовувати повторно, що становить $Q_{\text{повт}} = 0,7 * 112 = 78 \text{ м}^3 / \text{год}$. В цьому випадку необхідно подати додаткову витрату свіжої води:

$$Q_{\text{св}} = 130 - 78 = 51 \text{ м}^3 / \text{год} = 0,014 \text{ м}^3 / \text{с}$$

Для П / П №2:

$$Q_1 = 0,46 \text{ м}^3 / \text{с} = 1656 \text{ м}^3 / \text{год} = 39744 \text{ м}^3 / \text{добу}$$

$$Q_2 = 0,04 \text{ м}^3 / \text{с} = 144 \text{ м}^3 / \text{год} = 3456 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

Для задоволення потреби у воді $Q_1 = 39744 \text{ м}^3 / \text{добу}$ доцільно використання оборотної системи водопостачання. Тоді витрата води для поповнення оборотної системи, приймаючи поповнення в розмірі 10% від витрати оборотної води, $Q_{\text{поп}} = 0,1 * Q_1 = 0,1 * 39744 = 3974,4 \text{ м}^3 / \text{добу}$ (тисяча шістьсот п'ятьдесят шість) = $166 \text{ м}^3 / \text{год}$.

За завданням до 70% від витрати води Q_2 допускається використовувати повторно, що становить $Q_{\text{повт}} = 0,7 * 144 = 101 \text{ м}^3 / \text{год}$. В цьому випадку необхідно подати додаткову витрату свіжої води:

$$Q_{\text{св}} = 166 - 101 = 65 \text{ м}^3 / \text{год} = 0,018 \text{ м}^3 / \text{с}$$

3.1.5 Протипожежне водоспоживання

Розрахункова кількість води на зовнішнє пожежогасіння і число одночасних пожеж для житлової забудови приймаємо відповідно до [1, табл.5, примеч.5].

Розрахункове число одночасних пожеж (при розрахунковій чисельності населення 115500 чол.) Приймаємо рівним - 3; витрата води на одну пожежу

$$Q_{\text{пож}}^{\text{н}} = 40 \text{ л} / \text{с}$$

(Житлова забудова понад 3-х поверхів), а з урахуванням внутрішнього пожежогасіння в два струмені по $q = 2,5 \text{ л} / \text{с}$, сумарний витрата складе $Q = 40 + 2 * 2,5 =$

45 л / с. Відповідно до [1 п.2.14, табл.5, прим.5], в це число пожеж входять пожежі на промислових підприємствах, розташованих в межах міста.

3.2 Расходи води за видами споживання і в цілому по місту

3.2.1. Господарсько-питне водоспоживання населення

Середній за рік добова витрата води визначаємо за формулою:

$$Q_{сут.кр} = \frac{q_{кр} * N}{1000} = \frac{230 * 115500}{1000} = 26565 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

де $q_{кр}$ - прийнята середня норма водоспоживання, л / (чол * добу);

N - розрахункове число жителів, чол;

Розрахункове число жителів визначається за формулою:

$$N = p * F_{гпр} = 210 * 550 = 115500 \text{ чел}$$

Розрахункові витрати води на добу найбільшого і найменшого водоспоживання визначаємо за формулою:

$$Q_{сут.мін} = K_{сут.мін} * Q_{сут.кр} = 0,8 * 26565 = 21252 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

Розрахункові годинні витрати води визначаємо за формулою:

$$q_{ч.макс} = K_{ч.макс} * \frac{Q_{сут.макс}}{24} = 1,4 * \frac{31878}{24} = 1860 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

$$q_{ч.мін} = K_{ч.мін} * \frac{Q_{сут.мін}}{24} = 0,43 * \frac{21252}{24} = 381 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

3.2.2. Поливальне водоспоживання

Максимальний добовий витрата води на полив визначаємо за формулою:

$$Q_{\text{сут.мах}}^{\text{пол}} = \frac{10000 F_{\text{пол}} \cdot q_{\text{пол}}}{1000} = \frac{10000 \cdot 110 \cdot 1,2}{1000} = 1320 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

$$F_{\text{пол}} = \frac{20 \cdot 550}{100} = 110 \text{ га}$$

де $F_{\text{пол}}$ - площа поливу, $F = 20\%$ від $F_{\text{гор}}$ в га.;

$Q_{\text{пол}}$ - норма поливу, 1,2 л / м²;

Середній добовий витрата води за рік на полив визначаємо за формулою:

де n - число днів поливу в році $n = 160$ днів

Приймаємо, що полив збігається з днем максимального водоспоживання, але не збігається з часом максимального водоспоживання даних діб.

3.2.3 Господарсько-побутове водоспоживання робітників підприємств

Витрата води на господарсько-побутові нужди підприємства складається з витрат на господарсько-питні потреби робітників і витрати на прийом душа.

Число радочіх на п / п №1 становить:

I зміна - 1400 чол.

II зміна - 1300 чол.

III зміна - 1100 чол.

Число працюючих в гарячому цеху 5%, користуються душем в холодному цеху - 25%. Число робочих, що обслуговуються однією душовою сіткою - 8 чол.

Число радочіх на п / п №2 становить:

I зміна - 1700 чол.

II зміна - 1600 чол.

III зміна - 1300 чол.

Число працюючих в гарячому цеху 5%, користуються душем в холодному цеху - 25%. Число робочих, що обслуговуються однією душовою сіткою - 8 чол.

З огляду на вихідні дані і норми водоспоживання, визначаємо витрати води (в м³) на господарсько-побутові потреби робітників (табл.3.3).

Господарсько-побутове водоспоживання на промислових підприємствах

Таблиця 3.3- Потреби у водопостачанні

Зміни	Господарсько-питне водоспоживання		Витрата води користування душем, м3	Всього в зміну, м3
	У гарячих цехах, м3	У холодних цехах, м3		
Промислове підприємство №1				
I	$\frac{1400 \cdot 5 + 45}{100 \cdot 1000} = 3,2$	$\frac{1330 \cdot 25}{1000} = 333$	$\frac{(70 + 260)}{8 \cdot 0,375} = 1575$	52
II	$\frac{1300 \cdot 5 + 45}{100 \cdot 1000} = 2,9$	$\frac{1235 \cdot 25}{1000} = 309$	$\frac{(65 + 247)}{8 \cdot 0,375} = 146$	49
III	$\frac{1100 \cdot 5 + 45}{100 \cdot 1000} = 2,5$	$\frac{1045 \cdot 25}{1000} = 261$	$\frac{(55 + 209)}{8 \cdot 0,375} = 124$	41
Разом	9	90	43	142
Промислове підприємство №2				
I	$\frac{1700 \cdot 5 + 45}{100 \cdot 1000} = 3,8$	$\frac{1615 \cdot 25}{1000} = 404$	$\frac{(85 + 40379)}{8 \cdot 0,375} = 229$	67
II	$\frac{1600 \cdot 5 + 45}{100 \cdot 1000} = 3,6$	$\frac{1520 \cdot 25}{1000} = 380$	$\frac{(80 + 380)}{8 \cdot 0,375} = 216$	64
III	$\frac{1300 \cdot 5 + 45}{100 \cdot 1000} = 2,9$	$\frac{1235 \cdot 25}{1000} = 309$	$\frac{(65 + 30879)}{8 \cdot 0,375} = 17,5$	51
Разом	10	109	63	182

3.2.4 Виробниче водоспоживання на підприємствах

Відповідно до вихідних даних з міського водопроводу в кожну годину нерівномірно ($K_{ч} = 1$) на технологічні нижди надходить:

П / П №1:

$Q_2 = 0,031 \text{ м}^3 / \text{с}$, отже заповнення втрат води з оборотної системи буде забезпечено за рахунок подачі потрібної кількості води з системи міського водопостачання; буде дорівнює:

$$Q_{сут}^{пр} = 0,031 + 0,014 = 0,045 \text{ м}^3/\text{с} = 3888 \text{ м}^3/\text{сут}$$

П / П №2:

$Q_2 = 0,04 \text{ м}^3 / \text{с}$, отже заповнення втрат води з оборотної системи буде забезпечено за рахунок подачі потрібної кількості води з системи міського водопостачання; буде дорівнює:

$$Q_{сут}^{пр} = 0,04 + 0,018 = 0,058 \text{ м}^3/\text{с} = 5011 \text{ м}^3/\text{сут}$$

3.2.5. Протипожежне водоспоживання.

Кількість пожеж та витрати на один пожежа визначені в 3.1.5. : $Q_{пож} = 3 * 45 = 135 \text{ л} / \text{с}$.

3.2.6 Сумарне водоспоживання міста

Витрата води по годинах доби на господарсько-питні потреби населення міста прийнятий при коефіцієнті нерівномірності $K_{ч.мах} = 1,4$.

Витрата води на виробничі потреби промислових підприємств за годинами доби - рівномірний.

Витрата води на душ - протягом 45 хвилин після закінчення кожної зміни.

Полив зелених насаджень і мийка вулиць прийняті рівномірними протягом 6 годин (з 4 до 6 і 15 до 17) з таким розрахунком, щоб поливальні витрати не збігалися з годинником максимального водорозбору.

Визначення сумарного водоспоживання міста (в $\text{м}^3 / \text{доби}$), що включають водоспоживання населення і промислових підприємств наведено в таб. 3.4.

Таблиця. 3.4 - Сумарне водоспоживання міста

Споживачі	Добовий витрата, м3	
	середній	максимальний
Населення	26565	31878
Полив	579	1320
Промислові підприємства:		
господарсько-побутові потреби	324	324
виробничі потреби	8899	8899
Разом:	37108	42421

На підставі прийнятих розподілів витрат води окремими водопотребителями складаємо сумарне розподіл витрат води по всім споживачам (таб. 2.2).

На підставі таб.3.3. будуємо ступеневий графік водоспоживання міст.

3.2.7. Визначення вільного напору

Мінімальний вільний напір у водопровідній мережі визначаємо відповідно до [1, п.3.27] при заданій поверховості - 6:

$$H_{CB} = 10 + (4 * 5) = 30 \text{ м}$$

Мінімальний вільний напір при гасінні пожежі для асоціацій господарсько-питного та протипожежного водопроводу низького тиску прініманм по [1, п.3.31]:

$$H_{CB} = 10 \text{ м.}$$

3.3 Вибір системи водопостачання

Проектована система водопостачання - I категорії забезпеченості подачі води при чисельності населення понад 50 тис. Чоловік (60000 чоловік в нашому випадку).

На підставі аналізу обсягів споживання води окремими категоріями споживачів в проекті прийнята об'єднана господарсько-питна, виробнича і протипожежна система водопостачання міста і промислових підприємств. При цьому планується більшу частину виробничого водоспоживання підприємств забезпечити за рахунок використання оборотних систем водопостачання.

3.3.1 Вибір схеми і складу споруд системи водопостачання

Водозабірні споруди згідно з проектом передбачається розташувати на березі річки вище міста за течією річки.

Так як якість річкової води не відповідає вимогам ГОСТ 2874-82 "Вода питна", то до складу споруд з водопостачання будуть входити очисні споруди, які розташовуються в безпосередній близькості від водозабірних споруд. На території очисних споруд будуть розташовуватися резервуари чистої води і насосну станцію II підйому.

Для подачі води в місто передбачається прокласти напірні водоводи.

Для забезпечення надійності міську водопровідну мережу передбачається виконати кільцевої.

Водонапірна вежа розташовується на природній височині і приєднується до водопровідної мережі в її початку.

Таким чином проєктована система водопостачання I категорії забезпеченості подачі води характеризується:

- по виду джерела водопостачання - з використанням поверхневих вод (річка);
- за способом подачі води - нагнітальна (вода споживачам подається насосами);
- за призначенням - об'єднана (господарсько-питна, виробнича, протипожежна);
- за видами об'єктів, що обслуговуються - міська;
- за територіальним охопленням водоспоживачів - централізована, забезпечує водою всіх споживачів, розташованих в місті;
- за характером використання води - прямоточна (вода після однократного використання транспортується в систему водовідведення); для підприємств застосовується зворотний система водопостачання, при цьому для поповнення оборотних систем застосовується повторно використання води (з технологічного циклу).

3.4 Водозабірні споруди

3.4.1. Санітарні вимоги до якості води джерел водопостачання

Санітарна охорона джерел водопостачання є необхідною і має наступні цілі:

- забезпечення населення доброякісною водою для господарсько-питних потреб в достатній кількості;
- попередження забруднення як відкритих джерел водопостачання, так і підземних;
- встановлення умов і проведення заходів, при яких можливе використання водойм для господарсько-питних цілей.

З метою забезпечення населення доброякісною питною водою діє ГОСТ 2874-73 «Вода питна» в якому регламентовані нормативи якості подається населенню водопровідної води і визначення відповідальності господарських організацій за недотримання цих нормативів.

Санітарні вимоги до якості води джерела водопостачання, який використовується для господарсько-питних цілей, викладені в ГОСТ 2761-74 «Джерела центрального господарсько-питного водопостачання».

3.4.2 Вибір схеми водозабірних споруд і основного технологічного обладнання

Оцінивши геологічний профіль русла річки і природні умови забору води, приймаємо водозабірних споруд роздільного типу з руслових водоприймачем. Роздільна компоновка насосної станції і берегового сіткового колодязя обумовлена амплітудою коливання рівня води $A = 5$ м.

Водозабірних споруд заплановано обладнати плоскими водоочисними сітками, тому що водозабір має малу продуктивність (до 1 м³ / с), а водоприймач на малу кількість забруднень і сміття.

Для затримання сміття (водоростей, гілок, шугольда) намічено обладнати водоприймальні отвори водоприймача їхсорорудерживаючих ґратами.

3.4.3 Визначення продуктивності водозабірних споруд

Повна витрата води водозабірних споруд визначається за формулою:

$Q_{в.с.} = \alpha * (Q_{сут.макс.} + Q_{пож.}) = 1,05 * (42421 + 1458) = 46073 \text{ м}^3 / \text{добу} = 0,53 \text{ м}^3 / \text{добу}$

де α - коефіцієнт, що враховує витрату води на власні нуж-ди станції водопідготовки, приймається рівним 1,05 [1, п.6.6];

$Q_{сут.макс.}$ - максимальний добовий витрата води, $\text{м}^3 / \text{добу}$;

$Q_{пож.}$ - витрата води на заповнення пожежного запасу (м^3) і визначається за формулою:

$Q_{пож.} = 3,6 * t_{пож.} * M * Q_{пож.} = 3,6 * 3 * 3 * 45 = 1458 \text{ м}^3$

де $t_{пож.}$ - розрахункова тривалість пожежі, час;

m - число одночасних пожеж (визначено в розділі 3), $m = 3$;

$Q_{пож.}$ - витрата води на одну пожежу, л / с, (визначено в розділі 3),

$Q_{пож} = 45$;

3.4.4 Вибір схеми і основного технологічного обладнання водозабірних споруд

Виходячи з продуктивності водозабору ($0,53 \text{ м}^3 / \text{с}$) I категорії, гідрологічних характеристик вододжерела, топографічних і геологічних умов (пологий берег, відсутність достатніх глибин біля берега, нескельний ґрунт) приймається технологічна схема водозабірних споруд - роздільного типу з руслових затопленим водоприймачем.

До складу водозабірних споруд входять затоплений двосекційний водоприймач з двостороннім втеканія води, берегової сітковий колодязь і насосна станція I підйому для створення необхідного напору зі всмоктуючим і напірним водоводами.

Технологічне обладнання водозаборів включає:

- спорудоутримуючі решітки, встановлені в водоприймальних отворах водоприймача зі стрижнями, розташованими під кутом 35^0 до напрямку течії води в річці;
- водоочисні плоскі сітки, розміщені в береговому сітковому колодязі;
- відцентрові насоси з приводом від електродвигунів;
- підйомно-транспортне обладнання, що служить для монтажу обладнання, трубопроводів при виконанні ремонтних робіт;
- трубопровідна арматура та обладнання для промивання водоприймальних отворів і соматичних відвідав.

3.5 Гідравлічний розрахунок водоводів

З урахуванням категорії системи водопостачання за ступенем забезпеченості подачі води в місто прокладаються два водоводи. Застосовуються сталеві електрозварні труби по ГОСТ 10704-76.

Водоводи розраховуються на характерні випадки їх роботи, що відповідають режимам витрачання води з мережі:

- водоводи, що з'єднують водонапірну вежу з мережею:
 - максимальний водоразбор;
 - максимальний водоразбор при пожежогасінні;
- водоводи II підйому:
 - максимальний водоразбор;
 - максимальний водоразбор при пожежогасінні.

Втрати напору в ділянках визначаються за формулою:

$$h = 1000i * L, \text{ де:}$$

1000i - п'єзометричний ухил

L - довжина ділянки водоводу, м.

Результати розрахунків наведені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 - Розрахунок водоводів.

Відвід:			Загальні витрати	Розрахунок витрат	Діаметр	Швидкість течії	Втрати напору
Найменування.	Довжина	Кількість					
	м	штук	л / с	л / с	мм	м / с	м
Випадок максимального водорозбору							
від НС-Пдо СБ	3000	2	539	270	600	0,96	5,22
від СБ до мережі	250	2	622	311	600	1,05	0,55
Випадок максимального водорозбору при пожежогасінні							
від НС-Пдо СБ	3000	2	757	378,5	600	1,24	9,36
від СБ до мережі	250	2	757	378,5	600	1,24	0,78

3.6. Побудова профілю пьезометричних ліній

Для визначення висоти водонапірної башти (за умови забезпечення у всіх точках мережі необхідних вільних напорів) обчислюються пьезометрические позначки в вузлах мережі і будується профіль пьезометрических напорів для двох випадків роботи мережі.

Пьезометричного позначки обчислюємо наступним способом. На генплані міста намічаємо саму несприятливу точку на мережі в частині забезпечення необхідних вільних напорів, тобто найвіддаленішу або розташовану на найвищій позначці. Пьезометрическа відмітка в цій точці дорівнює:

$$P = Z + H_{тр}$$

Де, Z - позначка поверхні землі в диктує точці;

$H_{тр}$ - необхідний вільний напір. При максимальному водорозборі він дорівнює 30 м, а під час пожежі - 10 м.

За диктують точки приймаємо: при максимальному водорозборі - точку 3 як розташовану на найвищій позначці, а під час пожежі - точка 15.

Потім визначаємо пьезометрические позначку P_i для точки, розташованої на протилежному кінці ділянки:

$$P_i = P \pm h_{i-k},$$

де P_i - пьезометрические відмітка в диктує точці;

h_{i-k} - втрати напору на ділянці;

Пьезометричного позначки для всіх інших точок визначаємо за формулою:

$$P_{i-1} = P_i \pm h_{i-k},$$

де P_i - розрахункова раніше пьезометрические відмітка для точки, находящейся на протилежному кінці ділянки від шуканої точки.

При обчисленні пьезометрических відміток враховуємо напрямок руху води на ділянці: якщо вода рухається від диктує точки або від точки, для якої визначена пьезометрические відмітка, до точки на протилежному кінці учаска, для якої визначаємо P , до диктує точці або до точки, для котороц вже визначена P , то втрати напору додаються. Напрямок руху води по ділянках визначаємо за розрахунковими схемами водопровідної мережі.

Вільний напір у вузлах мережі визначаємо за формулою:

$$H_{CB} = P_i - Z_i,$$

де P_i - пьезометрические відмітка;

Z_i - відмітка поверхні землі.

Результати обчислень пьезометричних відміток і вільних напорів в вузлових точках, наведені в табл.3.6.

Таблиця 3.6. - Пьезометричного позначки і вільні напори в вузлових точках

№ вузла	Геодезична відмітка земної поверхні	Максимальний водорозбір		Максимальний водорозбір при пожежогасінні	
		Пьезометрична позначка	Нсв	Пьезометрична позначка	Нсв
Перша гілка					
В.Б.	107,3	141,62	34	141,62	34
4	100,8	136,33	35,53	139,62	38,82
5	97	134,5	37,5	136,79	39,79
1	96,8	131,85	35,05	132,28	35,48
2	91	125,37	34,37	119,8	28,8
3	86,8	124,32	32,92	104,28	17,48
8	88	123,15	35,15	116,52	28,52
14	87,5	120,71	33,21	109,73	22,23
15	84,5	119,55	35,05	94,5	10
Друга гілка					
В.Б.	107,3	141,62	34	141,62	34
4	100,8	136,33	35,53	139,62	38,82
9	95	134,8	39,8	137,39	42,39
16	87	132,24	45,24	133,69	46,69
17	98	128	30	127	29
18	85	121,6	36,1	115,09	29,59
19	86	119,92	33,92	107,09	21,49
20	82,8	119,71	36,91	104,09	21,29
15	84,5	119,55	35,05	94,5	10

Висота стовбура водонапірної башти: $107,3 - 141,62 = 34$ м.

За даними табл.3.6 будуємо профіль пьезометричних напорів в мережі.

3.7. Очисні споруди

3.7.1 Вибір схеми і складу очисних споруд

Порівнюючи показники якості води джерела з вимогами ГОСТ 2874-82 показує, що вона не задовольняє цим вимогам по кольоровості і каламутності.

Освітлення і знебарвлення води проводиться коагулюванням, як реагент застосовується сірчаноокислий алюміній $Al_2(SO_4)_3$. Цей процес передбачає реагентне господарство, а також змішувачі.

Для зниження інтенсивності запаху і смаку передбачається попереднє хлорування (якщо більше 2 балів)

Для знезараження води також застосовується хлорування (вторинне), яке здійснюється перед вступом води в резервуари чистої води.

З огляду на склад води і продуктивність станції в якості основних споруд приймаємо горизонтальні відстійники і швидкі фільтри.

3.7.2 Визначення розрахункової продуктивності очисної станції

Продуктивність очисної станції визначається за формулою:

$$Q_{\text{оч.соор. мах}} = \alpha * (Q_{\text{мах.сут}} + q_{\text{доп}}) = 1,15 * (42421 + 1458) = 50242 \text{ м}^3 / \text{добу}$$

де, α -коефіцієнт, що враховує витрату води на власні потрібні станції і залежить в основному від промивання фільтрів. Приймаємо рівним 1,15 при повторному використанні промивної води в розмірі 10% від витрати води, що подається споживачам, і при зборі концентрованої каламутної води в розмірі 5% [1, п.6.6]

$Q_{\text{доп}}$ витрата води на тригодинне гасіння пожежі, визначений в розділі 5 і дорівнює $1458 \text{ м}^3 / \text{добу}$;5.3.

Розрахунок споруд реагентного господарства

Терміни, що вживаються при обробці води реагенти вводяться в вигляді порошків або гранул (сухе дозування) або у вигляді водних розчинів або суспензій (мокре дозування). Обидва способи дозування вимагають організації на водоочисних комплексах реагентного господарства.

Реагентний блок розроблений на два основних реагенту: коагулянту і флокулянта. Хлорування води забезпечується подачею хлорної води від окремо стоїть хлораторної.

Відділення коагулянту запроектовано в складі: баків розчинних і витратних., Насосів - дозаторів, а також повітродувкою. Під розчинними баками передбачені піддони, що дозволяє здійснювати контроль за витокami розчину - коагулянту з баків. В розчинних баках концентрацію розчину коагулянту слід приймати до 20%, а в витратних баках - 10-12%.

Внутрішня поверхня баків покривається спеціальною ізоляцією.

Відділення ПАА складається з складу і приміщення для приготування розчину ПАА певною концентрацією.

Для розрахунків споруд реагентного господарства необхідно визначити дози реагентів. Як коагулянтів, для усунення підвищеної кольоровості і каламутності, використовують сірчаноокислий алюміній.

Доза коагулянту:

$$D_k = 4 * \sqrt{C} = 4 * \sqrt{60} = 31 \text{ мг / л}$$

де, C - кольоровість початкової води, 60 град

Відповідно [1.табл.16] дозу реагенту беремо мах, при цьому враховуючи нашу каламутність води:

$$D_k = 40 \text{ мг / л}$$

Для поліпшення хлопьеобразования при недостатній лужності вихідної води проводять подщелачивание води (як коагулянт використовують сірчаноокислий алюміній, а для прискорення процесу додаємо гашене вапно). Дозу подщелачивания визначаємо за формулою:

$$D_{щ} = K \left(\frac{D_k}{e_k} - Щ_0 \right) + 1 = 28 \left(\frac{40}{57} - 0,8 \right) + 1 = -1,75 \text{ мг / л}$$

де: e_k - еквівалентний вагу безводного коагулянту; для сірчаноокислого алюмінію він дорівнює 57;

ЩО - лужність вихідної води (карбонатна жорсткість), мг-екв / л;

КЩ - коефіцієнт для вапна = 28;

Якщо дщ < 0, то не робимо подщелачивание.

Для поліпшення освітлення і знебарвлення води використовується флокулянт поліакриламід (ПАА) = ДПАА = 0.5 мг / л Дозу флокулянтів слід приймати відповідно [1.табл.16]

Для інтефікації ходу коагуляції обесвечівання, а також для поліпшення санітарного стану споруд рекомендується проводити первинне хлорування води. Доза хлору для первинного хлорування приймаємо 3 -10 мг / л. Коагулянт вводять після первинного хлорування, ПАА через 2 - 3 хв. після коагулянту.

3.8 Розрахунок відділення коагулянту

3.8.1 Сухе зберігання коагулянту

Для зберігання реагентів в сухому вигляді передбачають закриті приміщення на першому поверсі поблизу від розчинних баків. При зберіганні навалом сульфату алюмінію і негашеного вапна висоту шару приймають відповідно 1,5 -2 м, а при наявності відповідної механізації допускається збільшення висоти шару до 2,5 -3,5 м. Площа складу коагулянту визначаємо на 30 добове зберігання.

Площа складу:

$$F = \frac{K + P + T}{h \cdot \gamma} = \frac{1,2 + 39 + 30}{2 \cdot 1} = 70 \text{ м}^2$$

де k - коефіцієнт, що враховує розширення площі за рахунок проходів, 1,2;

P - добова потреба в реагенте, т / добу;

$$P = \frac{D \cdot Q_{\text{сут.пол}}}{10000 \text{ в}} = \frac{40 \cdot 40529}{10000 \cdot 42} = 3,9 \text{ т / сут}$$

де D - доза реагенту, 40 мг / л;

Qсут.пол - розрахункова продуктивність станції, 40529 м3 / добу

в - процентний вміст чистого продукту в технічному реагенті для глинозему очищеного 42%;

T - час зберігання коагулянту, 30 діб;

h - висота шару коагулянту, 2 м;

γ - об'ємна вага коагулянту, 1 т / м³;

Розмір складу в плані приймаємо 8 x 9 м² (при висоті шару коагулянту 2,1 м)

Перевіримо площа складу на можливість доставки коагулянту на очисні споруди великовантажними 60-тонними залізничними вагонами. Приймаємо: вантажопідйомність вагона G = 6т; число одночасно прибули вагонів N = 1; час, на яке необхідно мати запас реагенту на складі до моменту надходження нової партії, T₀ = 10 діб

$$F_1 = \frac{k(G \cdot N + T_0 \cdot P)}{h \cdot \gamma} = \frac{1,2(60 \cdot 1 + 10 \cdot 39)}{2 \cdot 1} = 60 \text{ м}^2$$

де G-вантажопідйомність великовантажного залізничного вагона, 60т;

N - кількість одночасно прибувають вагонів, 1;

T - час на яке необхідно мати запас реагенту на складі, до моменту надходження нової партії, прийняте рівним 10 діб. при доставці залізничними вагонами;

Прийнята площа складу задовольняє вимогам прийому великовантажного вагона.

У міру необхідності коагулянт зі складу подається в розчинні баки, де виходить 20% розчин. Після 4-5 годинного відстоювання розчин перепускають в витратні баки, де він розбавляється до концентрації 10-12%. Ємність розчинних баків:

$$W_p = \frac{q_{\text{час}} \cdot n \cdot D_k}{10000 \cdot \gamma_{\text{раст}} \cdot \gamma} = \frac{1689 \cdot 10 \cdot 40}{10000 \cdot 20 \cdot 1} = 34 \text{ м}^3$$

де Q_{час} - годинна продуктивність станції, один тисяча шістсот вісімдесят дев'ять м³ / год;

n - час повного циклаприготування розчину коагулянту 10-12 год;

в_{раст} - концентрація розчину коагулянту, 20%;

Площа розчинного бака:

$$F = \frac{W_{\text{раст}}}{h} = \frac{34}{1} = 34 \text{ м}^2$$

де h - висота шару розчину, 1 м

Приймаємо 3 розчинних бака, кожен ємністю 3,4 м³. Висота шару розчину $h = 1$ м, в плані 1,7х 2 м².

Ємність витратних (робочих) баків:

$$W_{\text{расх}} = \frac{W_{\text{раст}} + V_{\text{расх}}}{\nu} = \frac{3,4 + 20}{10} = 6,8 \text{ м}^3$$

де $W_{\text{расх}}$ - ємність витратного бака;

$W_{\text{раст}}$ - ємність розчинного бака;

ν - концентрація розчину коагулянту в розчинній баку, 20%;

$V_{\text{расх}}$ - концентрація розчину коагулянту в видатковому баку, 10-12%;

Площа витратного бака:

$$F = \frac{W_{\text{расх}}}{h} = \frac{6,8}{2} = 3,4 \text{ м}^2$$

де h - висота шару розчину, 1,7-2 м;

Приймаємо 2 витратних бака, кожен ємністю 6,8 м³. Висота шару розчину 2 м, розмір в плані 2 х 1,7 м².

Кількість розчинних баків не менше трьох і витратних баків не менше двох. Висотне розташування їх повинно забезпечити самопливний перелив розчинів з розчинних у витратні баки. Баки виготовляються з монолітного або збірного залізобетону. Розчинні баки в нижній частині проектуємо з похилими стінками під кутом 150 до горизонталі для очищеного коагулянту. Для спорожнення баків і скидання осаду приймаємо трубопровід діаметром не менше 150 мм

Внутрішня поверхня розчинних і витратних баків повинна бути захищена від корозуючого дії розчину коагулянту за допомогою кислотостійких матеріалів.

Днища витратних баків має ухил до скидного водопроводу діаметр якого не менше 100 мм.

Забір розчину коагулянту з розчинних і витратних баків передбачаємо з верхнього рівня.

Введення розчину реагенту проводиться в звужену ділянку напірного водоводу, що подає воду на очисні споруди.

У разі неможливості самопливного перепуску розчинів реагентів передбачається їх перекачування кислотостійкими насосами марки 1,5х-6Д-1-41. Час перекачування приймаємо 0,5 ч. Тоді продуктивність насоса дорівнює: $Q_{\text{нас}} = 3,4 / 0,5 = 6,8 \text{ м}^3 / \text{год}$

3.8.2 Розрахунок продуктивності повітродувок

Для інтенсифікації процесів розчинення коагулянтів і перемішування розчину в розчинних і витратних баків передбачається подача стисненого повітря, що подається по повітропроводів від повітродувок.

Продуктивність повітродувок визначається за формулою:

$$Q_B = (i_{\text{расст}} * F_{\text{расст}} + i_{\text{расх}} * F_{\text{расх}}) \frac{60}{1000} = (10 * 2,3 + 5 * 3,4) \frac{60}{1000} = 2,4 \text{ м}^3 / \text{мин}$$

де $i_{\text{рас}}$ - інтенсивність подачі повітря в розчинної баку, 8-10 л / сек м²;

$i_{\text{расх}}$ - інтенсивність подачі повітря в витратковому баку, 3-5 л / сек м²;

$F_{\text{рас}}$ - площа розчинного бака, м²;

$F_{\text{расх}}$ - площа витратного бака, м²;

Приймаємо 2 повітродувки марки ВК-3 - одну робочу і одну резервну.

За площею баків повітря розподіляється за допомогою дірчастих вініпластові труб, укладених під ґратами розчинних і по дну витратних баків отворами вниз, на відстані 0,4-0,5 м один від одного. Швидкість виходу повітря з отворів приймається 20-30 м / сек при діаметрі отворів 3-4 мм.

3.8.3 Розрахунок відділення поліакриламід

Відділення ПАА складається з складу і приміщення, де розташовуються установки для розчинення і дозування ПАА. ПАА поставляється в поліетиленових мішках місткістю 40 кг, упаковані в ящики.

Для Приготування 1% розчину ПАА приймаємо установку УРП-2м продуктивністю 14 м³ / добу. Приймаємо одну робочу і одну резервну установки.

Площа складу для сухого зберігання ПАА:

$$F = \frac{k \cdot P \cdot T}{h \cdot \gamma} = \frac{1,2 \cdot 0,2 \cdot 30}{1 \cdot 1} = 8 \text{ м}^2$$

де k - коефіцієнт, що враховує розширення площі за рахунок проходів, k = 1,2;

P - добова потреба в реагенті, т / добу;

$$P = \frac{D_{\text{ПАА}} \cdot Q_{\text{сут.пол}}}{1000000} = \frac{0,5 \cdot 40529}{1000000} = 0,2 \text{ т / сут}$$

де D - доза реагенту, 0,5 мг / л;

Q_{сут.пол} - розрахункова продуктивність станції, м³ / добу;

v - процентний вміст чистого продукту в технічному реагенті для глинозему очищеного 8-10%;

T - час зберігання коагулянту, 30 діб;

h - висота шару коагулянту, 1-1,5 м;

γ - об'ємна вага коагулянту, 1 т / м³;

Розмір складу в плані приймаємо 2 x 4 м² (при висоті шару ПАА 1 м)

Перевіримо площа складу ПАА на можливість доставки всієї партії реагенту автосамосвалами. Приймаємо: вантажопідйомність самоскида G = 5т; число одночасно прибули самоскидів N = 1; час, на яке необхідно мати запас реагенту на складі до моменту надходження нової партії, T₀ = 2-3 доби

$$F_1 = \frac{k(G \cdot N + T_0 \cdot P)}{h \cdot \gamma} = \frac{1,2(5 \cdot 1 + 3 \cdot 0,2)}{1 \cdot 1} = 6,8 \text{ м}^2$$

Прийнята площа складу задовольняє вимогам прийому великовантажного самоскида.

Ємність витратних баків:

$$W_{\text{р.з.к.}} = \frac{Q_{\text{час}} \cdot n \cdot D_{\text{ПАА}}}{1000000 \cdot v_{\text{ПАА}} \cdot \gamma} = \frac{168910 \cdot 0,5}{1000000 \cdot 0,5 \cdot 1} = 1,7 \text{ м}^3$$

де Q_{час} - годинна продуктивність станції, м³ / год;

n - час повного циклу Приготування розчину коагулянту 10-12 год;

v_{ПАА} - концентрація розчину коагулянту, 1-0,5%;

γ - об'ємна вага коагулянту, 1 т / м³;

Приймаємо 2 розчинних бака ПАА розмірами в плані 1 x 1 м², висота 2,4 м, ємність по 2 м³. Витрата розчину поліакриламідю дорівнює:

де t - 8-10 годин;

Для дозування приймаємо насоси-дозатори марки НД 160/10 продуктивність Qнас = 0,16 м³ / год, напір 100м.

3.9 Розрахунок основного технологічного обладнання

3.9.1 Розрахунок вихрового вертикального змішувача

Змішувальні пристрої призначені для перемішування оброблюваної води з реагентами. Змішувальні пристрої приймають не менше 2.

Вертикальні вихрові змішувачі застосовують для станцій обробки води з крупнодисперсної суспензією, а також при використанні подщелачивання реагентів. При розрахунку змішувальних пристроїв час перебування води в змішувачі приймається від 1-2 хв.

Вертикальний змішувач приймають у вигляді циліндричного резервуара з конічною нижньою частиною при куті нахилу 30-45°.

Приймаємо 2 вертикальних змішувача з витратою води в кожному з них.

Витрата на 1 смеситель:

$$q_{см} = q_{ч.пол} / n = 2093 / 2 = 1046,5 \text{ м}^3 / \text{год} = 291 \text{ л} / \text{сек}$$

Обсяг змішувача:

$$W_{см} = \frac{q_{см} \cdot t}{60} = \frac{1046,5 \cdot 2}{60} = 35 \text{ м}^3$$

де: t - час перебування води в змішувачі, 1-2 хв;

Площа циліндричної частини змішувача:

$$F_{ц} = \frac{q_{см}}{v} = \frac{1046,5}{100} = 10,46 \text{ м}^2$$

де: v - швидкість висхідного руху води (90-100 м / год або 30-40 мм / сек)

Діаметр циліндричної частини змішувача:

$$D_u = \sqrt{\frac{4 \cdot F_u}{x}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 11}{314}} = 3,6$$

Висота конічної частини змішувача:

$$h_{\text{кон}} = \frac{0,5(D_u - d)}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} = \frac{0,5(3,6 - 0,55)}{\operatorname{tg} \frac{45}{2}} = 3 \text{ м}$$

де d - діаметр вхідний конічної частини змішувача, визначається по $q_{\text{см}}$ [л / сек] і швидкості руху води до змішувача, яка приймається від 1,2-1,5 м / сек по таб.Шевелева, $d = 550 \text{ мм} = 0,55 \text{ м}$;

α - кут нахилу стінок в конічній частини змішувача, приймаємо 30-45 0;

Обсяг конічної частини змішувача:

$$W_{\text{кон}} = \frac{1}{3} \cdot x \cdot h_{\text{кон}} \left[\frac{D_u^2}{2} + \frac{D_u \cdot d}{4} + \frac{d^2}{2} \right] =$$

$$= \frac{1}{3} \cdot 314 \cdot 3 \left[\frac{3,6^2}{2} + \frac{3,6 \cdot 0,55}{4} + \frac{0,55^2}{2} \right] = 12 \text{ м}^3$$

Обсяг циліндричного змішувача:

$$W_{\text{цл}} = W_{\text{см}} - W_{\text{кон}} = 35 - 12 = 23 \text{ м}^3$$

Визначаємо висоту циліндричної частини змішувача:

$$h_u = \frac{W_{\text{цл}}}{F} = \frac{23}{11} = 2,1 \text{ м}$$

Висоту верхньої частини змішувача відповідно [б.п.6.45], приймається від 1-1,5 м, з розрахунку беремо 1,5 м.

Визначимо повну висоту змішувача:

$$H_{\text{см}} = H_{\text{ц}} + h_{\text{кон}} + 0,5 = 2,1 + 3 + 0,5 = 5,6 \text{ м}$$

де 0,5 - перевищення будівельної висоти над рівнем води в змішувальному пристрої;

3.9.2 Розрахунок камери утворення пластівців вбудованої в горизонтальний відстійник з шаром зваженого осаду

Камериформування пластівців призначені для протікання фізико-хімічних процесів, що обумовлюють утворення великих пластівців гідроксиду алюмінію, на яких абсорбуються домішки знаходяться у воді. Камери хлопьеобразования завжди влаштовуються при використанні першої стадії освітлення (осадження) в відстійниках. Їх слід встановлювати примикають або вбудованими в відстійники. Для найбільш повного протікання процесу утворення пластівців необхідно здійснювати перемішування оброблюваної води за рахунок спеціальних перегородок, зміни напрямку руху води, а також механічне перемішування.

Розрахунок камери утворення пластівців здійснюється після розрахунку горизонтального відстійника.

3.9.3 Розрахунок горизонтального відстійника

Відстійники застосовують для попереднього освітлення води перед надходженням її на швидкі фільтри.

Горизонтальний відстійник є прямокутним, залізобетонний резервуар. Дно відстійника повинно мати поздовжній ухил не менше 0,005 у напрямку, протилежному руху води. Каламутність води - 400 мг / л.

Розрахунок горизонтального отстойника починається з визначення сумарної площі відстійника:

$$\sum F = \frac{\alpha \cdot q}{3,6 \cdot u_0} = \frac{1,3 \cdot 2093}{3,6 \cdot 0,6} = 1260 \text{ м}^2$$

де α - коефіцієнт об'ємного використання відстійника; 1,3;

q - розрахункова витрата води, м³ / год;

u₀ - швидкість випадання суспензії, затриманої відстійником для митних вод приймається по [1, табл.18] - 0,6 мм / с.

Довжина відстійника:

де h_{cp} - середня висота зони осадження, 3-3,5;

v_{cp} - середня горизонтальна швидкість руху води, приймаємо по СНиП залежно від каламутності води: 9-12 мм / сек;

Ширина відстійника:

$$B = \frac{F}{L} = \frac{1260}{45} = 28 \text{ м}$$

Число відстійників:

$$n = \frac{B}{b} = \frac{28}{6} = 6 \text{ шт}$$

де b - ширина однієї секції відстійника, согласно [1, п.6.68] приймається рівною 6м;

Повна висота відстійника:

$$H_{OTC} = H_{осв} + H_{з.н} + H_{доп} = 3 + 0,89 + 0,5 = 4,4 \text{ м}$$

де $H_{осв}$ - зона освітлення, 3-3,5;

$$H_{з.н} = \frac{W_{з.н}}{F} = \frac{1128}{1260} = 0,89 \text{ м}$$

$H_{з.н}$ - зона накопичення

Обсяг зони накопичення:

$$W_{з.н} = \frac{24 \cdot q \cdot (C_0 - C) \cdot T}{\delta} = \frac{24 \cdot 2098,59 \cdot 10 \cdot 2}{40000} = 1128 \text{ м}^3$$

де q - розрахункова витрата води, м³ / год;

C_0 - зміст суспензії надходять у відстійник з урахуванням введення реагентів;

$$C_0 = M + k \cdot D_k + 0,25 \cdot Ц + B = 400 + 0,5 \cdot 40 + 0,25 \cdot 60 + 24 = 459$$

де M - найбільша каламутність вихідної води;

k - коефіцієнт приймається для $Al_2(SO_4)_3 = 0,5$;

D_k - доза коагулянту;

$Ц$ - кольоровість початкової води;

B - вміст суспензії при введенні вапна;

$$B = 0,6 \cdot дщ = 0,6 \cdot 40 = 24$$

Ндоп - перевищення рівня води в відстійнику при відключенні одного з них на ремонт - 0,5 м;

Збір освітленої води з відстійників здійснюється системою горизонтально розташованих дірчастих труб або жолобів. Труби (жолоби) розміщуються на ділянці 2/3 довжини відстійника уздовж осі коридору, рахуючи від задньої торцевої стінки. Відстань між осями труб (жолобів) не більше 3 м.

Для гідравлічного видалення осаду з відстійників протягом 20-30 хв влаштовується система з перфорованих труб або коробів, що укладаються по дну відстійників по поздовжній осі. Відстань між осями труб не більше 3 м.

Визначимо витрата, що припадає на трубу:

$$Q_{тр} = q_{отс} / 2 = 349/2 = 174 \text{ м}^3 / \text{год} = 48 \text{ л} / \text{с}$$

по таб.Шевелева визначимо діаметр труби:

$$v = 0,5-0,8 \rightarrow d = 250 \text{ мм}$$

Система збору осаду і відведення з відстійника.

Проектуються у вигляді дірчастих коробів, швидкість руху осаду 1 м / с.

Витрата води скидається разом з осадом:

$$q_{ос} = \frac{K_p \cdot W_{з.н}}{n \cdot t \cdot N_0} = \frac{1,5 \cdot 1128}{2 \cdot 30 \cdot 6} = 4,7 \text{ м}^3 / \text{мин}$$

де K_p - коефіцієнт розведення осаду, 1,5;

$W_{з.н}$ - обсяг зони накопичення;

n - кількість коробів в відстійнику, 2;

N_0 - кількість відстійників;

3.9.4 Розрахунок камери утворення пластівців

Площа камери утворення пластівців:

$$F = \frac{q_{ос}}{3600 \cdot v} = \frac{2093 \cdot 1000}{3600 \cdot 0,002} = 29 \text{ м}^2$$

де v - швидкість висхідного потоку води в камері, согласно [1, п.6.56] при освітленні митних вод приймається рівною 2 мм / сек;

Приймаємо 6 камер (по числу горизонтальних відстійників [1, п.6.62]), тоді площа однієї камери:

$$F_k = \frac{F}{n} = \frac{291}{6} = 48,5 \text{ м}^2$$

При ширині камери $b_k = 6 \text{ м}$ (що дорівнює ширині відстійника) довжина камери:

$$L_k = F_k / b_k = 48,5 / 6 = 8 \text{ м}$$

Висоту камери H_k приймаємо рівною висоті відстійника з урахуванням втрат напору в камері:

$$H_k = H_{отс} + h_{пот} = 3,89 + 0,4 = 4,29 \text{ м}$$

де: $h_{пот}$ - втрати напору в камері хлопьеобразования, согласно [1, п.6.219] приймаються рівними 0,4 м;

Час перебування води в камері хлопьеобразования визначаємо за формулою:

$$t_{к.х} = \frac{V_k}{q_k} = \frac{4,5}{0,002} = 2250 \text{ с} = 37,5 \text{ мин}$$

що відповідає даним СніП 2.04.02-84 ($t \geq 20 \text{ хв}$)

Витрата води припадає на кожен камеру:

$$q_k = \frac{q_{час} \cdot 1000}{6 \cdot 3600} = \frac{2093 \cdot 1000}{6 \cdot 3600} = 97 \text{ л/с}$$

Витрата води по кожній трубі:

$$q_{тр} = q_k / 2 = 97 / 2 = 48,5 \text{ л/с}$$

Розподіл води по площі камери передбачено за допомогою перфорованих труб з отворами, спрямованими горизонтально. У кожній камері розміщують дві - чотири перфорованої труби на відстанях не більше 3 м; прийняті дві труби.

Діаметр труби визначаємо по витраті і швидкості (таб.Шевелева):

$v = 0.5-0.6 \text{ м / сек} \rightarrow d = 300 \text{ мм}$

Площа отворів діаметром 15-25 мм в стінках перфорованої розподільної труби становить 30-40% площі її поперечного перерізу:

$$\sum f_{\text{отв}} = 0.4 \frac{\pi * D^2}{4} = 0.4 \frac{3.14 * 0.30^2}{4} = 0.03 \text{ м}^2$$

Приймаємо отвори $d = 25 \text{ мм}$ площа

$$f_1 = 0.0004 \text{ м}^2$$

Число отворів на кожній трубі:

Отвори розташовуються в два ряди з кроком:

$$e_0 = L_k / \text{потв} = 8000 / 62 = 129 \text{ мм}$$

З камери в горизонтальний відстійник воду відводять над затопленим водозливом.

Верх стінки водозливу розташовують нижче рівня води в відстійнику на величину:

$$h_s = \frac{q_k}{v_s * b_k * 1000} = \frac{97}{0.05 * 6 * 1000} = 0.32 \text{ м}$$

де v_s : - швидкість руху води через водозлив, 0,05 м / сек;

b_k - ширина камери, 6м;

За стінкою водозливу встановлюють підвісну перегородку, занурену на 0,25-0,33 висоти відстійника, щоб відхилити потік води донизу. Швидкість між стінкою водозливу і перегородкою повинна бути не більше 0,03 м / сек.

3.9.5 Розрахунок швидких фільтрів

Фільтруванням називається процес проходження освітлюємої води через шар фільтруючого матеріалу. Фільтрування, так само як і відстоювання, приймають для освітлення води, тобто для затримання знаходяться у воді зважених речовин. Вода після виходу з відстійників повинна містити не більше 8-12 мг / л завислих речовин. Після фільтрування каламутність води, призначеної для питних цілей, не повинна перевищувати 2 мг / л.

Крім зважених речовин фільтри повинні затримати більшу частину мікроорганізмів і мікрофлори і знижувати кольоровість води до вимог ГОСТ, тобто до 200.

Двошаровий безнапірний фільтр являє собою резервуар, завантажений шарами антрациту (верхній шар) з розміром зерен 0,8-1,8 мм і товщиною шару 0,4 м і кварцового піску (нижній шар з розміром зерен 0,5-1,2 мм і товщиною шару 0,7 м), согласно [1, табл.21].

Сумарна площа швидких фільтрів:

$$F = \frac{Q_{\text{сут}}}{T * v_{p.n} - 3,6 * n * w * t_1 - n * t_2 * v_{p.n}} = \frac{50242}{24 * 7 - 3,6 * 2 * 15 * 0,12 - 2 * 0,33 * 7} = 330 \text{ м}^2$$

де T - час роботи станції протягом доби = 24 год .;

$v_{p.n}$ - розрахункова швидкість фільтрування при нормальному режимі, відповідно до [1, табл.21], 0,7 м / год;

n - кількість промивок кожного фільтра за добу, 2;

w - інтенсивність промивки, 14-16 л / (с * м²);

t₁ - тривалість промивки, 0,12 ч;

t₂ - час простою фільтра у зв'язку з промиванням, 0,33 ч;

Число фільтрів:

$$N = 0,5 \sqrt{F} = 0,5 \sqrt{330} = 10 \text{ філ.}$$

Площа одного фільтра:

$$F_1 = \frac{F}{N} = \frac{330}{10} = 33 \text{ м}^2$$

розмір в плані 5,5х 6 м.

Швидкість фільтрування води при форсованому режимі складе:

де N₁ - кількість фільтрів, які перебувають в ремонті, N₁ = 1;

Підтримуючий шар.

Підтримуючий шар з гравію має загальну висоту 500мм і крупність зерен 2-40 мм [1, табл.22].

Втрати напору в підтримуючих шарах при промиванні фільтруючого шару визначаються за формулою:

$$h_{п.с.} = 0,022 * N_{п.с.} * \omega = 0,022 * 0,5 * 15 = 0,16 \text{ м}$$

де, Нп.с.- висота підтримує шару, м;

Розрахунок розподільчої системи фільтра.

У проектуваному фільтрі розподільна система служить як для рівномірного розподілу промивної води площею фільтра, так і для збору профільтрованої води.

Інтенсивність промивання прийнята $w = 15 \text{ л / (с * м}^2\text{)}$, згідно [1, табл.23] .Тоді кількість промивної води, необхідно для одного фільтра:

$$q_{\text{ф}} = F_1 * w = 33 * 15 = 495 \text{ л / с}$$

Діаметр колектора розподільчої системи визначають за швидкістю входу промивної води $d_{\text{кол}} = 700 \text{ мм}$, що при витраті 495 л / сек відповідає швидкості $v_{\text{кол}} = 1,13 \text{ м / сек}$ (на початку колектора рекомендується $v_{\text{кол}} = 1-1,2 \text{ м / с}$).

Площа дна фільтра, яка припадає на кожен отвір розподільчої системи при відстані між ними $m = 0,27 \text{ м}$ ($m = 0,25 - 0,35$) і зовнішньому діаметрі колектора $D_{\text{кол}} = 700 \text{ мм}$, складе:

$$f_{\text{отв}} = \left[\frac{D_{\text{кол}} - m}{2} \right]^2 + m^2 = 0,57 \text{ м}^2$$

а витрата промивної води, що надходить через один отвір,

$$q_{\text{отв}} = f_{\text{отв}} * w = 0,57 * 15 = 8,5 \text{ л / с}$$

Діаметр труб відгалужень приймаємо $d_{\text{отв}} = 80 \text{ мм}$ (ГОСТ 3262-62), тоді швидкість входу води в отвори буде $v = 1,7 \text{ м / с}$.

У нижній частині відгалужень під кутом 60° до вертикалі передбачаються отвори діаметром 10-12 мм.

Відношення площі всіх отворів в відгалуженнях розподільній системі $\sum f_0$ до площі фільтра $F_{\text{пр}} \text{ приймаем рівним } 0,25-0,30\%$

При площі одного фільтра $F = 33 \text{ м}^2$ сумарна площа отворів складе:

$$\sum f_0 = \frac{0,25 * 33}{100} = 0,0825 \text{ м}^2, \text{ ил} \approx 2,5 \text{ см}^2$$

При діаметрі отворів $\delta 0 = 14$ мм, площа отворів $f_0 = 1,54$ см². Отже, загальна кількість отворів в розподільчій системі кожного фільтра:

$$n_0 = \frac{\sum f_0}{f_0} = \frac{825}{1,54} = 536 \text{ шт}$$

Загальна кількість отворів на кожному фільтрі при відстані між осями отворів 0,25 м складе:

Кількість отворів, що припадають на кожне відгалуження $536/44 = 12$ шт

При довжині кожного отвори $l_{отв} = (6-0,7) / 2 = 2,65$ м крок осі отворів на відгалуженні бедет дорівнює:

$$e_0 = \frac{2,65}{12} = 0,22\text{м} = 220\text{мм}$$

Висота фільтра:

$$H_f = h_z + h_{под.сл} + h_v + h_{доп} = 1,1 + 0,5 + 2 + 0,5 = 4,1 \text{ м}$$

де h_z - висота шару завантаження, [1, табл.21];

$h_{под.сл}$ - підтримуючий шар гравію, [1, табл.22];

h_v - висота шару води під поверхнею завантаження, 2м;

$h_{доп}$ - 0,5м;

3.9.6 Система для збору і відводу промивної води

Для збору і відведення промивної води влаштовуються три жолоби. Відстань між осями жолобів становить 2 м [1, п.б.111]. Поперечний переріз жолоба приймається: верхня частина - прямокутна, нижня - трикутна.

Ширину жолоба визначаємо за формулою:

$$B_{ж} = K_{ж} \sqrt[5]{\frac{q_{ж}^2}{(1,57 + a_{ж})^3}} = 2,1 \sqrt[5]{\frac{0,165^2}{(1,57 + 1,5)^3}} \approx 0,65 \text{ м}$$

де $K_{ж}$ - коефіцієнт, що дорівнює для п'ятикутного жолоби-2,1 [1, п.б.111];

$q_{ж}$ - витрата води по жолобу, м³ / сек;

$a_{ж}$ - відношення висоти прямокутної частини жолоба до половини його ширини, від 1 до 1,5;

Визначимо число жолобів: $n = 6 / 2.2 = 3$ шт, тоді відстань між осями жолобів складе: $6/3 = 2$ м (рекомендується не більше 2,2 м)

Витрата промивної води, що припадає на один жолоб:

$$q_{ж} = \frac{495}{3} = 165 \text{ л/сек} = 0.165 \text{ м}^3/\text{сек}$$

Висота прямокутної частини жолоба: $h_{пр} = 0,75 * B = 0,75 * 0,65 = 0,49$ м

Корисна висота жолоба: $h = 1.25 * B = 1.25 * 0,65 = 0,81$ м

Конструктивна висота жолоба (з урахуванням товщини стінки):

$h_k = h + 0.08 = 0,81 + 0,08 = 0,89$ м. Швидкість руху води в жолобі $v = 0,61$ м / сек.

Висота кромки жолоба над поверхнею фільтруючого завантаження при $H = 1,5$ м і відносному розширенні фільтруючого завантаження $e = 30\%$ за формулою:

$$\Delta h_{ж} = \frac{H_s * a_s}{100} + 0,3 = \frac{1,1 * 30}{100} + 0,3 = 0,63 \text{ м}$$

Витрата води на промивку фільтра:

$$p = \frac{w * f * t_1 * 60 * N}{Q_{час} * T_p * 1000} * 100\% = \frac{15 * 33 * 6 * 60 * 10}{2093 * 114 * 1000} * 100 = 7,5\%$$

де T_p - тривалість роботи фільтра між двома промивками, рівна

$T_p = T_0 - (t_1 + t_2 + t_3) = 12 - (0.1 + 0.33 + 0.17) = 11.4$ ч

де T_0 - тривалість робочого фільтроцикла, 8 -12 год;

t_3 - тривалість скидання першого фільтрату в стік;

w - інтенсивність промивки;

N - кількість фільтрів, 10 шт;

Забруднена промивна вода з жолобів швидкого фільтра вільно виливається в збірний канал, звідки відводиться в стік.

Оскільки фільтр має площу $f = 33 \text{ м}^2 < 40 \text{ м}^2$, він влаштований з бічним збірним каналом, безпосередньо прилягає до стінки фільтра. При відведенні промивної води з фільтра збірний канал повинен запобігати створенню підпору на виході води з жолобів.

Тому відстань від дна жолоба до дна бічного збірного каналу має бути не менше:

$$H_{\text{кан}} = 1,73 \sqrt{\frac{q_{\text{кан}}^2}{g * b_{\text{кан}}^2}} + 0,2 = 1,73 \sqrt{\frac{0,495^2}{9,81 * 0,7^2}} + 0,2 = 0,84 \text{ м}$$

де $q_{\text{кан}}$ - витрата води в каналі, 0,495 м³ / сек;

$b_{\text{кан}}$ - мінімальна допустима ширина каналу, згідно [1, П.6.112] приймається 0,7 м;

Швидкість руху води в кінці збірного каналу при розмірах поперечного перерізу $f_{\text{кан}} = 0,7 * 0,7 = 0,49$ м², складе $v_{\text{кан}} = q_{\text{кан}} / f_{\text{кан}} = 0,495 / 0,49 = 0,8$ м / сек, що приблизно відповідає рекомендованій мінімальній швидкості, $v = 0,8$ м / сек.

3.10 Визначення річних експлуатаційних витрат

Річні експлуатаційні витрати і собівартість 1м³ реалізованої води визначається за кошторисом експлуатаційних витрат шляхом розрахунку наступних статей витрат:

- матеріали (хімічні реагенти);
- електроенергія;
- паливо;
- заробітна плата виробничих робітників;
- нарахування на заробітну плату;
- цехові і загальноексплуатаційні витрати.

Підрахунок окремих статей витрат проводиться таким чином:

1) Матеріали:

Вартість реагентів складається з відпускнуої вартості і витрат по заготівлі і доставці їх на склад водопровідної станції.

$$M = (Q \text{ рік} * ДЦ * К) / (10000 * В),$$

де, Q рік - річна кількість оброблюваної води, м³;

$Д$ - доза реагенту, мг / л;

$Ц$ - відпускна ціна за 1 тону реагенту, тис.грн;

$К$ - коефіцієнт, що враховує витрати на заготівлю і доставку, приймається рівним 1,15;

$В$ - вміст основної речовини в товарному реагенті, %.

Розрахунок витрат на реагенти наведено в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 - Витрати на реагенти.

Реагент	Річна кількість оброблюваної води	Доза для обробки	Ціна	Витрати на заготівлю	Вміст основної речовини	Всього витрат
	тис м3/год	мг/л	грн/т	%	%	тис.грн
1. Сірководородний алюміній Al ₂ (SO ₄) ₃	18338	40	600	15	9,50	5328
2. Поліакриламід (ПАА)	18338	0,5	800	15	7,00	121
3. Хлор	18338	5	900	15	99,6	95
						5544

Електроенергія:

Кількість електроенергії, необхідне для підйому і подачі води насосними станціями на рік, визначається за формулою:

$$E = (Q_0 * H_0 * t) / (102 * \text{КПД}_n * \text{КПД}_d),$$

де, Q_0 - середня кількість води, що перекачується, л / с;

H_0 - висота підйому води, м;

t - число годин роботи насоса протягом року, годину;

КПД_n - ККД насоса, приймається по каталогу, %;

КПД_d - ККД двигуна, %

$$E = (581 * 21,05 * 24 * 365) / (102 * 0,85 * 0,92) + (491 * 70 * 24 * 365) / (102 * 0,55 * 0,93) = 7113976 \text{ кВт}$$

При тарифі за електроенергію 0,40 руб / кВт * год витрати складуть:

$$7113976 * 0,40 = 3651 \text{ тис.грн}$$

Встановлена потужність визначається за формулою:

$$N = (P * K_0 * EN) / \cos \phi,$$

де, P - коефіцієнт, що враховує трансформаторний резерв, 1,5;

K_0 - коефіцієнт, що враховує електроосвітлювальну навантаження, 1,06;

$\cos \phi$ - 0,9;

EN - сума потужностей всіх робочих електродвигунів низької напруги:

$$EN = (Q_0 * H_0) / (102 * КПД_n * КПД_d)$$

$$EN = (581 * 21,05) / (102 * 0,85 * 0,92) + (491 * 70) / (102 * 0,55 * 0,93) = 812$$

$$N = (1,5 * 1,06 * 812) / 1,06 = 1218 \text{ кВА}$$

При тарифі 0,42 руб / кВА витрати складуть:

$$1218 * 0,42 = 51 \text{ тис.грн}$$

Загальні витрати на електроенергію складуть:

$$E_{\text{общ}} = 3651 + 51 = 3702 \text{ тис.грн}$$

3) Паливо.

Так як в проекті, що розробляється не передбачені двигуни внутрішнього згоряння, тому ці витрати ми не вважаємо.

4). Заробітна плата виробничих робітників.

Чисельність робітників визначається відповідно до нормативів. Нормативами передбачена явочна чисельність для всіх професій робітників, крім обслуговуючих мережі.

Облікова чисельність визначається за формулою:

$$Чс = чя * Кн,$$

де, чя - нормативна явочна чисельність робітників, чол .;

Кн - коефіцієнт, що враховує плановані невиходи (відпустки, хвороби тощо),

$$Кн = 1,25.$$

Таблиця 3.8 - Визначення чисельності виробничих робітників

Обґрунтування	Найменування ділянки	Найменування професії	Нормативна чисельність осіб / добу	Облікова чисельність осіб
1	2	3	4	5
[7, дод.4]	Насосні станції			
		машиніст насосних станцій I і II підйомів (105022 м3 / добу)	5,3 x 1,4 = 7,4	9
[7, дод.6]	Водопровідна мережа			
		обслуговуючий персонал мереж		7
[7, дод.7]	Очисні споруди			
		оператор на фільтрах	4,7	5
		оператор хлораторної установки	4,7	5
		коагулянти	4,7	5
		машиніст компресорної установки	2,0	2
1	2	3	4	5
	Інші робітники			20
	Разом з виробництва			58 людей

Фонд заробітної плати_визначається виходячи з чисельності і середньорічної заробітної плати одного робітника і становить:

$$58 * (800 * 12) = 556 \text{ тис.грн}$$

Нарахування на заробітну плату. Приймаються від фонду заробітної плати виробничих робітників у розмірі 40% і становлять:

$$556 * 0,4 = 222 \text{ тис.грн}$$

Амортизаційні відрахування. Сума амортизаційних відрахувань на повне відновлення основних фондів при нормі амортизації в розмірі 15% від вартості основних фондів від глави 2 становить:

3361 тис.грн

Ремонтний фонд. Витрати на ремонт приймаються рівними для мереж 0,1% від кошторисної вартості та складають 8 тис.грн; для інших споруд - 1% від кошторисної вартості та складають 148 тис.грн Загальна сума витрат на ремонтний фонд дорівнює 156 тис.грн.

Розрахунки:

Таблиця 3.9 - Кошторис експлуатаційних витрат.

№ п/п	Статті витрат	Витрати		
		Усього	на 1м3	у % к підсумку
		тис.грн	грн	%
1	2	3	4	5
1	Матеріали (хімічні реагенти)	5444	0,13	3636
2	Виробнича електроенергія	3702	0,08	2472
3	Виробниче паливо	0		
4	Зарплата виробничих робітників	556	0,02	3,71
5	Нарахування на зарплату	222	0,01	1,49
6	Амортизаційні відрахування	3361	0,07	22,46
7	Ремонтний фонд	156	0,01	1,04
8	Цехові й загальноексплуатаційні	1529	0,03	10,22
	Разом:	14970	0,35	100%

Техніко-економічні показники за проектом:

- чисельність населення. ~ 60000 чол.
- добова продуктивність системи - 42421 м³ / добу
- протяжність мереж - 17,8 км
- протяжність водоводів - 3,94 км
- кошторисна вартість будівництва - 37791 тис. Грн.
- кап. вкладення на 1 м³ добової продуктивності - 0,89 тис.грн.
- кап. вкладення на 1 жителя - 0,32 тис.грн.
- річні експлуатаційні витрати - 14970 тис. Грн.

собівартість 1 м³ води - 0,35 грн.

РОЗДІЛ 4

4. Розробка насосної станції

4.1 Характеристика насосної станції та вимоги, що пред'являються до електроприводу насосів

Насосні установки широко застосовуються на електромашинобудівних підприємствах для перекачування рідких середовищ, а також технологічної та охолоджуючої води. Сюди відносяться насоси для перекачки охолоджуючої емульсії в металообробці, насоси в системі водопостачання та каналізації, спеціальні насоси для хімічних середовищ в гальванічних цехах, насоси для просочувальних складів, лакофарбових матеріалів і т.п.

Найбільш широкого поширення набули установки з відцентровими насосами. У спіральному корпусі насоса поміщається робоче колесо з лопатками. При обертанні колеса двигуном рідина, яка надходить до центру колеса із забірного резервуара через всмоктуючий трубопровід і відкриту засувку, відцентровою силою викидається по лопатках на периферію корпусу. В результаті в центрі робочого колеса створюється розрядження, рідина засмоктується в насос, знову викидається і далі подається в напірний трубопровід. Таким чином, в системі при відкритій засувці створюється безперервний перебіг, і відцентровий насос має рівномірний хід.

Перед пуском відцентровий насос потрібно заповнити рідиною. Насос може перебувати як нижче, так і вище рівня рідини. Якщо він розташований нижче рівня, то для його заливки досить відкрити вентиль засувки. Якщо ж насос знаходиться вище рівня рідини, то для заливки потрібно створити розрядження всередині корпусу за допомогою спеціального вакуум-насоса, в якості яких зазвичай застосовують поршневі насоси. Після заливки насоса може бути включений приводний двигун. Застосовують три способи пуску:

- Пуск при закритій напірній засувці, при якому плавно підвищується тиск в напірному трубопроводі і виключається Пуск при закритій напірній засувці, при якому плавно підвищується тиск в напірному трубопроводі і виключається гідравлічний удар в системі. Від двигуна не потрібно підвищений пусковий момент, так як пуск відбувається практично вхолосту, але додатково витрачається час на подальше відкриття засувки.

- Пуск при відкритій напірній засувці зручний, якщо насос розташований нижче рівня рідини в забірному резервуарі і є зворотний клапан. В цьому випадку не

витрачається час на відкриття засувки, і загальний час агрегату менше, хоча пуск самого двигуна більш тривалий через збільшення $M_{с.п.}$.

- Пуск з одночасним включенням приводу відкривання напірної засувки насоса можна розглядати як окремі випадки першого і другого способів в залежності від співвідношення часу відкривання засувки і пуску насоса.

4.2 За способом дії насоси бувають відцентрового типу і поршневого

Поршневі насоси застосовуються для перекачування води при великих висотах всмоктування (до 5 - 6 м). З огляду на зворотно-поступальний рух поршня для таких насосів, як і для поршневих компресорів, характерні нерівномірність ходу і пульсації навантаження на валу (при всмоктуванні рідини має місце холостий хід, при стисненні - робочий хід). Тому робота поршневих насосів супроводжується нерівномірним перебігом рідини в напірному трубопроводі. Для згладжування пульсації навантаження і підвищення рівномірності ходу застосовують в одному насосі кілька робочих циліндрів, а на валу встановлюють маховик.

Поршневі насоси пускаються при відкритій засувці на напірному трубопроводі, інакше може статися аварія. Якщо насос працює на магістраль, підтримується постійний натиск H , то поршня при кожному ході доводиться долати постійне середнє зусилля незалежно від швидкості переміщення. Середнє значення потужності на валу насоса $P_{CP} = cHQ$, але так як $H = \text{const}$, то $P_{CP} = C1q = c2\omega$. Отже, середнє значення моменту на валу насоса при постійному протиподавленні не залежить від кутової швидкості вала:

$$M_{cp} = P_{cp} / \omega = c2 \omega / \omega = \text{const}.$$

Таким чином, поршневий насос пускається в хід під навантаженням, і від приводного двигуна потрібно підвищений пусковий момент.

4.3 Вибір системи електроприводу насосів

Насоси відносяться до числа механізмів з тривалим режимом роботи і постійним навантаженням. При відсутності електричного регулювання швидкості в насосних агрегатах невеликої потужності зазвичай застосовують асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором, що живляться від мережі 380 В. Для приводу насосів потужністю понад 100кВт встановлюють асинхронні і синхронні двигуни на 6 і 10 кВ з прямим пуском, тобто з включенням на повну напругу мережі.

Двигуни поршневих насосів з'єднуються з валом насоса через сповільнічу передачу (клиноремennу або зубчасту), оскільки поршневі насоси є тихохідними механізмами. Відцентрові насоси в більшості випадків виконуються швидкохідними, тому їх приводні двигуни мають високу кутову швидкість ($\omega_0 = 150 - 300$ рад / с) і з'єднуються з валом насоса безпосередньо.

Для відцентрового насоса особливо важливим є правильний вибір кутової швидкості двигуна, тому що продуктивність насоса (Q), створюваний ним напір (H), момент (M) і потужність (P) на валу двигуна залежать від кутової швидкості ω . Для одного і того ж насоса значення Q1, H1, M1 і P1 при швидкості ω_1 пов'язані зі значенням Q2, H2, M2 і P2 при швидкості ω_2 співвідношеннями:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2}$$

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{M_1}{M_2} = \frac{\omega_1^2}{\omega_2^2}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{\omega_1^3}{\omega_2^3}$$

Експлуатаційні властивості механізмів відцентрового типу (насосів, компресорів, вентиляторів) визначаються залежністю напору H (тиск рідини або газу на виході механізмів) від продуктивності Q при різних кутових швидкостях ω механізму. Ці залежності, звані Q - H-характеристиками, зазвичай наводяться у вигляді графіків в каталогах для кожного механізму.

Для того, щоб визначити параметри H і Q насоса, необхідно знати Q - H-характеристику магістралі, на яку буде працювати насос. Перетин характеристик насоса і магістралі дає значення H і Q, тобто визначає режим роботи механізму при різних швидкостях його робочого колеса. Повний напір в системі складається з статичного Hс і динамічного Hдін напорів, при цьому друга складова напору пропорційна квадрату швидкості або квадрату продуктивності насоса:

$$H = H_c + H_{дін} = H_c + cQ^2.$$

В системі з переважанням статичного напору при незначній зміні швидкості двигуна від $\omega_1 = \omega_{ном}$ до ω_3 характеристика насоса не перетинається з характеристикою системи. Це означає, що насос перестав подавати рідину в систему. Такий стан може мати місце при асинхронному приводі насоса, коли зниження напруги мережі (U_c) зумовлює зменшення швидкості двигуна. Що може викликати зупинку насоса.

Якщо в системі переважає динамічний напір, то зниження U_c не приводить до зупинки асинхронного двигуна, однак продуктивність насоса зменшується. При синхронному приводі насоса зниження U_c не змінює швидкості двигуна, і подача рідини в систему не припиняється, але воно викликає збільшення кута відставання θ ротора від статора і зменшення $M_{макс}$ синхронного двигуна; при значному зниженні U_c двигун випадає із синхронізму і зупиняється.

4.4 Розрахунок потужності приводних електродвигунів насосів

Вибираємо асинхронний двигун типу АІ (асинхронний інтер-електродвигун) призначений для заміни АТ серії 4А і 4АМ відповідно до рекомендації Міжнародної Електротехнічної Комісії (МЕК). Двигун основного виконання має ступінь захисту ІР43 (захищене виконання). За кліматичному виконанню вибираємо водостійкий.

Визначаємо потужність електродвигунів:

$$P_{дв} = k_3 z$$

$$\frac{\rho g Q (H_c + \Delta H)}{\eta_{ном} \eta_{п}} 10^{-3}$$

де ρ - щільність рідини, що перекачується кг / м³.

g - прискорення вільного падіння - 9,81 м / с.

Q - продуктивність насоса - 60 м³ / год (0,0166 м³ / с).

H - статистичний напір, обумовлений як сума висоти всмоктування і нагнітання:
 $h_{в} + h_{н} = 8 + 20 = 28$ м.

ΔH - втрати напору в трубопроводі насосної установки - 1,2 м.

ККД - $\eta_{ном} = 0,7$, $\eta_{п} = 0,9$

$k_3 = 1,2$

І так, потужність електродвигуна складе:

$$P_{\text{дв}} = 1,2 \frac{1 \times 9,81(28 + 1,2)}{0,7 \times 0,9} 10^{-3}$$

$$P_{\text{дв}} = 54,5 \text{ кВт} \approx 55 \text{ кВт.}$$

Потужність одного приводного електродвигуна 55 кВт. На підставі розрахунків і вихідних даних вибираємо електродвигун типу АІР250М6, технічні дані якого наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - електродвигун типу АІР250М6.

Тип двигуна	$P_{\text{ном}}$ кВт	$n_{\text{ном}}$ об/ хвил.	$I_{\text{ном}}$ А	$\eta_{\text{ном}}$ %	$\cos\varphi_{\text{ном}}$	$\frac{I_{\text{п}}}{I_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{млч}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{млкс}}}{M_{\text{ном}}}$	$J_{\text{р}}$ кг/м ²	Маса кг
АІР250 М6	55	975	101	98,5	0,86	6,5	1,5	2,3	1,4	1,1	420

Згідно з завданням (де $n = 950$ об / хв, $P = 1,5$ кВт) вибираємо електродвигун напірної засувки типу АІР90Л6 (Література №3 «Довідник електромонтера» В.В. Москоленко, видавництво «Академія», Москва 2005).

Таблиця 4.2 - Дані електродвигуна.

Тип двигуна	$P_{\text{ном}}$ кВт	$n_{\text{ном}}$ об/хв	$I_{\text{ном}}$ А	$\eta_{\text{ном}}$ %	$\cos\varphi_{\text{ном}}$	$\frac{I_{\text{п}}}{I_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{млч}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{млкс}}}{M_{\text{ном}}}$	$J_{\text{р}}$ кг/м ²	Маса кг
АІР90Л6	1,5	950	4,1	76	0,72	6	2	2,2	1,6	0,0073	16,9

Згідно з завданням (де $n = 1420$ об / хв, $P = 2,5$ кВт), по тій же таблиці (Література №3), вибираємо електродвигун вакуум-насосної установки вибираємо типу АІР100S4.

Таблиця 4.3 – електродвигун АІР100S4

Тип двигуна	$P_{\text{ном}}$ кВт	$n_{\text{ном}}$ об/хв	$I_{\text{ном}}$ А	$\eta_{\text{ном}}$ %	$\cos\varphi_{\text{ном}}$	$\frac{I_{\text{п}}}{I_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{млч}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{млкс}}}{M_{\text{ном}}}$	$J_{\text{р}}$ кг/м ²	Маса кг
АІР100S4	2,4	1420	7	82	0,83	5	2	1,6	2,2	0,0087	21,6

4.5 Електросхема управління насосною установкою і опис її роботи

Крім апаратури загального призначення - контакторів, пускачів, проміжних реле, універсальних перемикачі і т.п. в системах автоматизації насосних установок використовують спеціальні апарати управління і контролю - реле контролю рівня рідини, струменеві реле, реле тиску, реле контролю заливки відцентрових насосів. В якості реле контролю рівня застосовують поплавкове реле, електродні реле, манометри різних типів, датчики ємнісного типу, радіоактивні датчики.

Розглянемо приклади побудови схем управління електроприводами насосних агрегатів, що пояснюють основні принципи, використовувані при автоматичному управлінні роботою зазначених механізмів.

На рисунку 4.1 приведена схема автоматизації найпростішого насосного агрегату, що передбачає два режими управління: ручне і автоматичне. Вибір режиму здійснюється за допомогою ключа КУ. Якщо рукоятка КУ поставлена в положення Р (ручне), то управління двигуном М насоса здійснюється за звичайною схемою - за допомогою кнопок SBC (пуск), SBT (стоп) і магнітного пускача КМ. Включення або відключення насоса проводиться оператором, який стежить за рівнем рідини в резервуарі.

При установці ключа в положення А, автоматичне керування двигуном виробляється від датчика рівня. При малому рівні рідини в резервуарі контакт РУ розімкнений, і насос не включений. Якщо рідина досягне верхнього рівня, контакт РУ замкнеться, отримає харчування котушка пускача КМ, і включиться двигун М. насос починає працювати і перекачувати рідину з ємності до споживача. Контакт РУ залишається замкнутий до тих пір, поки рівень рідини в резервуарі не знизиться до нижньої позначки. Тоді контакт РУ розімкнеться, що викличе відключення пускача КМ і зупинку двигуна насоса.

Захист двигуна і агрегатів управління від струму к.з. і перевантаження здійснюється автоматичним вимикачем QF, що має комбінований расцепитель. Нульова захист забезпечується котушкою магнітного пускача. Датчик рівня ДУ працює без понижувального трансформатора, а імпульс управління з ДУ передається в схему безпосередньо - без проміжного реле. Таку схему можна застосовувати при невеликій відстані між насосами і резервуаром, коли падіння напруги в проводах, що з'єднують котушку КМ з контактами реле РУ, невелика.

На рисунку рис. 4.2 приведена схема автоматичного управління двома насосними агрегатами Н1 і Н2, що експлуатуються без чергового персоналу. Робота схеми

заснована на принципі пуску і зупинки насосів в залежності від рівня рідини в контрольованому резервуарі, з якого виробляється відкачка. Для контролю заповнення бака рідиною застосовують електронний датчик рівня ДУ. Схема розроблена для умов пуску і зупинки насосних агрегатів при постійно відкритих засувках на вихідному трубопроводі. З двох насосних агрегатів один є робочим, а другий - резервним. Режим роботи агрегатів задається перемикачем відкачування ПО: положення 1 - насос Н1 з двигуном М1 робочий, насос Н2 з двигуном М2 - резервним, який включається, якщо продуктивність насоса Н1 виявиться недостатньою. У положенні 2 робочим є насос Н2, а резервним - Н1.

Розглянемо роботу схеми при встановленому перемикачі відкачування в положенні 1, а ПУ1 і ПУ2 в положенні А - варто автоматичне керування насосами. Контакти 1 і 3 перемикача ПО замикають ланцюга котушок реле РУ1 і РУ2, але реле не включається, тому що при нормальному рівні рідини залишаються роз'єднаними електроди Е2, Е3 датчика рівня ДУ. При підвищенні рівня до електрода Е2 замикається ланцюг котушки реле РУ1, воно спрацює, і через який замикає контакт РУ1 підключений до джерела живлення в котушку пускача КМ1. Чи включається двигун М1 і насос Н1 починає відкачування. Рівень рідини в ємності знижується, але при розриві контакту Е2 двигун не зупиняється, тому що котушка реле РУ1 продовжує одержувати живлення через свій контакт РУ1 і замкнутий контакт електроду Е1. Таке блокування реле РУ1 застосована щоб уникнути частих пусків і зупинок насосного агрегату при невеликих змінах рівня рідини і забезпечує відключення насоса лише тоді, коли рівень рідини спадає нижче нормального і розмикається контакт Е1.

При аварійному відключенні робочого насоса або недостатньої його продуктивності, рівень рідини в резервуарі буде підвищуватися. Коли він досягне електрода Е3 датчика ДУ, отримає харчування котушка реле РУ2. Реле спрацює і включить магнітний пускач ПМ2; включиться двигун М2 резервного насоса. Відключення резервного насоса відбудеться при падінні рівня рідини нижче електрода Е1.

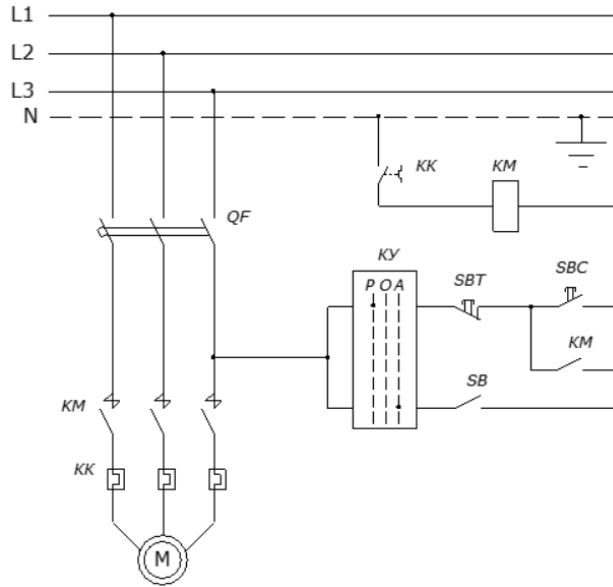


Рисунок 4.1 - Схема автоматизації роботи насоса

Якщо з якихось причин буде мати місце великий приплив рідини, то продуктивність обох насосних агрегатів може виявитися недостатньою, і рідина підніметься до гранично допустимого рівня, на якому встановлений електрод Е4. При цьому замкнеться ланцюг котушки реле РА, яке спрацює і замкне ланцюг аварійної сигналізації, оповіщаючи персонал про ненормальну роботу насосних агрегатів. Для подачі попереджувального сигналу при зникненні напруги в ланцюгах управління служить реле контролю напруги РКН. Ланцюг аварійної сигналізації харчується від самостійного джерела. Біла сигнальна лампа НЛ служить для оповіщення персоналу про наявність напруги в ланцюгах управління при контрольних оглядах апаратури.

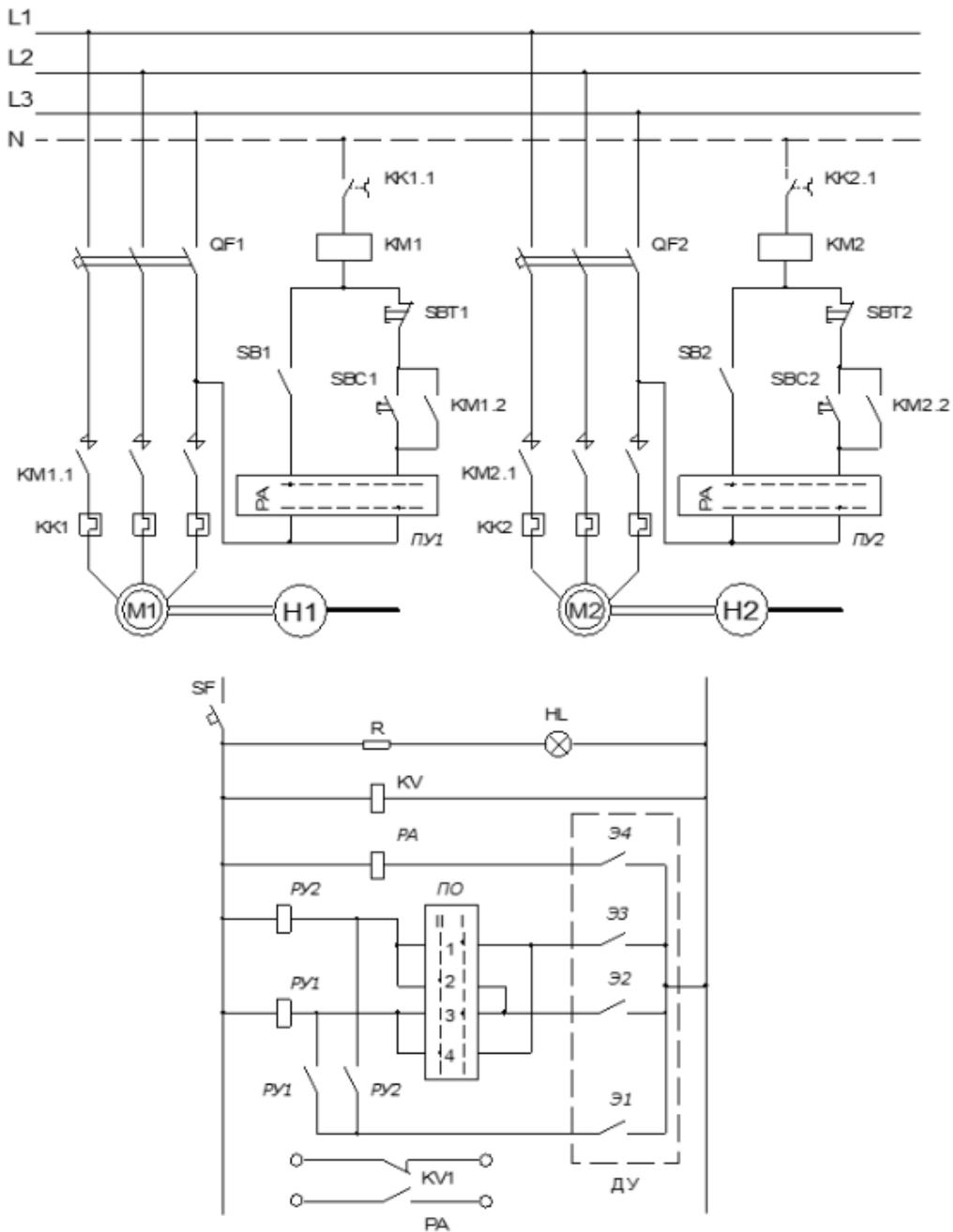


Рисунок 4.2 - Схема автоматичного управління двома насосами

Перехід на ручне (місьцеве) управління насосними агрегатами проводиться поворотом перемикачів ПУ1 і ПУ2 в положення Р. Включення і відключення двигунів М1 і М2 проводиться натисненням SB1 і SBC1 або SB2 і SBC2, розташованих безпосередньо у насосних агрегатів.

На рисунку 4.3 приведена схема управління насосної засувкою, яка відкривається і закривається невеликим асинхронним двигуном через редуктор. При подачі напруги на схему спалахує в полнакала зелена лампа HL1. Включення насосного агрегату

проводиться через реле рівня РУ, яке замикає один контакт в ланцюзі управління двигуном М1 насоса Н, а інший - в ланцюзі котушки реле РП1 двигуна засувки М2.

Після того як насос буде пущений і тиск підвищиться до нормального значення, замкне свій контакт реле тиску РД в ланцюзі котушки реле РП1. Це реле включиться, закриє свій замикає контакт ви ланцюга котушки контактора відкривання засувки КО і відкриє розмикає контакт в ланцюзі котушки контактора закривання засувки КЗ. Контактор КО спрацює і включить двигун М2 на відкривання засувки. Відкривання контролюється кінцевим вимикачем ВК2 і яскраво палаючої червоною сигнальною лампою НЛ. Вимикач ВК2 розімкнеться свій контакт, коли засувка повністю відкриється. При цьому контактор КО відключиться, двигун М2остановіться, згасне палаюча в полнакала зелена лампа, а кран лампа буде горіти тьмяно.

Процес відкривання засувки, крім того, контролюється аварійним кінцевим вимикачем ВКА. При несправності відкривають і закривають пристроїв цей вимикач відключає всю схему управління двигуном засувки, про що сигналізує згасання обох ламп. Замикання контакту вимикача ВКА проводиться оператором при ручному закриванні засувки.

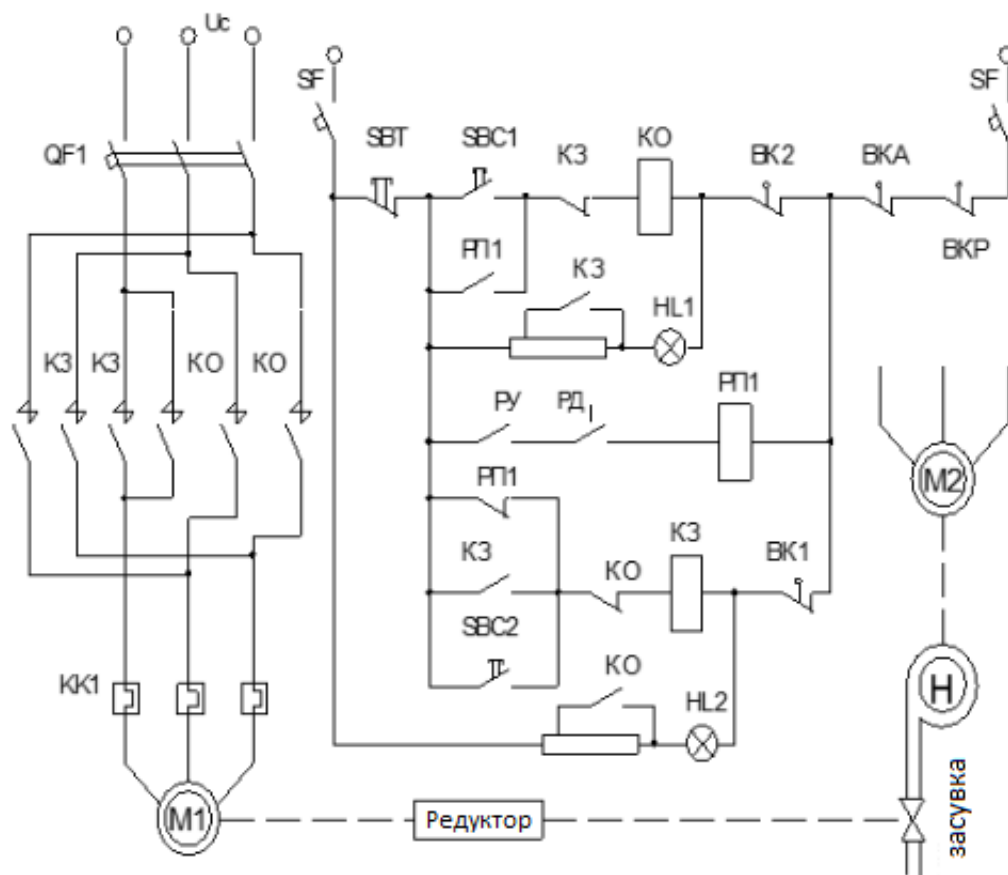


Рис. 4.3 - Електросхема автоматичного управління засувкою насосного агрегату

Таблиця 4.4 - Специфікація на обладнання

Схематичне позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
Електродвигуни.			
M1,M2	Електродвигуни насоса АІР250М6, Р = 55 кВт	2	
M3	Електродвигун напірної засувки АІР90L6, Р = 1,5 кВт	1	
M4	Електродвигун напірної задвижки АІР90L6, Р=1,5 кВт	1	
Електроапарати			
КК1 – КК2.2	Електромагнітне реле	2	
КМ1 – КМ2.1	Магнітний пускач	2	
QF1,QF2	Автоматичний вимикач	2	
SB1,SB2	2		
SBC1,SBC2	Кнопковий контакт «пуск»	2	
SBT1,SBT2	Кнопковий контакт «стоп»	2	
ПУ1,ПУ2 (SA)	Перемикач управління		
SF	Вимикач автоматичний		
R	Опір		
HL	Лампа сігльная		
KV, KV1	Реле напруги		
PA (KA)	Реле струму		
PY1,PY2 (KL)	Реле проміжне		
ПО (SA)	Перемикач відкачування		
ДУ	Електронний датчик рівня		

Визначаємо струм електродвигуна:

$$I_p = (P_{e.d.103}) / (1.73 \times U_{xcos} \phi \eta);$$

$$I_p = (55 \times 103) / (1.73 \times 380 \times 0.86 \times 0.96) = 101.34 \text{ A.}$$

По таблиці П 4.8 визначаємо допустимий струм кабельної лінії живильної електродвигун АІР250М6 $I_{\text{доп}} = 19$ А. Приймаємо перетин 4 / х жильного кабелю Б рівним 50 мм². вибираємо кабель з алюмінієвими жилами і пластмасовою ізоляцією марки АВВГ 4х50.

Висновки до четвертого розділу

1. Розроблено метод двоконтурного керування насосними станціями в системах ПРВ, наведені результати впровадження даного методу в системі ПРВ для Рубіжного. Проведено експеримент з імітацією аварії, в якому використання розробленого методу дозволило не тільки визначити факт аварії, але і досить точно визначити місце аварії.

2. Показано, що найбільш ефективним за енерговитратами способом управління режимом функціонування насосної станції є активний спосіб управління на базі зміни частоти обертання валу робочого колеса насоса.

3. Запропоновано новий принцип реалізації другого контуру управління, заснований на вимірах напору у вузлах фрагмента системи ПРВ з подальшою спеціальною обробкою отриманих результатів вимірювань.

4. Розроблено та реалізовано на практиці алгоритм обробки цих вимірів, що дозволяє зафіксувати не тільки факт аварії, але і орієнтовний місце цієї аварії.

5. Описано і реалізований метод стабілізації напору в диктує точці мережі з контролем і зазначенням зони аварії, яка визначається другим контуром управління.

6. Експериментом ініційована аварія, під час якої була випробувана робота другого контуру управління. Розроблена і реалізована система відпрацювала (по сирени) цю аварію і з точністю до 1 км² визначила зону аварії.

7. Сформульовано два основних етапи вдосконалення управління діючими системами ПРВ: планування водорозподілення; оперативне управління.

8. Математично сформульовані критерії якості та ефективності функціонування СПРВ, що дозволяють оперативно реагувати на виникнення позаштатних ситуацій.

9. Сформульовано і вирішено такі завдання, характерні для двох останніх етапів: оптимізація роботи насосних станцій при їх спільній роботі на мережу; оптимізація режиму роботи насосної станції; ідентифікація стану водорозподілення.

10. Розглянуто різні способи підвищення надійності і ефективності виконаного функціонування системи ПРВ шляхом вибору їх раціональної структури.

11. Обґрунтовано структура регіональної системи ПРВ (гравітаційно-напірний міський водогін з лінійним підключенням насосних станцій), при якій завдання оперативного управління зводиться до стабілізації напору в диктує точці. При цьому доведено, що задача ідентифікації стану водорозподілення в цьому випадку зводиться до знаходження середніх значень її параметрів. Наведено рішення цього завдання для Олексіївського житлового масиву.

12. Запропонований і реалізований на практиці (в житловому масиві Олексіївка) метод оперативного управління водопостачанням відрізняється просто тією та реалізує завдання управління режимом роботи насосних станцій за критерієм мінімальних сумарних надлишкових напорів, звівши їх до стабілізації напору в диктує точці.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ. ЕКОЛОГІЯ

В даному розділі проведено аналіз потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів, причин пожеж. Розглянуті заходи, які дозволяють забезпечити гігієну праці і виробничу санітарію. На підставі аналізу розроблені заходи з техніки безпеки та рекомендації з пожежної профілактики.

Завданням даної магістерської роботи було розробка комп'ютерної система прогнозування кількості транспортних засобів, і як результат було створено Weather Climatic Condition Calculation Agriculture Transport. За цим програмним продуктом в подальшому розроблятиметься реальна система, яка значно полегшить процес організації транспортного процесу при збиранні врожаю ранньої пшениці з метою підвищення ефективності. Так як в процесі проектування використовувалося персональний комп'ютер, то аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих чинників виконується для персонального комп'ютера на якому буде розроблятися/використовуватися розроблена програма.

5.1 Загальні питання з охорони праці

Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам нормативних актів про охорону праці. В законі України «Про охорону праці» визначається, що 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.

При роботі з обчислювальною технікою змінюються фізичні і хімічні фактори навколишнього середовища: виникає статична електрика, електромагнітне випромінювання, змінюється температура і вологість, рівень вміст кисню і озону в повітрі. Повітря забруднюється шкідливими хімічними речовинами антропогенного походження за рахунок деструкції полімерних матеріалів, які використовуються для обробки приміщень та обладнання. Неправильна організація робочого місця сприяє

загальному і локальній напрузі м'язів шиї, тулуба, верхніх кінцівок, викривлення хребта і розвитку остеохондрозу. На всіх підприємствах, в установах, організаціях повинні створюватися безпечні і нешкідливі умови праці. Забезпечення цих умов покладається на власника або уповноважений ним орган (далі роботодавець). Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам нормативних актів про охорону праці. Роботодавець повинен впроваджувати сучасні засоби техніки безпеки, які запобігають виробничому травматизмові, і забезпечувати санітарно-гігієнічні умови, що запобігають виникненню професійних захворювань працівників. Він не має права вимагати від працівника виконання роботи, поєднаної з явною небезпекою для життя, а також в умовах, що не відповідають законодавству про охорону праці. Працівник має право відмовитися від дорученої роботи, якщо створилася виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров'я або людей, які його оточують, і навколишнього середовища.

5.2 Аналіз стану умов праці

Робота над створенням системи автоматизованої обробки експериментальної інформації проходитиме в приміщенні квартири. Для даної роботи достатньо однієї людини, для якої надано робоче місце зі стаціонарним комп'ютером.

5.2.1 Вимоги до приміщень

Геометричні розміри приміщення зазначені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Розміри приміщення

Найменування	Значення
Довжина, м	5
Ширина, м	5
Висота, м	3
Площа, м ²	25
Об'єм, м ³	75

Згідно з ДБН В.2.2-15-2005 «житлові будинки»[2] розмір площі для одного робочого місця оператора персонального комп'ютера має бути не менше 6 кв. м, а об'єм

— не менше 20 куб. м. Отже, дане приміщення цілком відповідає зазначеним нормам.

Для зручності спільної роботи з іншими працівниками (обговорення ідей, з'ясування проблем і т.д.) в кімнаті є дивани і журнальний стіл, обставлені живими квітами. Також робочий процес пов'язаний з багатьма документами, теками, журналами для чого приміщення облаштоване принтером і шафою для зручності. Задля дотримання визначеного рівня мікроклімату в будівлі встановлено систему опалення та кондиціонування.

Для забезпечення потрібного рівного освітленості кімната має вікно та систему загального рівномірного освітлення, що встановлена на стелі. Для дотримання вимог пожежної безпеки встановлено порошковий вогнегасник та систему автоматичної пожежної сигналізації.

5.2.2 Вимоги до організації місця праці

При порівнянні відповідності характеристик робочого місця нормативним основні вимоги до організації робочого місця за [ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин»] [2] і відповідними фактичними значеннями для робочого місця, констатуємо повну відповідність.

Таблиця 5.2 – Характеристики робочого місця

Найменування параметра	Фактичне значення	Нормативне значення
Висота робочої поверхні, мм	750	680 ÷ 800
Висота простору для ніг, мм	730	не менше 600
Ширина простору для ніг, мм	660	не менше 500
Глибина простору для ніг, мм	700	не менше 650
Висота поверхні сидіння, мм	A70	A00 ÷ 500
Ширина сидіння, мм	A00	не менше A00
Глибина сидіння, мм	A00	не менше A00
Висота поверхні спинки, мм	600	не менше 300
Ширина опорної поверхні спинки, мм	500	не менше 380
Радіус кривини спинки в горизонтальній площині, мм	A00	A00
Відстань від очей до екрану дисплея, мм	800	700 ÷ 800

Робочий стіл на досліджуваному місці також містить достатньо простору для ніг. Крісло, що використовується в якості робочого сидіння, є підйомно поворотним, має підлокітники і можливість регулювання за висотою і кутом нахилу спинки, також воно м'яке і виконане з екологічної шкіри, що дає можливість працювати у комфорті. Екран монітору знаходиться на відстані 0.8 м, клавіатура має можливість регулювання кута нахилу 5-15°. Отже, за всіма параметрами робоче місце відповідає нормативним вимогам.

Приміщення кабінету знаходиться на другому поверсі трьох поверхової будівлі і має об'єм 75 м³, площу – 25 м². У цьому кабінеті обладнано три місця праці, з яких два укомплектовані ПК.

Температура в приміщенні протягом року коливається у межах 18–24°C, відносна вологість — близько 50%. Швидкість руху повітря не перевищує 0,2 м/с. Шум в лабораторії знаходиться на рівні 50 дБА. Система вентиляції приміщення — природна неорганізована, а опалення — централізоване.

Розміщення вікон забезпечує природне освітлення з коефіцієнтом природного освітлення не менше 1,5%, а загальне штучне освітлення, яке здійснюється за допомогою восьми люмінесцентних ламп, забезпечує рівень освітленості не менше 200 Лк.

У кабінеті є електрична мережа з напругою 220 В, яка створює небезпеку ураження електричним струмом. ПК та периферійні пристрої можуть бути джерелами електромагнітних випромінювань, аерозолів та шкідливих речовин (часток тонеру, оксидів нітрогену та озону).

За ступенем пожежної безпеки приміщення належить до категорії В. Кабінет оснащений переносним вуглекислотним вогнегасником ВВК-5 .

Наявна аптечка для надання долікарської допомоги, а також у кабінеті роблять вологе прибирання та щоденно провітрюють приміщення.

5.3 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів при виробництві (експлуатації) виробу

Роботу, пов'язану з ЕОП з ВДТ, у тому числі на тих, які мають робочі місця, обладнані ЕОМ з ВДТ і ПП, виконують із забезпеченням виконання НПАОП 0.00.-1.28-10 «Правил охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин» [14], які встановлюють вимоги безпеки до обладнання робочих місць, до роботи із застосуванням ЕОМ з ВДТ і ПП. Переважно роботи за проектами виконують у кабінетах

чи інших приміщеннях, де використовують різноманітне електрообладнання, зокрема персональні комп'ютери (ПК) та периферійні пристрої.

Основними робочими характеристиками персонального комп'ютера є наступні:

- робоча напруга $U = +220\text{В} \pm 5\%$;
- робочий струм $I = 2\text{А}$;
- споживана потужність $P = 350\text{Вт}$.

Робочі місця мають відповідати вимогам Державних санітарних правил і норм роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин, затверджених постановою Головного державного санітарного лікаря України від 10.12.98 N 7 [ДСанПіН 3.3.2-007-98] [2].

За умов роботи з ПК виникають наступні небезпечні та шкідливі чинники: несприятливі мікрокліматичні умови, освітлення, електромагнітні випромінювання, забруднення повітря шкідливими речовинами (джерелом, яких можуть бути: принтер, сканер та інші джерела виділення багатьох хімічних речовин - напр., озону, оксидів азоту та аерозолів високодисперсних частинок тонера), шум, вібрація, електричний струм, електростатичне поле, напруженість трудового процесу та інше.

Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів виконується у табличній формі (табл. 5.3).

Таблиця 5.3 – Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів

Небезпечні і шкідливі виробничі фактори	Джерела факторів (види робіт)	Кількіс на оцінка	Нормативні документи
1	2	3	4
фізичні			
- підвищена температура поверхонь обладнання	експлуатація ЕОМ, принтерів, сканерів чи/або серверного обладнання для роботи	2	ДСН 3.3.6.042-99 [4]
- підвищений рівень напруги електричної мережі, замикання якої може відбутися через тіло людини	-//-	4	ГОСТ 12.1.030-81[6] ГОСТ 13109-97[7]
- недостатнє освітлення робочої зони	порушення гігієнічних параметрів виробничого середовища	3	ДБН В.2.5-28:2015[3]
- підвищена яскравість світла	порушення умов праці (організації місця праці-налагодження моніторів)	1	ДСанПіН 3.3.2.007-98[5]

Продовження таблиці 5.3			
<i>психофізіологічні:</i>			
- нервово-психічна перевантаження (розумове, перенапруження аналізаторів-зорових)	- пошук інформації для постановки теми; - пошук та аналіз аналогів і літератури; - пошук наявних технологій, моделювання та аналіз алгоритмів; - виконання роботи за темою диплома, тестування; - оформлення роботи	4	НПАОП 0.00-1.28-10[9] ДСанПіН 3.3.2.007-98[5]
- фізичні (статичне – сидіння)	порушення умов праці (організації місця праці- сидіння користувача,) та організації робочого часу - безпервна робота)	2	НПАОП 0.00-1.28-10[9] ДСанПіН 3.3.2.007-98[5]

5.4 Електробезпека

На робочому місці виконуються наступні вимоги електробезпеки: ПК, периферійні пристрої та устаткування для обслуговування, електропроводи і кабелі за виконанням та ступенем захисту відповідають класу зони за ПУЕ (правила улаштування електроустановок), мають апаратуру захисту від струму короткого замикання та інших аварійних режимів. Лінія електромережі для живлення ПК, периферійних пристроїв і устаткування для обслуговування, виконана як окрема групова три- провідна мережа, шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників. Нульовий захисний провідник використовується для заземлення (занулення) електроприймачів. Штепсельні з'єднання та електророзетки крім контактів фазового та нульового робочого провідників мають спеціальні контакти для підключення нульового захисного провідника. Електромережа штепсельних розеток для живлення персональних ПК, укладено по підлозі поруч зі стінами відповідно до затвердженого плану розміщення обладнання та технічних характеристик обладнання. Металеві труби та гнучкі металеві рукави заземлені. Захисне заземлення включає в себе заземлюючих пристроїв і провідник,

який з'єднує заземлюючий пристрій з обладнанням, яке заземлюється - заземлюючий провідник.

усіх органів людини, викликає акселерацію у дітей.

Вченими та науковцями встановлено, що під час роботи за комп'ютером найбільшому ризику підлягають:

- органи зору;
- м'язово-скелетна система;
- репродуктивна функція жінок;
- нервово-психічна діяльність з можливим формуванням стресу і депресій;
- шкіра;
- імунна система.

Близько 70% користувачів комп'ютерів скаржаться на порушення функції органу зору. Зір є важливою складовою багатогранної діяльності людини. А робота за комп'ютером, особливо безперервна, може привести до розвинення короткозорості, зниження гостроти зору, різні кон'юнктивіти та безліч інших очних хвороб. Сльозотеча, головний біль, мерехтіння в очах, головокружіння також супроводжують користувачів комп'ютерів. У найтяжчих випадках можуть виникнути глаукома, катаракта та дистрофія сітківки, які ведуть до повної сліпоти. Причина цих проблем із зором полягає у миготінні монітору, а це подразнює діє на зоровий аналізатор. А ще недостатня чіткість символів, їх спотворення на екрані, низька зручність читання безпосередньо впливають на продуктивність праці та на очі. Лікарі радять користувачам після 40 років проходити щорічне обстеження в офтальмолога, а при необхідності — раніше й частіше.

Скелетно-м'язова система також страждає через сидяче положення користувачів. У людей, які багато працюють за комп'ютером, можуть виникнути больові відчуття в м'язах та суглобах, потилиці, попереку, пальцях рук. Виникненню цих захворювань сприяє неправильне положення тіла щодо клавіатури, відхилення ліктів від тулуба, нераціональне розміщення передпліччя та кисті рук. Робота із клавіатурою є інтенсивною та динамічною роботою кисті, яка супроводжується одночасним напруженням м'язів передпліччя й плеча. Це приводить до швидкої втоми, до розвитку нейроміозитів, оніміння, тремору та повільної рухливості пальців. Навіть до нападів судом, болі в руках і плечах уночі. Усі ці порушення можуть стати причиною інвалідності, тому вони також вимагають відповідних заходів профілактики.

Велике зорове та нервово-емоційне напруження викликають порушення функціонального стану нервової системи. Це проявляється погіршенням психологічного

стану й працездатності. У медичній літературі широко описані психічні розлади, які діагностуються у користувачів. Це агресивність, нервозність, фрустрація, тривога, депресія, пригніченість, порушення сну, стресові ситуації. Стрес може бути корисним: він тренує організм і підвищує його можливості, наприклад, захисту. Проте стрес може досягнути такого рівня напруження, що виснажує захисні сили організму. Це може спровокувати різноманітні захворювання і навіть смерть. До таких захворювань належать гіпертонічна хвороба, інфаркти міокарда та інсульти, виразкові хвороби травного тракту, навіть цукровий діабет. Людина піддається дії сильних стрес-факторів, до яких належать гігієнічні умови праці в робочому приміщенні, самого трудового процесу та мікроклімату в колективі. Цій ситуації сприяють напружена нервово-психічна діяльність, гіподинамія, одноманітність, не завжди сприятлива організація робочого місця, соціальна ситуація тощо.

5.5 Освітлення

Світло є природною умовою існування людини. Воно впливає на стан вищих психічних функцій і фізіологічні процеси в організмі. Хороше освітлення діє тонізуюче, створює гарний настрій, покращує протікання основних процесів вищої нервової діяльності.

Збільшення освітленості сприяє поліпшенню працездатності навіть в тих випадках, коли процес праці практично не залежить від зорового сприйняття. При поганому освітленні людина швидко втомлюється, працює менш продуктивно, виникає потенційна небезпека помилкових дій і нещасних випадків.

Освітленість приміщення має велике значення при роботі на ПЕОМ. Вона багато в чому визначається колірною і мережевий обстановкою. Для зменшеного поглинання світла стеля і стіни вище панелей (1,5-1,7м.). Якщо вони не облицьовані звукопоглинальним матеріалом, фарбуються білою водоемульсійною фарбою (коефіцієнт відбиття повинен бути не менше 0,7). Для забарвлення стіни панелей рекомендується віддавати перевагу світлим фарбам.

Основний потік природного світла при цій повинен бути зліва. Не допускається спрямування основного світлового потоку природного світла праворуч, ззаду і спереду працівника на ПЕОМ.

Робота на ПЕОМ може здійснюватися за таких видах освітлення:

- загальному штучному освітленні, коли відео монітори розташовуються по периметру приміщення або при центральному розташуванні робочих місць у два ряди по

довжині кімнати з екранами, звернені в протилежні сторони;

- суміщене освітлення (природне + штучне) тільки при одному і трьох рядном розташуванні робочих місць, коли екран і поверхню робочого столу знаходяться перпендикулярно світла несучій стіні. При цьому штучне освітлення буде виконане стельовими або підвісними люмінесцентними світильниками, рівномірно розміщеними по стелі рядами паралельно світловим прорізам так, щоб екран відео монітора знаходився в зоні захисного кута світильника, і його проекції не доводилися на екран. Працюючі на ПЕОМ не повинні бачити відображення світильників на екрані. Застосовувати місцеве освітлення при роботі на ПЕОМ не рекомендується.

Природне освітлення, коли робочі місця з ПЕОМ розташовуються в один ряд по довжині приміщення на відстані 0,8 - 1,0 м від стіни з віконними прорізами, і екрани знаходяться перпендикулярно цієї стіни. Основний потік природного світла при цій повинен бути зліва. Не допускається спрямування основного світлового потоку природного світла праворуч, ззаду і спереду працює на ПЕОМ. Оптимальна відстань очей до екрана відео монітора повинна становити 60-70 см, допустиме не менше 50 см. Розглядати інформацію ближче 50 см не рекомендується.

У проєкті, що розробляється, передбачається використовувати суміщене освітлення. У світлий час доби використовуватиметься природне освітлення приміщення через віконні отвори, в решту часу використовуватиметься штучне освітлення. Штучне освітлення створюється газорозрядними лампами.

Штучне освітлення в робочому приміщенні передбачається здійснювати з використанням люмінесцентних джерел світла в світильниках загального освітлення, оскільки люмінесцентні лампи мають високу потужність (80 Вт), тривалий термін служби (до 10000 годин), спектральний складом випромінюваного світла, близький до сонячного. При експлуатації ЕОМ виконується зорова робота IVв розряду точності (середня точність). При цьому нормована освітленість на робочому місці (E_n) рівна 200 лк. Джерелом природного освітлення є сонячне світло.

У приміщенні, де розташовані ЕОМ передбачається природне бічне освітлення, рівень якого відповідає СНіП 11-4-79 [1]. Джерелом природного освітлення є сонячне світло. Регулярно повинен проводитися контроль освітленості, який підтверджує, що рівень освітленості задовольняє СНіП і для даного приміщення в світлий час доби достатньо природного освітлення.

Розрахунок освітлення.

Для будівель виробництв світловий коефіцієнт приймається в межах 1/6 - 1/10:

$$\sqrt{a^2 + b^2} \cdot S_b = (1/8 \div 1/10) \cdot S_n \quad (5.1)$$

де S_b – площа віконних прорізів, м²;

S_n – площа підлоги, м².

$$S_n = 5 \cdot 4 = 20 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{вік}} = 1/8 \cdot 20 = 2.5 \text{ м}^2$$

Приймаємо 1 вікно площею $S = 1,6 \text{ м}^2$ кожне.

Світильники загального освітлення розташовуються над робочими поверхнями в рівномірно-прямокутному порядку. Для організації освітлення в темний час доби передбачається обладнати приміщення, довжина якого складає 5 м, ширина 5 м, світильниками ЛПО2П, оснащеними лампами типа ЛБ (дві по 80 Вт) з світловим потоком 5A00 лм кожна.

Розрахунок штучного освітлення виробляється по коефіцієнтах використання світлового потоку, яким визначається потік, необхідний для створення заданої освітленості при загальному рівномірному освітленні. Розрахунок кількості світильників n виробляється по формулі (4.2):

$$n = \frac{E \cdot S \cdot Z \cdot K}{F \cdot U \cdot M} \quad (5.2)$$

де E – нормована освітленість робочої поверхні, визначається нормами – 300 лк;

S – освітлювана площа, м²; $S = 20 \text{ м}^2$;

Z – поправочний коефіцієнт світильника ($Z = 1,15$ для ламп розжарювання та ДРЛ; $Z = 1,1$ для люмінесцентних ламп) приймаємо рівним 1,1;

K – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в процесі експлуатації – 1,5;

U – коефіцієнт використання, залежний від типу світильника, показника індексу приміщення і т.п. – 0,575

M – число люмінесцентних ламп в світильнику – 2;

F – світловий потік лампи – 710 лм (для ЛБ-80).

Підставивши числові значення у формулу (А.2), отримуємо:

$$n = \frac{300 \cdot 20 \cdot 1,15 \cdot 1,5}{710 \cdot 0,575 \cdot 2} \approx 12,6.$$

Приймаємо освітлювальну установку, яка складається з 2-х світильників, які складаються з двох люмінесцентних ламп загальною потужністю 160 Вт, напругою – 220 В.

Всі прилади, що працюють від електромережі, впливають на навколишнє їх електромагнітне поле - фізичне поле, яке взаємодіє з усіма тілами, що володіють хоча б мінімальним електричним зарядом. До таких тіл належить і людський організм. Наше тіло виробляє чимало електричних імпульсів. Сигнали нервової системи, скорочення серцевого м'яза і ряд інших функцій здійснюються за допомогою струму електричних імпульсів по живим волокнам. Електромагнітне випромінювання від приладів створює обурення в фізичному полі. На даний момент загальна «маса» таких збурень вже стала критичною і перетворилася на своєрідний вид екологічного забруднення, який неможливо побачити неозброєним оком. Найчастіше ми не відчуваємо впливу електромагнітного випромінювання, але якщо воно досягає колосальної потужності, то людина відчуває його як викид тепла. Досить потужне випромінювання можна зафіксувати за допомогою спеціальної апаратури. Але то вплив, який чинить на нас щоденне «спілкування» з електроприладами та обчислювальною технікою, залишається непоміченим.

Сьогодні багато дослідників говорять про те, що тривалого, нехай і слабого, електромагнітного випромінювання досить, щоб спровокувати такі серйозні захворювання, як хвороба Альцгеймера або Паркінсона, рак, еректильну дисфункцію, а також всілякі порушення сну і пам'яті. Найбільше страждають від подібного негативного впливу, звичайно, діти. І це ще одна причина, по якій варто обмежувати час, проведений підростаючим поколінням перед екраном монітора. Електромагнітне випромінювання негативно впливає і на розвиток плода, тому вагітні жінки теж знаходяться в групі ризику. Найгірше на здоров'я людини відбивається регулярне використання комп'ютера,

телевізора і мікрохвильової печі. З усіх електроприладів ця трійця має найсильнішим випромінюванням і притому випускає хвилі НВЧ-діапазону. Монітор також створює серйозні електромагнітні обурення. Виробники техніки знають про цю особливість, тому передня частина монітора нерідко отримує захисне покриття. А ось бічні і задні стінки - немає. Крім усього перерахованого вище, ПК деіонізує навколишнє середовище і виділяє в повітря шкідливі речовини. Це відбувається при нагріванні корпусу і материнської плати. Іншими словами, в приміщенні, де постійно працює обчислювальна техніка, повітря сухе, деіонізоване і важкий для дихання. Якщо дихальні органи - «слабке місце» в організмі або вже встигли постраждати від якихось інших факторів, великий ризик розвитку алергії або іншого захворювання органів дихання.

Щоб звести до мінімуму негативний вплив електромагнітного випромінювання від монітора, досить дотримуватися простих правил. Вибираючи монітор, краще віддати перевагу жидкокристаллическому варіанту. Випромінювання моніторів з електронно-променевою трубкою набагато сильніше, ніж у РК-аналогів. Постарайтеся розташувати монітор в кутку. Стіни будуть поглинати електромагнітне випромінювання, яке випускають бічні і задні стінки. Не забувайте вимикати монітор, якщо відходите ненадовго від робочого столу. Використання спеціальних захисних екранів і раніше актуально, особливо якщо в сім'ї є діти. Монітор повинен стояти від вашого крісла не ближче, ніж на відстані витягнутої руки. Чи не присувайте його занадто близько до обличчя і не нахилийтеся до екрану. Існує також ряд універсальних правил для роботи за комп'ютером, які допоможуть вам зберегти власне здоров'я і продовжити термін життя техніки: Системний блок повинен розташовуватися якнайдалі від вас. Не ставте комп'ютер поруч зі спальним місцем, а краще взагалі не кладіть комп'ютерний стіл в спальні - це ідеальний варіант, який, на жаль, можуть дозволити собі далеко не всі. Не залишайте комп'ютер включеним, якщо не використовуєте його. І, відповідно, не включайте його без необхідності. Крім усього іншого, це ще й зменшить знос техніки. Намагайтеся скоротити час, який ви проводите за комп'ютером. Якщо ж ваша професійна діяльність проходить перед екраном монітора, як можна частіше переривайте роботу, щоб трохи пройтися або просто випити чаю. У свій вільний час намагайтеся не сидіти перед монітором.

Розрахунок захисного заземлення (забезпечення електробезпеки будівлі).

Згідно з класифікацією приміщень за ступенем небезпеки ураження електричним струмом, приміщення в якому проводяться всі роботи відносяться до першого класу (без

підвищеної небезпеки). Під час роботи використовуються електроустановки з напругою живлення 36 В, 220 В, та 360 В. Опір контура заземлення повинен мати не більше 4 Ом.

Розрахунок проводять за допомогою методу коефіцієнта використання (екранування) електродів. Коефіцієнт використання групового заземлювача η – це відношення діючої провідності цього заземлювача до найбільш можливої його провідності за нескінченно великих відстаней між його електродами. Коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів η_v в залежності від розміщення заземлювачів та їх кількості знаходиться в межах 0,4-0,99. Взаємну екрануючу дію горизонтального заземлювача (з'єднувальної смуги) враховують за допомогою коефіцієнта використання горизонтального заземлювача η_c .

Послідовність розрахунку.

а) Визначається необхідний опір штучних заземлювачів $R_{шт.з.}$:

$$R_{шт.з.} = \frac{R_d \cdot R_{пр.з.}}{R_{пр.з.} - R_d} \quad (5.3)$$

де $R_{пр.з.}$ – опір природних заземлювачів;

R_d – допустимий опір заземлення.

Якщо природні заземлювачі відсутні, то $R_{шт.з.} = R_d$.

Підставивши числові значення у формулу (4.3), отримуємо:

$$R_{шт.з.} = \frac{4 \cdot 40}{40 - 4} \approx 40 \text{ Ом}$$

б) Опір заземлення в значній мірі залежить від питомого опору ґрунту ρ , Ом*м. Приблизне значення питомого опору глини приймаємо $\rho = 40$ Ом*м (табличне значення).

в) Розрахунковий питомий опір ґрунту, $\rho_{розр.}$, Ом*м, визначається відповідно для вертикальних заземлювачів $\rho_{розр.в.}$, і горизонтальних $\rho_{розр.г.}$, Ом*м за формулою:

$$\rho_{розр.} = \psi \cdot \rho, \quad (5.4)$$

де ψ – коефіцієнт сезонності для вертикальних заземлювачів I кліматичної зони з нормальною вологістю землі, приймається для вертикальних заземлювачів $\rho_{розр.в.} = 1,7$ і горизонтальних $\rho_{розр.г.} = 5,5$ Ом*м.

$$\rho_{розр.в.} = 1,7 \cdot 40 = 68 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

$$\rho_{розр.г.} = 5,5 \cdot 40 = 220 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

г) Розраховується опір розтікання струму вертикального заземлювача R_v , Ом, за (5.5).

$$R_v = \frac{\rho_{розв}}{2 \cdot \pi \cdot l_v} \left(\frac{\ln 2 \cdot l_v}{d_{ст}} + \frac{1 \cdot \ln}{2} + \frac{4 \cdot t + 1_v}{4 \cdot t - 1_v} \right) \quad (5.5)$$

де l_v – довжина розр. вертикального заземлювача (для труб - 2–3 м; $l_v=3$ м); $d_{ст}$ – діаметр стержня (для труб - 0,03–0,05 м; $d_{ст}=0,05$ м);

t – відстань від поверхні землі до середини заземлювача, яка визначається за формулою (4.6):

$$t = h_v + \frac{1_v}{2} \quad (5.6)$$

де h_v – глибина закладання вертикальних заземлювачів (0,8 м); тоді

$$t = 0,8 + \frac{3}{2} = 2,3 \text{ м}$$

$$R_v = \frac{68}{2 \cdot \pi \cdot 3} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0,05} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 2,3 + 3}{4 \cdot 2,3 - 3} \right) = 18,5 \text{ Ом}$$

г) Визначається теоретична кількість вертикальних заземлювачів n штук, без урахування коефіцієнта використання η_v :

$$n = \frac{2 \cdot R_v}{R_0} = \frac{2 \cdot 18,5}{4} = 9,25 \quad (5.7)$$

Визначається коефіцієнт використання вертикальних електродів групового заземлювача без врахування впливу з'єднувальної стрічки $\eta_v = 0,57$ (табличне значення).

д) Визначається необхідна кількість вертикальних заземлювачів з урахуванням коефіцієнта використання η_v , шт:

$$n_v = \frac{2 \cdot R_v}{R_0 \cdot \eta_v} = \frac{2 \cdot 18,5}{4 \cdot 0,57} = 16,2 \approx 16 \quad (5.8)$$

е) Визначається довжина з'єднувальної стрічки горизонтального заземлювача l_c , м:

$$l_c = 1,05 \cdot L_v \cdot (n_v - 1) \quad (5.9)$$

де L_v – відстань між вертикальними заземлювачами, (прийняти за $L_v = 3$ м); n_v – необхідна кількість вертикальних заземлювачів.

$$l_c = 1,05 \cdot 3 \cdot (16 - 1) \approx 48 \text{ м}$$

Висновок: дане захисне заземлення буде забезпечувати електробезпеку будівлі, так як виконується умова: $R_{\text{заг}} < 4 \text{ Ом}$, а саме:

$$R_{\text{заг}} = \frac{18,5 \cdot 8,1}{18,5 \cdot 0,3 + 8,1 \cdot 16 \cdot 0,57} = 1,9 \leq R_0$$

При виникненню пожеж при роботі на ПЕОМ від таких можливими джерел запалювання як:

- іскри і дуги коротких замикань;
- перегрів провідників, резисторів та інших радіодеталей ПЕОМ, від тривалої перевантаження та наявність перехідного опору;
- іскри при розмиканні і розмиканні ланцюгів;
- розряди статичної електрики;
- необережному поводженню з вогнем, а також вибухи газо-повітряних і паро-повітряних сумішей.

Важливу увагу слід звернути на пожежну безпеку підприємства в цілому і окремих його приміщень. В приміщеннях не повинно накопичуватися сміття, непотрібний папір, мотлох та ін. речі, які не використовуються у виробничому процесі. Наявний вільний аварійний вихід за межі приміщення в разі пожежі, бути передбачені вогнегасники. Вони повинні бути в робочому стані і перевірятися згідно з нормами. У приміщеннях повинна бути пожежна сигналізація, вогнегасник.

У разі виникнення пожежі необхідно повідомити в найближчу пожежну частину, убезпечити інших працівників і по можливості прийняти кроки по запобіганню можливих наслідків та усуненню пожежі.

5.6 Вплив на навколишнє середовище

На даний момент найбільш суворим з існуючих світових стандартів екологічності для комп'ютерної техніки є стандарт ТСО99.

У порівнянні з попередніми він містить додаткові обмеження по частині екології, ергономіки, енергоспоживання і емісії пристроїв.

Найбільш значимі ярлики, такі як «Блакитний ангел», що видається Німецької сертифікаційної організацією як знак відповідності екологічним стандартам, є великою рідкістю в сфері електроніки. навпаки, широке поширення отримав логотип «Energy Star», якого удостоюються енергозберігаючі пристрої. Однак у випадку з ним проблема

полягає в тому, що кожен виробник має право самостійно маркувати свою продукцію, не проходячи при цьому перевірок.

З огляду на те що дана емблема не несе ніяких відомостей про дійсний енергоспоживання пристроїв, її цілком можна ігнорувати. ЖК-екрани - один з джерел парникових газів, які набагато шкідливіше діоксиду вуглецю. Рідкокристалічні монітори швидко знайшли популярність, прийшовши на зміну громіздким ЕПТ-моделями. І це не дивно, адже вони мають тонкими корпусами і споживають значно менше електроенергії. За іншим аспектам екологічної безпеки дисплеї на основі рідких кристалів також вважалися проривом, тому що в них не використовувався газ, що містить свинець. Досить довго ніхто не звертав уваги на застосовуваний для чищення РК-панелей тріфтористий азот (NF₃), і тільки в середині 2008 року вченими було доведено наявність даного хімічної речовини в атмосфері. Відкриття було вражаючим: по порівнянню з діоксидом вуглецю (CO₂) NF₃ є в 17 000 разів більше активним парниковим газом, а його атмосферний час напіврозпаду може складати від 550 до 740 світлових років (у CO₂ - від 30 до 40 років). Закону, який обмежував би рівень викиду NF₃, поки не існує.

Виявлення енерговитрат є таким же проблематичним процесом, як і визначення кількості матеріалів, придатних для вторинної переробки, і важких металів, що містяться в пристроях. Дивовижний результат був отриманий організацією Greenpeace в ході порівняльного аналізу декількох моделей ідентичних ноутбуків з різних країн. У тачпаде Dell Vostro V13, доступного на китайському ринку, були виявлені сліди бром. В моделі з Німеччини ця речовина теж присутнє, тільки не в тачпаде, а кнопках. У лептопі, купленому в США, бром був знайдений в блоці живлення.

Схожа картина спостерігається і у інших виробників: при дослідженні продукції компанії Apple експерти виявили, що в кабелі ноутбука MacBook Pro 13 з США і Нідерландів міститься в три рази більше бром, ніж в пристроях з Філіппін і Росії. При аналізі іншого кабелю сліди бром виявили вже в пристроях з Росії та Нідерландів, а в моделі з США їх не було. Таким чином, надійним показником екологічності залишається тільки рівень енергоспоживання - серед субноутбуків першість належить лише декільком моделям, а решта різко відрізняються від лідерів за своїми характеристиками

Висновки до розділу 4

В результаті проведеної роботи було зроблено аналіз умов праці, шкідливих та небезпечних чинників, з якими стикається робітник. Було визначено параметри і певні характеристики приміщення для роботи над запропонованим проектом написаному в кваліфікаційній роботі, описано, які заходи потрібно зробити для того, щоб дане приміщення відповідало необхідним нормам і було комфортним і безпечним для робітника.

Приведені рекомендації щодо організації робочого місця, а також важливу інформацію щодо пожежної та електробезпеки. Були наведені розміри приміщення та наведено значення температури, вологості й рухливості повітря, необхідна кількість і потужність ламп та інші параметри, значення яких впливає на умови праці робітника, а також – наведені інструкції з охорони праці, техніки безпеки при роботі на комп'ютері.

ПЕРЕЛІК КОРИСНИХ ПОСИЛАНЬ до розділу 4

1. НПАОП 0.00-А.15-98 Про розробку інструкцій з охорони праці
2. ДСанПіН 3.3.2.007-98 Гігієнічні вимоги до організації роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин
3. ДБН В.2.2-15-2005 Будинки і споруди
4. ДБН В.2.5-28:2015 Природне і штучне освітлення
5. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих
6. ДСанПіН 3.3.2.007-98 Гігієнічні вимоги до організації роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин
7. ГОСТ 12.1.006-8А ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования безопасности. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
8. ГОСТ 13109-97 „Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитных. Нормы качества электроэнергоснабжения общего назначения”
9. НПАОП 0.00-1.28-10 Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин

ВИСНОВКИ

У процесі дослідження були виявлені ключові значення для подачі води в житлові будинки. Було знайдено методику для розрахунку потрібного тиску в системі і що викликаються виключення з цих правил.

В результаті аналізу робіт інших авторів була виявлена закономірність у розрахунку потужності двигунів і тиску в трубах системи.

Запропонувати рішення, створити систему яка буде регулювати роботу двигунів в реальному часі.

Запропоноване рішення буде отримувати дані з датчиків тиску, обробляти їх за допомогою моделі з використанням нечіткої логіки і регулювати роботу двигунів підлаштовувати під потреби користувачів.

Область застосування даної розробки, для тестування, невелике підприємство, а в перспективі і задіяння для всього міста.

Аналіз вітчизняних і зарубіжних робіт, систематизація та критична оцінка сучасного стану водоспоживання в населених пунктах України та країнах СНД показали, що питомий середньодобове водоспоживання населених пунктів залежить від цілого ряду чинників, до яких відносяться: середньодобова температура повітря, пружність водяної пари, відносна вологість, середньорічна кількість опадів, сумарна сонячна радіація, середньорічне альbedo, геодезична висота населених пунктів, географічна широта і довгота, чисельність населення, житлова площа, яка припадає на одного жителя, площа забудови населеного пункту, площа ореолів забруднення міст, суми позитивних середньодобових температур, тривалість періоду з негативною середньодобовою температурою.

Вплив перерахованих чинників на питомий середньодобове водоспоживання міст може мати різну спрямованість. Наприклад, зі збільшенням річної та місячної суми сонячної радіації в містах питомий середньодобове водоспоживання зростає, і, навпаки, з підвищенням середньорічного альbedo, а також зі зростанням відносної вологості питомий середньодобове водоспоживання зменшується. На величину водоспоживання істотно впливає температурний режим в містах. Встановлено також, що при висоті розташування міста над рівнем моря $H > 50$ м з ростом висоти відбувається збільшення приросту питомої середньодобового водоспоживання в містах та зворотний процес - при $0 < H < 50$ м. Отже, розвиток міст, розташованих в степових зонах, пустелях, напівпустелях і високогірних областях, підсилює процеси росту загального питомої середньодобового водоспоживання.

Отримана емпірична залежність між питомою середньодобовим водоспоживанням і перерахованими факторами. 4. Розроблено методику прогнозування водоспоживання міст, в основу якої покладена багатофакторна модель, що дозволяє оцінювати характер його зміни і активно впливати на прийняття раціональних управлінських рішень з урахуванням стратегічної вагомості населених пунктів. 5. Використання методики дозволяє не тільки оцінити дефіцит води або раціональне її використання в містах, а й охарактеризувати життєдіяльність міста, його індустріально-промислове стан, культуру водоспоживання, визначити спеціальне призначення населеного пункту. 6. Встановлено, що для міст з чисельністю населення від 0,139 до 15 млн осіб швидкість росту загального питомої середньодобового водоспоживання значно вище, ніж для міст з чисельністю населення від 0,004 до 0,034 млн осіб. У містах з чисельністю населення 0,034 до 0,139 млн осіб відбувається процес стабілізації темпів зростання питомої середньодобового водоспоживання. Раціональне водоспоживання характерно для міст з обмеженою чисельністю до 140 тис. чоловік.

Розроблено метод двоконтурного керування насосними станціями в системах ПРВ, наведені результати впровадження даного методу в системі ПРВ для Рубіжного. Проведено експеримент з імітацією аварії, в якому використання розробленого методу дозволило не тільки визначити факт аварії, але і досить точно визначити місце аварії.

Показано, що найбільш ефективним за енерговитратами способом управління режимом функціонування насосної станції є активний спосіб управління на базі зміни частоти обертання валу робочого колеса насоса.

Запропоновано новий принцип реалізації другого контуру управління, заснований на вимірах напору у вузлах фрагмента системи ПРВ з подальшою спеціальною обробкою отриманих результатів вимірювань.

Розроблено та реалізовано на практиці алгоритм обробки цих вимірів, що дозволяє зафіксувати не тільки факт аварії, але і орієнтовний місце цієї аварії.

Описано і реалізований метод стабілізації напору в диктує точці мережі з контролем і зазначенням зони аварії, яка визначається другим контуром управління.

Експериментом ініційована аварія, під час якої була випробувана робота другого контуру управління. Розроблена і реалізована система відпрацювала (по сирени) цю аварію і з точністю до 1 км² визначила зону аварії.

Сформульовано два основних етапи вдосконалення управління діючими системами ПРВ: планування водорозподілення; оперативне управління.

Математично сформульовані критерії якості та ефективності функціонування СПРВ, що дозволяють оперативно реагувати на виникнення позаштатних ситуацій.

Сформульовано і вирішено такі завдання, характерні для двох останніх етапів: оптимізація роботи насосних станцій при їх спільній роботі на мережу; оптимізація режиму роботи насосної станції; ідентифікація стану водорозподілення.

Розглянуто різні способи підвищення надійності і ефективності виконаного функціонування системи ПРВ шляхом вибору їх раціональної структури.

Обґрунтовано структура регіональної системи ПРВ (гравітаційно-напірний міський водогін з лінійним підключенням насосних станцій), при якій завдання оперативного управління зводиться до стабілізації напору в диктує точці. При цьому доведено, що задача ідентифікації стану водорозподілення в цьому випадку зводиться до знаходження середніх значень її параметрів. Наведено рішення цього завдання для Олексіївського житлового масиву.

Запропонований і реалізований на практиці (в житловому масиві Олексіївка) метод оперативного управління водопостачанням відрізняється просто тією та реалізує завдання управління режимом роботи насосних станцій за критерієм мінімальних сумарних надлишкових напорів, звівши їх до стабілізації напору в диктує точці.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Абрамов Н.Н. Водоснабжение. — М.: Стройиздат, 1982. — 440 с.
2. Абрамов Н.Н. Надежность систем водоснабжения. 2-е изд. — М.: Стройиздат, 1984. — 216 с.
3. Абрамов Н.Н. Расчет водопроводных сетей. — М.: Стройиздат, 1976. — 503 с.
4. Абрамов Н.Н. Теория и методика расчета систем подачи и распределения воды. — М.: Стройиздат, 1972. — 287 с.
5. Абрамов Н.Н., Гениев Н.Н., Павлов В.И. Водоснабжение. — М.: Госстройиздат, 1958. — 250 с.
6. Абрамов Н.Н., Малов В.И. О надежности систем водоснабжения и путях ее обеспечения //Изв. АН СССР. Энергетика и транспорт. — 1976. — №1. — С. 161-170.
7. Абрамов Н.Н., Поспелова М.М. Расчет водопроводных сетей. — М.: Госстройиздат, 1962. — 228 с.
8. Абрамов Н.Н., Поспелова М.М. Расчет водопроводных сетей. — М.: Стройиздат, 1983. — 278 с.
9. Авакян А.Б. О важности культуры, воспитания и нравственности в решении водных проблем //Тез. докл. IV Междунар. конгр. «Вода: экология и технология» (ЭКВАТЭК-2000). — М., 2000. — С. 11.
10. Автоматизированные системы управления городским хозяйством / Кузьмин И.В., Петров Э.Г., Алферов И.А., Евсеев В.В., Мигунова Л.В. / Под ред. В.М. Глушкова. — К.: Будівельник, 1978. — 138 с.
11. Агаджанов Г.К. Економіка водопровідно-каналізаційних підприємств. - Харків: Основа, 2000. — 304 с.
12. Адаменко В.Н. Климат и озера. — Л.: Гидрометеоздат, 1985. - 263 с.
13. Айвазян С.А. Статистическое исследование зависимостей. — М.: Металлургия, 1969. — 227 с.
14. Альтшуль А.Д. Гидравлические потери на трение в трубопроводах. — М. — Л.: Госэнергоиздат, 1963. — 256 с.
15. Альтшуль А.Д. Закон сопротивления трубопроводов // ДАН СССР, новая серия. - 1951. — Т. LXXVI, №6. — С. 809-812.
16. Андерсон К., Минаси М. Локальные сети. Полное руководство: Пер. с англ. — К.: ВЕК+; М.: ЭНТРОП; СПб.: КОРОНА-принт, 1999. — 624 с.

17. Андрияшев М.М. Гидравлические расчеты водоводов и водопроводных сетей. — М.: Стройиздат, 1964. — 107 с.
18. Андрияшев М.М. Гидравлические расчеты оборудования водоводов. — М.: Стройиздат, 1979. — 104 с.
19. Аронов С.Н. Проектирование водоводов. — М.: Госиздат лит. по строительству и архитектуре, 1953. — 228 с.
20. Арутюнян К.Г., Колискор Т.М., Петросов В.А. Совершенствование расчета подачи и распределения воды и методы ее очистки //Науч. тр. АКХ им. К.Д. Памфилова. Экспериментальные гидравлические исследования макрошероховатости труб. — М., 1976. -С. 57-66.
21. Архангельский А.Я. Программирование в ОеірЫ 5. — М.: ЗАО «Изд-во БИНОМ», 2000. — 1072 с.
22. Астапенко П.Д. Вопросы о погоде. — Л.: Гидрометеиздат, 1982. — 240 с.
23. Баббит Г., Доланд Дж. Водоснабжение: Пер. с англ. — М.: Стройиздат, 1958. — 345 с.
24. Белан А.Е. Технология водоснабжения. — К.: Наук. думка, 1985. — 264 с.
25. Белан А.Е., Хоружий П.Д. Проектирование и расчет устройств водоснабжения. — К.: Будівельник, 1981. — 185 с.
26. Бер А.М., Белов Е.Н., Поляк Б.Т. О некоторых задачах оптимизации //Вычислительные методы и программирование. — 1966. — Т. 5. — С. 115-123.
27. Беседы по автоматике / Голубничий Н.И., Зайцев Г.Ф., Иващенко М.А., Чинаев Ф.И., Чумаков Н.М. — К.: Техніка, 1973. — 236 с.
28. Биргер И.А., Пановко Я.Г. Прочность, устойчивость, колебания: Справочник. Т. 1. - М.: Машиностроение, 1968. — 831 с.
29. Білявський Г.О., Падун М.М., Фурдуй Р.С. Основи загальної екології. — 2-е вид., зі змінами. — К.: Либідь, 1995.- 368 с.
30. Боровиков В.П., Ивченко Г.И. Прогнозирование в системе БТАТІБТІСА в среде ^пёо'№з. — М.: Финансы и статистика, 1999. — 384 с.
31. Вайсберг Дж. Погода на Земле. Метеорология: Пер. с англ. — Л.: Гидрометеиздат, 1980. — 247 с.
32. Ващенко П.П., Шипович Е.И. География. — К.: Вища шк., 1966. — 499 с.
33. Вербицкий А.С. Расчетный режим водопотребления и его использование при проектировании // Сб. науч. тр. АКХ. — 1978. — №155. — С. 38-40.

34. Вербицкий П.Ф. Определение экономических диаметров трубопроводов // Общие вопросы строительства (отечественный опыт). — М.: ЦИНИС, Вып. 10. — 1974. — С. 72-74.
35. Водопроводные и канализационные насосы и насосные станции / Малишевский Н.Г., Кондратьев Н.И., Алешков П.И., Малова Н.М. — Харьков: Изд-во ХГУ, 1960. — 394 с.
36. Воронец Д., Козич Д. Влажный воздух, термодинамические свойства и применения. — М.: Энергоатомиздат, 1984. — 136 с.
37. Галактионов С.Г., Юрин В.М. Водоросль сигнализирует об опасности. — Минск: Вышэйшая шк., 1980. — 144 с.
38. Гальперин Е.М. Надежность проектируемых кольцевых СПРВ и пути ее повышения // Матер. Всес. семин. «Обеспечение надежности систем хозяйственно-питьевого водоснабжения». — М.: МДНТП, 1989. — С. 22-29.
39. Гальперин Е.М. О терминах и определениях в водоснабжении // Водоснабжение и санитарная техника. — 1999. — №12.- С. 23-24.
40. Гидравлика и гидротехника: Респ. межвед. науч.-техн. сб. Вып. 10. — К.: Техніка, 1970. — 110 с.
41. Гидравлика, водоснабжение и канализация / Калицун В.И., Кедров В.С., Ласков Ю.М., Сафонов П.В.. — 3-е изд. — М.: Стройиздат, 1980. — 359 с.
42. Гидравлика, водоснабжение и канализация городов: Учебник для вузов / Прозоров И.В. и др. — М.: Высш. шк., 1975. — 422 с.
43. Гидравлические расчеты водосбросных гидротехнических сооружений: Справочное пособие. — М.: Энергоатомиздат, 1988. — 624 с.
44. Гидравлические расчеты систем водоснабжения и водоотведения: Справочник. 3-е изд. / Под ред. А.М. Курганова. - М.: Стройиздат, 1986. — 440 с.
45. Гидравлический расчет и устройство водопроводов и железобетонных труб / Дика-ревский В.С., Якубчик П.П., Продоус О.А., Константинов Ю.М. — К.: Будівельник, 1984. — 112 с.
46. Глуховский И.И. Совершенствование работы операторов диспетчерских служб на основе оперативной оценки устойчивости и экономичности функционирования инженерных систем (на примере городской системы водоснабжения) // Тез. докл. IV Междунар. конгр. «Вода: экология и технология» (ЭКВАТЭК-2000). — М.: 2000. — С. 787-788.
47. Глушков В.М. Введение в автоматизированные системы управления. — К.: Техніка, 1972. — 310 с.

48. Голяченко О.М., Сердюк А.М., Приходский О.О. Социальная медицина, организация и экономика здравоохранения. — Тернополь; Киев; Винница, 1997. - 328 с.
49. Григоровский Е.П., Койда Н.У. Автоматизация расчета многоконтурных сетевых систем. — К.: Вища шк., 1977. — 192 с.
50. Григоровский Е.П., Койда Н.У. Моделирование технологических процессов и автоматизированное управление потокораспределением в инженерных сетях (1, 2 части). — К.: КГТУСА, 1994. — Деп. в ГНТБ Украины 4.08.95. №1453. УК 94.
51. Григоровський Є.П. Моделі та методи автоматизованого управління потокорозподілом у трубопровідних системах: Автореф. дис... докт. техн. наук: 05.13.07 / КДТУБА. — К., 1995. — 32 с.
52. Григорьев В.И., Мякишев Г.Я. Силы в природе. — М.: Наука, 1988. — 448 с.
53. Гриценко А.В., Сухоруков Г.О. Програма екологічного оздоровлення р. Сіверський Донець // 3б. доп. Міжнар. конгр. «Екологія, технологія, економіка водопостачання та каналізації» (ЕТЕВК-2001). — Ялта, 2001. - С. 326-329.
54. Гриценко Ю.Н., Волков Л.А. Комплексное использование водных ресурсов и охрана окружающей среды. — К.: УМК ВО, 1989. — 216 с.
55. Гузынин А.И., Курганов А.М. Некоторые вопросы оптимизации водопроводных сетей. Полтавский инж.-строит. ин-т. — Полтава, 1981. — Деп. в ВИНТИ №2698. — 24 с.
56. ДБН-Б. 1-3-97. Состав, содержание, порядок разработки, согласования и утверждения генеральных планов городских населенных пунктов. — Введ. 01.12.97. — К.: Госстрой Украины, 1997. — 34 с.
57. Додж М., Стинсон К. Эффективная работа с Microsoft Excel 2000: Пер. с англ. - СПб: Питер, 2000. — 1056 с.
58. Душкин С.С., Краев И.О. Эксплуатация сетей водоснабжения и водоотведения. - К.: ИСИО, 1993. — 164 с.
59. Евдокимов А.Г. Оптимальные задачи на инженерных сетях. — Харьков: Вища шк., 1976. — 153 с.
60. Евдокимов А.Г., Дубровский В.В., Тевяшев А.Д. Потокораспределение в инженерных сетях. — М.: Стройиздат, 1972. — 199 с.
61. Евдокимов А.Г., Петросов В.А. Информационно-аналитические системы управления инженерными сетями жизнеобеспечения населения. — Харьков: ХТУРЭ, 1998. — 412 с.

62. Евдокимов А.Г., Петросов В.А., Губарев С.И. Проектирование автоматизированной системы управления водоснабжением современного города // Наука и техника в городском хозяйстве. — 1976. — Вып. XXXII. — С. 44-49.
63. Евдокимов А.Г., Тевяшев А.Д. Оперативное управление потокораспределением в инженерных сетях. — Харьков: Вища шк., 1980. — 144 с.
64. Евдокимов А.Г., Тевяшев А.Д., Дубровский В.В. Моделирование и оптимизация потокораспределения в инженерных сетях. — М: Стройиздат, 1990. -368 с.
65. Евилевич А.З. Ошибки в эксплуатации водопроводов и канализаций. — Л.: Стройиздат, 1972. — 120 с.
66. Епанешников А.М., Епанешников В.А. Delphi 5. Язык Object Pascal. — М.: Диалог-МИФИ, 2000. — 363 с.
67. Железнова Г.Л., Кожинов И.В. Неучтенные расходы воды в системах водоснабжения //Водоснабжение и санитарная техника. — 1997. — №11. - С. 5-8.
68. Жуков Н.Н., Железнова Г.Л., Орлов Г.А. Снижение потерь питьевой воды в системах коммунального водоснабжения //Водоснабжение и санитарная техника. — 2000. — №8. — С. 14-17.
69. Замкова О.И., Замков Ю.В., Головенко С.К. Автоматизация предприятий водоснабжения и водоотведения //Водоснабжение и санитарная техника. — 1999. — № 6. — С. 34-35.
70. Зарубин Г.П., Новиков Ю.В. Гигиена города. — М.: Медицина, 1986. — 271 с.
71. Защита от коррозии, старения и биоповреждений машин, оборудования и сооружений: Справочник. В 2 т. / Под ред. А.А. Герасименко. - М.: Машиностроение, 1987. -Т.1. — 688 с.
72. Защита от коррозии, старения и биоповреждений машин, оборудования и сооружений: Справочник. В 2 т. / Под ред. А.А. Герасименко. — М.: Машиностроение, 1987. -Т.2. — 784 с.
73. Зегжда А.П. Гидравлические потери на трение в каналах и трубопроводах. - М.: Госиздат лит. по строительству и архитектуре, 1957. — 274 с.
74. Зоны загрязнения снежного покрова вокруг городов на территории СССР: Каталог ореолов для городов с населением более 50 тыс. человек / Прокачева В.Г., Чмутова Н.П., Абакуменко В.П., Усачев В.Ф. — Л.: ФОЛ ВФ ГТИ, 1988. — 125 с.
75. Ивахненко А.Г. Самообучающиеся системы. — К.: АН УССР, 1963. — 328 с.
76. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. — Л.: Гидрометеоздат, 1984. — 560 с.

77. Ильин Ю.А. Надежность водопроводных сооружений и оборудования. -М.: Строй-издат, 1985. — 241 с.
78. Интегрированная диалоговая система рациональной эксплуатации и развития систем подачи и распределения воды / Рябченко И.Н., Маслак В.Н., Гречухин А.В. и др. - Донецк: РИП «Лебедь», 1994. — 192 с.
79. Интегрированные компьютерные технологии управления системами водоснабжения / Богомазов О.А., Иваненко Б.Н., Пфафенрот В.А., Самойленко Н.И. / Под общ. ред. Н.И. Самойленко. — Харьков: Основа, 1998. — 272 с.
80. Информационно-графические компьютерные технологии управления инженерными сетями предприятий, городов и регионов / Под ред. Н.И. Самойленко. — Златоуст: Челябинский Дом печати, 1996. — 232 с.
81. Исаев В.Н., Мхитарян М.Г. Структура водопотребления в хозяйственно-питьевом водоснабжении //Водоснабжение и санитарная техника. — 1991.- №6. — С. 16-17.
82. Исаченко А.Г. Оптимизация природной среды. - М.: Мысль, 1980. — 264 с.
83. Кайгородов А.И. Естественная зональная классификация климатов земного шара. -М.: АН СССР, 1955. — 120 с.
84. Калабро С.Р. Принципы и практические вопросы надежности. — М.: Машиностроение, 1966. — 368 с.
85. Камерштейн А.Г. Мероприятия по сохранению пропускной способности водопроводных труб. — М.: Госстройиздат, 1950. — 98 с.
86. Каримов Р.Х. Программное обеспечение расчетов систем водоподачи //Водоснабжение и санитарная техника. — 1995. — №11. — С. 26-27.
87. Карюхина Т.А., Чурбанова И.Н. Химия воды и микробиология. 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1983. - 168 с.
88. Каталог продукции корпорации «Триол». — М.; СПб; Харьков, 1999. - 51 с.
89. Кикачейшвили Г.Е. Расчет оптимальных параметров систем подачи и распределения воды. — Тбилиси: Сабчато сакартвело, 1980. — 256 с.
90. Кикачейшвили Г.Е. Технико-экономический расчет разветвленных водопроводных сетей методом линейного программирования // Водоснабжение и санитарная техника. — 1969. — №6. — С. 7-8.
91. Кирсанов М.В. Экономический расчет водопроводных сетей. — Л.: МКХ РСФСР, 1949. — 198 с.
92. Климат Киева / Под ред. Л.И. Сакали. - Л.: Гидрометеиздат, 1980. — 287 с.
93. Климат Полтавы / Под ред. В.Н. Бабиченко. - Л.: Гидрометеиздат, 1983. - 208 с.

94. Климат Украины / Под ред. Г.Ф. Прихотько. — Л.: Гидрометеиздат, 1967. - 413 с.
95. Климат Харькова / Под ред. В.Н. Бабиченко. - Л.: Гидрометеиздат, 1983. - 216 с.
96. Клячко В.А., Апельцин И.Э. Подготовка воды для промышленного и городского водоснабжения. — М.: Гос. изд. лит. по строительству, архитектуре и стройматериалам, 1962. — 819 с.
97. Коган А.С. Интенсификация работы городских водопроводов. — М.: Изд-во МКХ РСФСР, 1955. -200 с.
98. Кожинов И.В., Добровольский Р.Г. Метод оценки скрытых утечек воды из водопроводных сетей //Водоснабжение и санитарная техника. — 1981. — №10. - С. 3-5.
99. Кожинов И.В., Добровольский Р.Г. Устранение потерь воды при эксплуатации систем водоснабжения. — М.: Стройиздат, 1988. — 344 с.
100. Кожушко С.Г. Исследование устройств по защите трубопроводов и оборудования водопроводных насосных станций от гидравлического удара: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.483.- К.: КИСИ, 1971. — 20 с.
101. Койда Н.У., Казимиров Е.Я. Расчет гидравлических сетей на ЭЦВМ. — Минск: Высш. шк., 1964. — 59 с.
102. Колотило В.Д. Динаміка процесу транспортування води по магістральних водоводах з використанням електроприводу, що регулюється: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.16. — Харків: ХДТУБА, 2001. — 20 с.
103. Контаутас Р.К. Исследование и разработка методов регулирования систем городского водоснабжения: Дис. ... канд. техн. наук. — М.: ВНИИ ВОДГЕО, 1982. — 228 с.
104. Корчинский И.Л., Беченева Г.В. Прочность строительных материалов при динамических нагрузениях: Пособие для проектировщиков. — М.: Стройиздат, 1966. — 212 с.
105. Котляков В.М. Глобальные изменения климата: антропогенное влияние или естественные вариации //Экология и жизнь. — 2001. — №1(18). — С. 44-47.
106. Красовский Г.Я., Петросов В.А. Введение в методы космического мониторинга окружающей среды. — Харьков: Гос. Аэрокосмический ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 1999. — 206 с.
107. Кривченко Г.И. Гидравлический удар и рациональные режимы регулирования турбин гидроэлектростанций. — М.-Л.: Госэнергоиздат, 1951. — 199 с.
108. Кристофидес Н. Теория графов. Алгоритмический подход: Пер. с англ. — М.: Мир, 1978. - 432 с.

109. Кронберг П. Дистанционное изучение Земли: Пер. с англ. — М.: Мир, 1988. - 350 с.
110. Кузнецов Ю.В., Щебетковский В.Н., Трусов А.Г. Основы очистки воды от радиоактивных загрязнений. — М.: Атомиздат, 1974. — 360 с.
111. Кульский Л.А. Теоретические основы и технология кондиционирования воды. 4-е изд., перераб. и доп. — К.: Наук. думка, 1983. — 528 с.
112. Кульский Л.А., Накорчевская В.Ф. Химия воды: Физико-химические процессы обработки природных и сточных вод. — К.: Вища шк., 1983. — 240 с.
113. Кульский Л.А., Строкач П.П. Технология очистки природных вод. — К.: Вища шк., 1986. — 336 с.
114. Кундо Ю.А., Воскресенский О.Е. Опыт разработки и применения регулируемого электропривода на базе тиристорных преобразователей частоты в системе водоснабжения и водоотведения городов и промышленных предприятий // Тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф. «Проблемы и перспективы в жилищно-коммунальном хозяйстве». -Харьков, 1995. — С. 92.
115. Куранда В.М. Проблеми автоматизації та інформатизації систем водозабезпечення / Зб. доп. Міжнар. конгр. «Екологія, технологія, економіка водопостачання та каналізації» (ЕТЕВК-2001). — Ялта. — 2001. — С. 46-48.
116. Кяндлер Н., Коппель Т., Васильев А. Разработка модели водопроводной сети / Тез. докл. Междунар. конгр. «Вода: экология и технология» (ЭКВАТЭК-2000). — М.: 2000. — С. 369-370.
117. Леві Л.І. Ієрархічна декомпозиція в задачах оперативного управління інженерними ме-режними системами: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.13.07. — К.: КНУБА, 2000. — 33 с.
118. Лезнов Б.С. Экономия электроэнергии в насосных установках. — М.: Энергоатомиздат, 1991. — 141 с.
119. Лезнов Б.С. Экономия энергии в приводе центробежного насоса, регулируемого электромагнитной муфтой скольжения // Сб. техн. информ. ЦВП МО СССР, 1964. — №11.
120. Лезнов Б.С. Энергосбережение и регулируемый привод в насосных установках. — М.: ИК «Ягорба - Биоинформсервис», 1988. — 180 с.
121. Ливчак И.В., Воронов Ю.В. Охрана окружающей среды. — М.: Стройиздат, 1988. — 191 с.
122. Литинецкий И.Б. Предвестники подземных бурь. — М.: Просвещение, 1988. - 191 с.

123. Лобачев В.Г. Вопросы рационализации расчетов водопроводных сетей. — М.: Стройиздат, 1950. — 144 с.
124. Лобачев В.Г. Примеры расчета водопроводных сетей. — М.: Изд. МКХ РСФСР, 1950. — 156 с.
125. Лобачев П.В., Шевелев Ф.А. Измерение расхода жидкостей и газов в системах водоснабжения и канализации. — М.: Стройиздат, 1985. — 424 с.
126. Логвинов К.Т., Барабаш М.Б. Климат и опасные гидрометеорологические явления Крыма. — Л.: Гидрометеоздат, 1982. — 311 с.
127. Лосев К.С. Климат: вчера, сегодня ... и завтра? — Л.: Гидрометеоздат, 1985. — 176 с.
128. Львович М.И. Вода и жизнь. — М.: Мысль, 1986. — 237 с.
129. Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул. — М.: Высш. шк., 1982. — 224 с.
130. Маркус Т.А., Маррио Э.Н. Здания, климат и энергия. — Л.: Гидрометеоздат, 1985. — 544 с.
131. Математическое моделирование систем водоснабжения / Кульский Л.А., Иванов В.Вас., Иванов В.Вл., Рогов В.М. — К.: Наук. думка, 1986. — 117 с.
132. Медико-социальные последствия ядерных катастроф (Семипалатинск — Алтай, Южный Урал, полигон «Северный — Новая Земля», Чернобыль) / Васильев Н.В., Мальцев В.И., Коваленко В.Н., Шубик В.М., Москаленко В.Ф., Волянский Ю.Л., Коляда Т.И., Пономаренко В.М., Парамонов З.М. — К.: Здоровье, 1999. — 296 с.
133. Меренкова Н.Н. Математические модели для оптимизации трассировки и структуры трубопроводных систем. — Иркутск, 1978. — С. 145-158.
134. Месарович М., Макс Д., Танахара И. Теория иерархических многоуровневых систем. — М.: Мир, 1973. — 344 с.
135. Методические рекомендации по изучению системы коммунально-промышленного водоснабжения в условиях автоматизации / Петросов В.А., Агаджанов Г.К., Кашпур А.Д., Ходак И.М. — Харьков: ХИИКС, 1988. - 34 с.
136. Михеев Н.Н., Порядин А.Ф., Герт Соер, Кунахович А.И. Водные ресурсы и пути решения проблемы водоснабжения в России //Водоснабжение и санитарная техника. — 2000. — №4. — С. 5-9.
137. Міжгалуз. наук.-практ. конф. «Захист підземних металевих споруд від електрохімічної корозії». 8-10 грудня: Зб. доп. - Харків, 1999. — 88 с.

138. Моцкус И.Б., Леонас В.Л., Шальтянис В.Л. О нахождении оптимальной конфигурации распределительных сетей //Изв. АН СССР. Энергетика и транспорт. — 1963. -№2. — С. 176-182.
139. Мошнин Л.Ф. Выбор диаметров водопроводных линий //Водоснабжение и санитарная техника. — 1940. — №2-3. — С. 48-55.
140. Мошнин Л.Ф. Методы технико-экономического расчета водопроводных сетей. — М.: Стройиздат, 1950. — 144 с.
141. Мошнин Л.Ф. Повышение эффективности систем подачи и распределения воды //Водоснабжение и санитарная техника. — 1995. — №11. — С. 23-26.
142. Мошнин Л.Ф., Гальперин Е.М., Глазунов Е.М. Расчет систем водоснабжения с использованием вычислительной техники //Водоснабжение и санитарная техника. — 1966. — №4. — С. 22-27.
143. Мошнин Л.Ф., Каримов Р.Х. Вычислительную технику — на службу управлению системами водоподачи //Водоснабжение и санитарная техника. — 1994. — №4. — С. 5-7.
144. Муслимов Э.Н., Пстыга Н.И. О практике применения автоматизированной системы управления водоснабжением города // Сб. матер. Междунар. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы водоснабжения и водоотведения» (Вода-99). — Одесса, 1999. — С. 165-173.
145. Наладка и интенсификация работы городских систем подачи и распределения воды / И.В. Кожинов, В.В. Колесов, М.П. Майзельс, И.С. Эгильский. - М.: Стройиздат, 1978. — 112 с.
146. Насосна установка: Пат. 22021А України, МКВ 5 Р 04 Э 13/08 / Петросов В.А., Чорний А.П. (Україна). — №96031019; Заявл. 15.03.96; Опубл. 30.04.98, Бюл. №2. — 4 с.
147. Насосний агрегат: Пат. 20257А України, МКВ 6 Р 04 Э 13/08 / Чорний А.П., Петросов В.А., Вишневський В.В., Кулік А.Б (Україна). — №96041277; Заявл. 02.04.96; Опубл. 15.07.97, Бюл. № 1.98. — 4 с.
148. Некрасова О.А., Сумароков С.В., Хасилев В.Я. Выбор наивыгоднейшей трассировки трубопроводных сетей: Алгоритмы и программы / Сибирский энергетич. ин-т. — Иркутск, 1970. Деп. в ВИНТИ, №1488-708.
149. Некрасова О.А., Хасилев В.Я. Оптимальное дерево трубопроводной системы // Экономика и математические методы. — 1970. — Т.4, №3. — С. 426-432.
150. Никитин И.К. Сложные турбулентные течения и процессы тепломассопереноса.- К.: Наук. думка, 1980. — 240 с.
151. Новиков Ю.В. Охрана окружающей среды. — М.: Высш. шк., 1987. — 287 с.

152. Новохатний В.Г. Топологическая методика оценки надежности водопроводных сетей //Матер. Всес. семин. «Обеспечение надежности систем хозяйственного питьевого водоснабжения». — М. — 1989. — С. 10-16.
153. Нутенко Л.Я. Использование проблемы Штейнера и ее обобщений для постановки и решения некоторых задач пространственной экономики. Обзор литературы. — М., 1968. — 82 с.
154. Окружающая среда: энциклопедический словарь-справочник: Пер. с нем. - М.: Прогресс, 1993. — 640 с.
155. Олейник А.Я. Теория и методы фильтрационного расчета несовершенных дренажей и водозаборов в различных гидрогеологических условиях: Автореф. дис. ... докт. техн. наук: 05.486 / ВНИИ ВОДГЕО. — М., 1971. — 40 с.
156. Онищук Г.І. Шляхи реформування водопровідно-каналізаційного господарства України // Сб. матер. Междунар. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы водоснабжения и водоотведения» (Вода-99). — Одесса, 1999. — С. 2-4.
157. Осипов П.Е. Гидравлика и гидравлические машины. — М.: Лесная промышленность, 1965. — 362 с.
158. Охрана и оптимизация окружающей среды / Лаптев А.А., Приемов С.И., Родичкин И.Д., Шемшученко Ю.С. / Под ред. А.А. Лаптева. — К.: Лыбидь, 1990. — 256 с.
159. Панов М.Я., Курганов А.М. Многоконтурные гидравлические сети: теория и методы расчета. — Воронеж: ВГУ, 1989. — 192 с.
160. Петров Г.А. Гидравлика переменной массы. — Харьков: ХГУ, 1964. - 202 с.
161. Петросов В.А. АСУ ТП фильтровальных блоков водоочистных станций //Коммунальное хозяйство городов. — 2001. — Вып. 27. — С. 25-28.
162. Петросов В.А. В «Харьковкоммунпромвод» сочетают ускорение НТП и активизацию человеческого фактора //Городское хозяйство Украины. — 1987. - №4. — С. 20-21.
163. Петросов В.А. В основе — экономические методы //Городское хозяйство Украины. — 1974. — №4. — С. 19-20.
164. Петросов В.А. Влияние АСУ водоснабжением на экономию водных и энергетических ресурсов //Тез. докл. Всес. науч.-техн. семин. «Рациональное использование воды и топливно-энергетических ресурсов в коммунальном водном хозяйстве». — Алма-Ата, 1985. - С. 34-50.

165. Петросов В.А. Влияние глобального изменения климата на водопотребление населенных мест. Резервы водообеспечения //Коммунальное хозяйство городов. - 2001. — Вып. 30. — С. 3-13.
166. Петросов В.А. Во имя дальнейшего подъема //Городское хозяйство Украины. — 1985. — №1. — С. 18-23.
167. Петросов В.А. Вода — жизнь, берегите ее. — Харьков: РИП «Оригинал», 1994. — 17 с.
168. Петросов В.А. Водоснабжение и вопросы экономики //Городское хозяйство Украины. — 1976. — №2. — С. 21-22.
169. Петросов В.А. Водоснабжение Харькова. — Харьков: Основа, 1999. — 56 с.
170. Петросов В.А. Главное направление — повышение эффективности //Городское хозяйство Украины. — 1978. — №3. — С. 21-22.
171. Петросов В.А. Это нужно человеку... на опыте Германии, США. - Харьков: РИП «Оригинал», 1994. — 256 с.
172. Петросов В.А. Изменение величины коэффициента гидравлического сопротивления X в магистральных водоводах с течением времени их эксплуатации //Сб. докл. Междунар. конгр. «Экология, технология, экономика водоснабжения и канализации». — Ялта, 1997. — С. 124-131.
173. Петросов В.А. Изменение гидравлических сопротивлений магистральных водоводов с течением времени: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.04 / ХИИТ. — Харьков, 1971. - 19 с.
174. Петросов В.А. Интенсификация водоснабжения промцентра на базе интегрированной АСУ //Тез. докл. Всес. науч.-техн. конф. «Автоматизированные системы управления водоснабжением». — Харьков, 1986. — С. 9-12.
175. Петросов В.А. К вопросу об инкрустации водопроводных труб с течением времени // Вопросы технологии обработки воды промышленного и питьевого водоснабжения. Вып. 1. — 1969. — С. 34-37.
176. Петросов В.А. Контролировать качество водоподготовки современными методами //Городское хозяйство Украины. — 1989. - №1. - С. 26-27.
177. Петросов В.А. О совершенствовании систем управления ПРВ //Зб. доп. Міжнар. конгр. «Екологія, технологія, економіка водопостачання та каналізації» (ЕТЕВК-2001). — Ялта, 2001. — С. 99-104.
178. Петросов В.А. О совершенствовании систем управления ПРВ //Коммунальное хозяйство городов. — 2001. - Вып. 29. — С. 46-50.
179. Петросов В.А. Определение сопротивлений заросших трубопроводов //Городское хозяйство Украины. — 1974. — №2. — С. 18-19.

180. Петросов В.А. Питьевая вода и население // Мiське господарство України. -1999. — № 3. — С. 54-55.
181. Петросов В.А. Проблема водных ресурсов и начальный этап оптимизации городской системы подачи и распределения воды / Деп. сб. науч. тр., вып. 6, №5970, ВНИИИС. — М., 1985. — 4 с.
182. Петросов В.А. Проблемы водообеспечения городов //Тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф. «Проблемы и перспективы ресурсосбережения в жилищно-коммунальном хозяйстве». — Харьков: ХГАГХ, 1995. — С. 70.
183. Петросов В.А. Прогноз интенсивности отказов водосети - один из путей сокращения потерь и неучтенных расходов воды //Наук. вісн. будівництва. — 2001. — Вип. 12 . — С. 42-51.
184. Петросов В.А. Прогноз непроизводительных потерь в жилом фонде города, оценка их влияния на экономику водоснабжения // Вісн. Донбаської держ. академії будівництва і архітектури. — 2001. — №2(27). — С. 33-36.
185. Петросов В.А. Прогноз рационального водопотребления промышленных центров // Охрана и рациональное использование водных ресурсов. — К.: УМК ВО, 1990. — С. 3-17.
186. Петросов В.А. Прогнозирование водопотребления промцентра // Тез. докл. науч.-техн. семин. «Перспективы развития водоснабжения и канализации». - Тбилиси: Грузинский политехн. ин-т, 1985. — С. 89-91.
187. Петросов В.А. Прогнозирование изменения коэффициента гидравлического сопротивления X на магистральных водоводах с течением времени их эксплуатации // Коммунальное хозяйство городов. — 2001. — Вып. 29. — С. 40-43.
188. Петросов В.А. Прогнозирование изменения коэффициента гидравлического сопротивления X на магистральных водоводах с течением времени эксплуатации //36. доп. Міжнар. конгр. «Екологія, технологія, економіка водопостачання та каналізації» (ЕТЕВК-2001). — Ялта, 2001. — С. 104-108.
189. Петросов В.А. Прогнозирование среднесуточного водопотребления в городах СНГ в зависимости от природно-климатических условий и других факторов // Тез. докл. Третьего Междунар. конгр. «Вода, экология и технология» (ЭКВАТЭК-98). — М., 1998. — С. 294.
190. Петросов В.А. Пути повышения надежности и безопасности водоснабжения // Наук. вісн. будівництва — 2000. — Вип. 9. — С. 59-63.
191. Петросов В.А. Пути ресурсосбережения в водопроводном хозяйстве //Тез. доп. наук.-практ. конф. «Проблеми і шляхи енергозбереження в будівельній індустрії і житлово-комунальному господарстві». - К., 2000. — С. 37-39.
192. Петросов В.А. Радиация. Экология. Вода. — Харьков: Основа, 1996. — 192 с.

193. Петросов В.А. Управление региональными системами водоснабжения. — Харьков: Основа, 1999. — 320 с.
194. Петросов В.А., Агаджанов Г.К. Интенсификация и повышение надежности водоснабжения городов //Наука и техника в городском хозяйстве. — 1986. - Вып. 62. — С. 6-9.
195. Петросов В.А., Агаджанов Г.К. Новые подходы к автоматизации и информатизации водопроводно-канализационного хозяйства // Сб. докл. Междунар. конгр. «Экология, технология, экономика водопровода и канализации» (ЭТЭВК-99). — Ялта, 1999. — С. 42-44.
196. Петросов В.А., Агаджанов Г.К., Григорчук Ю.Н. Разработка комплексной целевой программы создания и развития АСУ водоснабжением городов республики //Тез. докл. науч.-техн. семин. «Перспективы развития водоснабжения и канализации». — Тбилиси: Грузинский политехн. ин-т, 1985. — С. 93-95.
197. Петросов В.А., Агаджанов Г.К., Кобылянский В.Я. Биотестирование в системе процесса биоочистки воды //Микробиология и биотехнология очистки воды. — 1989. — С. 36-37.
198. Петросов В.А., Агаджанов Г.К., Назарьян Г.В. Выявление технически изношенных участков водопроводных сетей на основе анализа многолетней статистики повреждений // Тр. 52-го Междунар. коллокви. — Ильменау: Технический ун-т, 1997. — С. 54.
199. Петросов В.А., Агаджанов Г.К., Стулов В.В. Ресурсосбережение в водопроводноканализационном хозяйстве, опыт и практика для водоканалов Украины //Тез. докл. IV Междунар. конгр. «Вода, экология и технология» (ЭКВАТЭК-2000). — М., 2000. — С. 794-797.
200. Петросов В.А., Григорчук Ю.Н., Скрипец В.В. Использование метода рентгеноспектрального флуоресцентного анализа для контроля динамики элементного состава вод источников питьевого назначения //Тез. докл. XXIX Всес. гидрохим. совещ. «Состояние и перспектива развития методологических основ химического и биологического мониторинга поверхностных вод суши». — Ростов-на-Дону, 1987. — С. 63-64.
201. Петросов В.А., Кашпур А.Д., Василенко С.Л. Инвестиционная политика в водопроводноканализационном хозяйстве //Тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы водоснабжения и водоотведения» (Вода-99). — Одесса, 1999. — С. 13-16.
202. Петросов В.А., Кобылянский В.Я., Панасенко О.О. Геоінформатика в управлінні якістю питної води. — Харків: Основа, 2000. — 112 с.

203. Петросов В.А., Кобылянский В.Я. О проблеме техногенного загрязнения родников г. Харькова // Сб. докл. Междунар. конгр. «Экология, технология, экономика водопровода и канализации» (ЭТЭВК-99). — Ялта, 1999. — С. 41-42.
204. Петросов В.А., Кожушко С.Г. Проблема экономии воды и научно-технические решения на базе внедрения АСУ ТП водоснабжения // Наука и техника в городском хозяйстве. — 1980. — Вып. 44. — С. 9-12.
205. Петросов В.А., Колотило В.Д., Кобылянский В.Я. Адсорбция органических веществ активированным углем // Сб. докл. Междунар. конгр. «Экология, технология, экономика водоснабжения и канализации» (ЭТЭВК-99). — Ялта, 1999. — С. 44-46.
206. Петросов В.А., Колотило В.Д., Кобылянский В.Я. Проблемы внедрения нового СанПиН «Вода питна» // Тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы водоснабжения и водоотведения» (Вода-99). — Одесса, 1999. — С. 55-57.
207. Петросов В.А., Назарьян Г.В. Автоматизированная радиосистема сбора, обработки информации и оперативного управления территориально рассредоточенными объектами «АКВА-Р» // Тез. докл. III Междунар. выст.-семина. «Чистая вода Урала». — Екатеринбург, 1996. — С. 104.
208. Петросов В.А., Садыков А.С. Водоснабжению — единую техническую политику // Жилищное и коммунальное хозяйство. — 1978. — №7. — С. 17-18.
209. Петросов В.А., Садыков А.С., Агаджанов Г.К. Основы разработки метода оценки эффективности АСУ ТП водоснабжения // Наука и техника в городском хозяйстве. — 1981. — № 47- С. 7-12.
210. Петросов В.А., Чорний А.П. Насосы для коммунального хозяйства // Міське господарство України. — 1995. — №1. — С. 29-32.
211. Петросов В.А., Щербань Н.Г., Агаджанов Г.К. Оценка показателей санитарного состояния водоемов на примере реки Северский Донец // Тез. докл. Всес. науч.-практ. конф. «Санитарная охрана водоемов». — Пермь, 1985. — С. 49-50.
212. Поляков Г.П. Расчет экономии электроэнергии в насосных установках при введении частотно-регулируемого электропривода // Водоснабжение и санитарная техника. — 2001. — №1. — С. 30-34.
213. Попов Ю.И. Определение расположения точек разветвления в сети трубопроводов // Строительство трубопроводов. — 1974. — №12. — С. 21-24.
214. Попкович Г.С. Основы автоматики и автоматизации водопроводно-канализационных сооружений, 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. шк., 1975. — 359 с.
215. Поршнева В.Н. Экономический механизм рационального водопотребления // Водоснабжение и санитарная техника. — 1999. — №9. — С. 15-16.

216. Порядин А.Ф. Водоснабжение больших городов: некоторые особенности дальнейшего развития // Водоснабжение и санитарная техника. — 1999. — №9. — С. 6-8.
217. Постановление ЦК КПУ и Совета Министров УССР от 07.12.1979 г. «Про присудження Державних премій Української РСР в галузі науки і техніки 1979 р.»: за разработку и внедрение высокоэффективных научно-технических решений по повышению надежности водоснабжения городов и комплексной экономии водных, энергетических и материальных ресурсов / Петросов В.А. - руководитель работы, Магеря А.А., Шаповалов В.Н., Дашевский Е.В., Евдокимов А.Г., Ведерников В.В., Диденко К.И., Черепаха А.К., Таубе В.М., Шубов Г.С. // Зібрання Постанов Уряду УРСР. — 1980. - №12. — С. 6-7.
218. Правила пользования системами коммунального водоснабжения и водоотведения в городах и поселках Украины. Утв. Госжилкомхозом Украины 01.07.94. Введ. с 01.10.94 / Сост. Петросов В.А., Абрамович И.А., Кривцов А.Т., Ситницкая Э.А., Браун А.Я., Лысак В.Г., Львов В.М. — К., 1994. — 63 с.
219. Применение ЭВМ для расчета систем подачи и распределения воды / Гальперин Е.М., Зайко В.А., Поспелова М.М., Сомов М.А., Абрамов Н.Н., Болотников В.А. / Под ред. И.В. Прозорова. — М.: МИСИ, 1986. — 99 с.
220. Примин О.Г., Климиашвили Л.Д. Оценка и анализ надежности систем подачи и распределения воды // Матер. Всес. семин. «Обеспечение надежности систем хозяйственного питьевого водоснабжения». — М., 1989. — С. 4-10.
221. Приходько М.Г. Справочник инженера-синоптика. — Л.: Гидрометеиздат, 1986. — 327 с.
222. Прогноз изменения гидрогеологических условий под влиянием водохозяйственных мероприятий / Невечера И.К., Зеленцова Н.И., Померанцева Л.Г. и др. — М.: Недра, 1987. — 205 с.
223. Пшеничный Б.И., Данилин Ю.М. Численные методы в экстремальных задачах. - М.: Наука, 1975. — 319 с.
224. Расчет водопроводных сетей / Абрамов Н.Н., Поспелова М.М., Варапаев В.Н., Керимова Д.Х., Сомов М.А. — М.: Стройиздат, 1976. — 298 с.
225. Рауш Э. Фундаменты машин. — М.: Стройиздат, 1965. — 420 с.
226. Рациональное использование водных ресурсов / Яковлев С.В., Прозоров И.В., Иванов Е.Н., Губий И.Г. — М.: Высш. шк., 1991. — 400 с.
227. Рейзин Б.Л., Стражевский И.В., Шевелев Ф.А. Коррозия и защита коммунальных водопроводов. — М.: Стройиздат, 1979. — 398 с.
228. Рекомендации по количественному учету радиационного теплового воздействия элементов городской среды на человека для целей градостроительного проектирования. -

Ташкент: Среднеазиат. регион. науч.-исслед. ин-т (САНИИ) им. В.А. Бугаева, 1985. -100 с.

229. Рекомендации по проектированию систем автоматического регулирования (САР) водопроводных и канализационных насосных станций и создание типовых схем элементов этих САР: Заключ. отчет о НИР. Кн. 1-4. — М.: ВНИИ ВОДГЕО, 1984. — 310 с.

230. Роль среды и наследственности в формировании индивидуальности человека / Под ред. И.В. Равич-Щербо. — М.: Педагогика, 1988. — 336 с.

231. Рябченко И.Н. Моделирование процессов потокораспределения в системах подачи и распределения воды с использованием ПЭВМ. — Харьков: Основа, 1998. — 188 с.

232. Рябченко И.Н. Повышение эффективности эксплуатации систем водоснабжения в штатных режимах работы // Наук. вісн. будівництва. — 1999. — Вип. 7. — С. 169 — 172.

233. Рябченко І.М. Підвищення ефективності й надійності роботи систем водопостачання (проекування, реконструкція й експлуатація): Автореф. дис. ... докт. техн. наук: 05.23.04.- Харків: ХДТУБА, 2001. — 33 с.

234. Сборник задач по гидравлике. 4-е изд. / Под ред. В.А. Большакова. — К.: Вища шк., 1979. — 336 с.

235. Свинцов А.П., Скотников Ю.А. Пути устранения потерь в жилых зданиях // Водоснабжение и санитарная техника. — 1988. — №1. — С. 22-23.

236. Семчук Г.М. Стан та проблеми нормативно-правового забезпечення діяльності підприємств водопровідно-каналізаційного господарства України //Зб. доп. міжнар. конгр. «Екологія, технологія, економіка водопостачання та каналізації» (ЕТЕВК-2001). — Ялта, 2001. — С. 5-9.

237. Семчук Г.М. Сучасні проблеми очищення природних вод України та шляхи інтенсифікації роботи водоочисних споруд // Сб. докл. междунар. конгр. «Экология, технология, экономика водоснабжения и канализации» (ЭТЭВК-99). — Ялта, 1999. — С. 1-2.

238. Сидлер В.Г., Сумароков С.В., Чупин В.Р. Расчет послеаварийных гидравлических режимов // Водоснабжение и санитарная техника. — 1989. — №2. — С. 4-5.

239. Сиполс А.Э. Определение удельных потерь давления в стальных трубах / Водоснабжение и санитарная техника. — 1986. — №4. — С. 17

240. Сироткин В.П. Анализ различных методов экономического расчета диаметров водопроводных сетей / Строительство трубопроводов. — 1971. — №2. — С. 19-20.

241. Система водоснабжения: А.с. 1118754 СССР, МКИ 3 Е 03 В 7/04 / Бойко Э.Д., Евдокимов А.Г., Морозов С.В., Петросов В.А. (СССР). — №3580894/23-26; Заявлено 18.04.83; Опубл. 15.10.84, Бюл. №38. — 4 с.
242. Система управления электродвигателем насоса: А.с. 1373418 СССР, МКИ 4 В 01 Д 33/00 / Петросов В.А. (СССР). — №4010350/31-26; Заявлено 23.01.86; Опубл. 15.02.88, Бюл. № 6. — 4 с.
243. Система управления электродвигателями насоса: А.с. №1352096 СССР, МКИ 4 Р04 Э 15/00 / Петросов В.А., Шаталов Е.С., Коваленко В.Н., Горохов А.Г., Малишевский А.Н. (СССР). — №3916338/25-06; Заявлено 24.06.85; Опубл. 15.11.87, Бюл. №42. — 4 с.
244. Системный анализ и структуры управления / Под. ред. В.Г. Шорина. — М.: Знание, 1975. — 304 с.
245. Слисский С.М. Гидравлические расчеты высоконапорных гидротехнических сооружений. 2-е изд. — М.: Энергоатомиздат, 1986. — 304 с.
246. Смирнов Н.В., Дунин-Барковский И.В. Краткий курс математической статистики для технических приложений. — М.: Физматгиз, 1959. — 436 с.
247. СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика.- М.: Стройиздат, 1983. — 136 с.
248. СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия. — М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. -40 с.
249. СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. — М.: Стройиздат, 1985. — 136 с.
250. СНиП 11-23-81, часть II, глава 23. Нормы проектирования. Стальные конструкции. — М.: Стройиздат, 1982. — 96 с.
251. Споры о будущем: Окружающая среда / Рябчиков А.М., Альтшулер И.И., Горшков С.П. и др. / Под ред. А.М. Рябчикова. — М.: Мысль, 1983. — 175 с.
252. Спосіб очищення води та пристрій для його здійснення: Пат. 28514 А України, МКИ 6 С 02 Р1/22 / Петросов В.А. (Україна). — №97062579; Заявл. 03.06.97; Опубл. 16.10.2000, Бюл. №5-11. — 5 с.
253. Спосіб підвищення міцністких характеристик труб: Пат. 22960 А України, МКВ 6 Р 16 Б 9/18 / Петросов В.А. (Україна). — №«97020590; Заявл. 11.02.97; Опубл. 30.06.98, Бюл. №3. — 3 с.
254. Спосіб визначення водопровідної характеристики мережі. Пат. 31236А України, МКИ 6 Р 17 Э 5/02 / Чорний А.П., Петросов В.А., Байбула В.Ф. (Україна). — №«98073989; Заявл. 21.07.98; Опубл. 29.03.00, Бюл. №2, 15.12.00. Бюл. №7-11. — 4 с.
255. Способ определения концентрации хлорофилла и устройство для его осуществления: А.с. №«1659797 СССР, кл. О 01 №21/64 / Хомяков Г.В., Кобылянский

- В.Я., Агаджа-нов Г.К., Веселовский В.А., Маренков В.С. (СССР). - №4461241/25; Заявлено 18.07.88; Оpubл. 30.06.91, Бюл. №24. — 18 с.
256. Спосіб визначення наявності і кількості витоків в напірній мережі: Пат. 31235А України, МКИ 6 F 17 D 5/02 / Чорний А.П., Петросов В.А., Байбула В.Ф. (Україна). — №98073988; Заявл. 21.07.98; Оpubл. 29.03.00, Бюл. №2, 15.12.00. Бюл. №7-П. — 5 с.
257. Спосіб визначення робочого режиму насоса: Пат. 30922А України, МКИ 6 F 04 D 15/00 / Чорний А.П., Петросов В.А., Попков В.В. (Україна). — №98063208; Заявл. 19.06.98; Оpubл. 29.03.00, Бюл. №2, 15.12.00. Бюл. №7-П. — 4 с.
258. Спосіб получения биологически активного вещества растительного происхождения: Пат. 2001622 С Россия, МКИ 5 А 61 К 35/78 / Петросов В.А., Лapidус В.И., Корсунский Г.М. (Украина). — №5048833/14; Заявл. 17.02.92; Оpubл. 30.10.93, Бюл. № 39-40. - 10 с.
259. Спосіб управління насосною станцією: А.с. 1435835 СССР, МКИ 4 F 04 Д 15/00 / Петросов В.А. (СССР). — №4143191/25-26; Заявлено 05.11.86; Оpubл. 07.11.88, Бюл. №41. — 2 с.
260. Спосіб управління процесом роботи системи водоснабження: А.с. 1675507 СССР, МКИ Е 03 В 11/16 / Петросов В.А. (СССР). — №4650570; Заявлено 13.02.89; Оpubл. 07.09.91, Бюл. №33. — 4 с.
261. Спосіб управління роботою системи водоснабження: А.с. 1260460 СССР, МКИ 4 Е 03 В1/00 / Петросов В.А. (СССР). — №3765201/23-26; Заявлено 06.08.84; Оpubл. 30.09.86, Бюл. №36. — 4 с.
262. Справочник по автоматизированному электроприводу / Под ред. В.А. Елисеєва и А.В. Шиняковского. — М.: Энергоиздат, 1983. — 616 с.
263. Справочник по водным ресурсам / Под ред. Б.И. Стрельца. — К.: Урожай, 1987. — 304 с.
264. Справочник по гидравлике. 2-е изд. / Под ред. В.А. Большакова. — К.: Вища шк., 1984. — 343 с.
265. Справочник по гидравлическим расчетам. 5-е изд. / Под ред. П.Г. Киселева. — М.: Энергия, 1974. — 312 с.
266. Справочник по охране природы / Митрюшкин К.П., Берлянд М.Е., Беличенко Ю.П. и др. — М.: Лесная промышленность, 1980. — 352 с.
267. Сумароков С.В. Математическое моделирование систем водоснабжения. — Новосибирск: Наука, 1983. — 167 с.
268. Сухарев А.Г., Тимохов А.В., Федоров В.В. Курс методов оптимизации. — М.: Наука, 1986. — 326 с.

269. Таганян А.С. Иерархическая модель группового выбора // Экономика и математические методы. — 1980. — Т. 16. — Вып. 3. — С. 519-534.
270. Тарко А.М. Парниковый эффект и климат. Глобальное потепление и здоровье // Экология и жизнь. — 2001. — №1(18). — С. 48-49.
271. Таубе П.Р., Баранова А.Г. Химия и микробиология воды. — М.: Высш. шк., 1987. — 280 с.
272. Тевяшев А.Д., Ченчевой В.Г. Информационно-аналитическая система управления водопроводно-канализационным хозяйством региона // Зб. доп. Міжнар. конгр. «Екологія, технологія, економіка водопостачання та каналізації» (ЕТЕВК-2001). — Ялта, 2001. — С. 231-234.
273. Тевяшев А.Д., Ченчевой В.Г., Александров В.В. Системный подход к анализу и решению проблем развития и реконструкции региональных систем водоснабжения и водоотведения // Зб. доп. Міжнар. конгр. «Екологія, технологія, економіка водопостачання та каналізації» (ЕТЕВК-2001). — Ялта, 2001. — С. 228-231.
274. Температура воздуха на Украине / Под ред. Б.Н. Бабиченко. — Л.: Гидрометеоиздат, 1987. — 399 с.
275. Теория инвариантности и ее применение в автоматических устройствах // Тр. Первого Всес. совещ., 16-20 октября 1958 г. — М.: Изд. АН СССР, 1959. — 138 с.
276. Толлет И. Регулирование частоты вращения насосов с помощью преобразователя частоты «САМІ» фирмы «Стремберг» // Доклад на симпозиуме фирмы «Стремберг» 24 сентября 1981 г. — М., 1981. — С. 1-26.
277. Трильовська М.Р., Кузан М.В. Використання гідравлічної моделі програми БРАМБТ у м. Львові // Зб. доп. Міжнар. конгр. «Енергія, технологія, економіка водопостачання та каналізації» (ЕТЕВК-2001). — Ялта, 2001. — С. 23-25.
278. Тугай А.М., Терновцев В.Е. Водоснабжение: Курсовое проектирование. — К.: Вища шк., 1980. — 208 с.
279. Украинец Н.А. Оценка надежности водопроводных сетей // Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики. Вып. 9. - Иркутск, 1976. — С. 69-75.
280. Україна з космосу. Атлас дешифрованих знімків території України з космічних апаратів. 2-е вид. / Під ред. В.І. Лялька та О.Д. Федоровського. — К.: НАН України, 1999. — 34 с.
281. Устройство для аэрации водоемов: А.с. 1561930 сСССР, МКИ 5 А 01 К 63/04 / Петросов В.А. (СССР). — №4465113/30-13; Заявлено 05.05.88; Опубл. 07.05.90, Бюл. № 17. — 6 с.

282. Устройство для измерения биолюминесценции и химлюминесценции: А.с. №1549317 СССР, О 01 N 21/76 / Кобылянский В.Я., Агаджанов Г.К., Верниченко А.А. (СССР). — №4333671/24-25; Заявлено 27.11.87; Зарегистр. 08.11.89. — 6 с.
283. Устройство для отключения участка водовода: А.с. №1142606 СССР, МКИ Е 03 В 7/00 / Петросов В.А., Абрамович И.А., Невзоров М.М., Нестеров Ю.В., Ситницкая Э.А. (СССР). — 3567227/23-26; Заявлено 24.03.83; Оpubл. 28.02.85, Бюл. №8. — 4 с.
284. Устройство комплектное на основе автономных инверторов мощность 500 кВт для частотно-регулируемых электроприводов в серии ПЧТ ИЖКШ 656433.003-02 ТЭО. НПО «ХЭМЗ». — Харьков, 1986. — С. 58.
285. Фельдбаум А.А. Основы теории оптимальных автоматических систем. — М.: Наука, 1966. — 622 с.
286. Ферстер Э., Ренц Б. Методы корреляционного и регрессионного анализа: Пер. с англ. — М.: Финансы и статистика, 1983. — 302 с.
287. Фирсанов В.М. Архитектура гражданских зданий в условиях жаркого климата. - М.: Высш. шк., 1982. — 248 с.
288. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Т.III. — М.: Наука, 1970. — 656 с.
289. Фокс Д.А. Гидравлический анализ неустановившегося течения в трубопроводах. — М.: Энергия, 1981.- 247 с.
290. Хан Г., Шапиро С. Статистические модели в инженерных задачах: Пер. с англ. — М.: Мир, 1969. — 395 с.
291. Хоружий П.Д. Интенсификация работы систем подачи и распределения воды: Автореф. дис... докт. техн. наук: 05.23.04.- Л.: ЛИСИ, 1988. — 47 с.
292. Хоружий П.Д., Ткачук А.А. Определение гидравлических характеристик действующих трубопроводов: Экспресс-информ. — М.: Изд. Минводхоза СССР. Сер. 3. Вып. 5. — С. 9-15.
293. Хоружий П.Д., Ткачук А.А., Батрак П.И. Эксплуатация систем водоснабжения и канализации: Справочник. — К.: Будівельник, 1993. — 232 с.
294. Хоружий П.Д., Шарков М.В. Реконструкция систем водоснабжения: Проектирование и расчеты. — К.: Будівельник, 1983. — 144 с.
295. Храменков С.В. Московский водопровод и канализация в XXI веке // Водоснабжение и санитарная техника. — 1999. — №9. — С. 2-5.
296. Храменков С.В., Воронова Е.Ю. Потери воды от источника до крана // Водоснабжение и санитарная техника. — 2000. — №11. — С. 20-22.

297. Храменков С.В., Примин О.Г., Орлов В.А. Бестраншейные методы восстановления водопроводных и водоотводящих сетей. — М.: ТИМР, 2000. — 179 с.
298. Храменков С.В., Синицын М.И., Матвеев Ю.П. Пути повышения надежности водопроводных систем //Жилищно-коммунальное хозяйство. — 1991. — №3. — С. 26-28.
299. Цветков В.Я. Геоинформационные системы и технологии. — М.: Финансы и статистика, 1998. — 288 с.
300. Чебанов В.Б. Построение АСУ режимами работы насосных станций //Тез. докл. Четвертого междунар. конгр. «Вода: экология и технология» (ЭКВАТЭК-2000). — М., 2000. — С. 444-446.
301. Червякова Т.Б., Петросов В.А., Щеглов В.А. Опыт прогнозирования азотсодержащих веществ в воде водоема // Сб. науч. тр. Харьк. мед. ин-та «Гигиена внешней и производственной среды». — Харьков: ХМИ, 1982. — С. 57-58.
302. Чимекин Я.Г., Клюев В.И., Сандор А.С. Теория автоматизированного электропривода. — М.: Энергия, 1979. — 616 с.
303. Чиняев И.А. Лопастные насосы: Справочное пособие. — Л.: Машиностроение, 1973. — 184 с.
304. Чистякова С.Б. Охрана окружающей среды. — М.: Стройиздат, 1988. — 268 с.
305. Чупин В.Р. Оптимизация развивающихся систем подачи и распределения воды: Автореф. дис. ... докт. техн. наук: 05.23.04. — М.: ВНИИ ВОДГЕО, 1991. — 42 с.
306. Шевелев А.Ф. Исследование эксплуатационных свойств стеклянных трубопроводов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.04. — М.: ВНИИ ВОДГЕО, 1977. — 23 с.
307. Шевелев А.Ф. Формулы для расчета водопроводных труб //Водоснабжение и санитарная техника. — 1983. — №3. — С. 25-26.
308. Шевелев Ф.А. Исследование основных гидравлических закономерностей турбулентного движения в трубах. — М: Госиздат лит. по строительству и архитектуре, 1953. — 204 с.
309. Шевелев Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых и стеклянных водопроводных труб. 5-е изд., перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1973. — 112 с.
310. Шевелев Ф.А., Орлов Г.А. Водоснабжение больших городов зарубежных стран. - М.: Стройиздат, 1987. — 351 с.
311. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб: Справочное пособие. — М.: Стройиздат, 1984. — 111 с.

312. Шевченко М.А., Таран П.Н., Гончарук В.В. Очистка природных и сточных вод от пестицидов. — Л.: Химия, 1989. — 184 с.
313. Шеренков И.А. Прикладные плановые задачи гидравлики спокойных потоков. — М.: Энергия, 1978. — 240 с.
314. Шикломанов И. Глобальные изменения климата // Курьер ЮНЕСКО, июль 1993. — С. 29-31.
315. Шкроб М.С., Вихрев В.Ф. Водоподготовка. — М.: Энергия, 1973. — 416 с.
316. Шуберт С.А., Орлов Г.А., Антонова О.Я. Проблемы повышения надежности систем хозяйственно-питьевого водоснабжения // Водоснабжение и санитарная техника. — 1993. — №4. — С. 2-5.
317. Шушкевич Е.В. Повышение надежности системы водоснабжения в г. Москве // Водоснабжение и санитарная техника. — 1999. — №9. — С. 21-23.
318. Эгильский И.С. Автоматизированные системы управления технологическими процессами подачи и распределения воды. — Л.: Стройиздат, 1988. - 216 с.
319. Экология города / Под ред. Ф.В. Стольберга. - К.: Либра, 2000. — 464 с.
320. Электропривод переменного типа с индукторной муфтой скольжения. ТО 08.99.04.-69. — М.: Информэлектро, 1969. — 18 с.
321. Юдин М.Ю. Опыт создания и эксплуатации модели системы подачи и распределения воды Санкт-Петербурга // Тез. докл. Четвертого Междунар. конгр. «Вода: экология и технология» (ЭКВАТЭК-2000). — М., 2000. — С. 800-801.
322. Юревич Е.И. Теория автоматического управления. — Л.: Энергия, 1975. — 416 с.
323. Яковлев С.В. Технологические проблемы очистки природных и сточных вод // Сб. докл. Междунар. конгр. «Экология, технология, экономика водоснабжения и канализации» (ЭТЭВК-99). — Ялта, 1999. — С. 7-8.
324. Яншин А.Л. Потепление климата и другие глобальные экологические проблемы на пороге XXI века // Экология и жизнь. — 2001. — №1(18). — С. 42-43.
325. 21st International Water Supply Congress and Exhibition Reports. — Madrid, 1997. — 1336 p.
326. Analytical methods: Trihalomethanes. Fed. Reg. (Aug. 1993). — USEPA, 1993.
327. Arnell N. Global warming, river flows, and water resources. — Chichester, England: John Wiley & Sons, 1996. — 254 p.
328. Colebrook G.F., White C.M. Experiments with fluid friction in roughened pipes // Proc. Royal Soc. Lond ser. A. — 1937. — Vol. 161, №906.

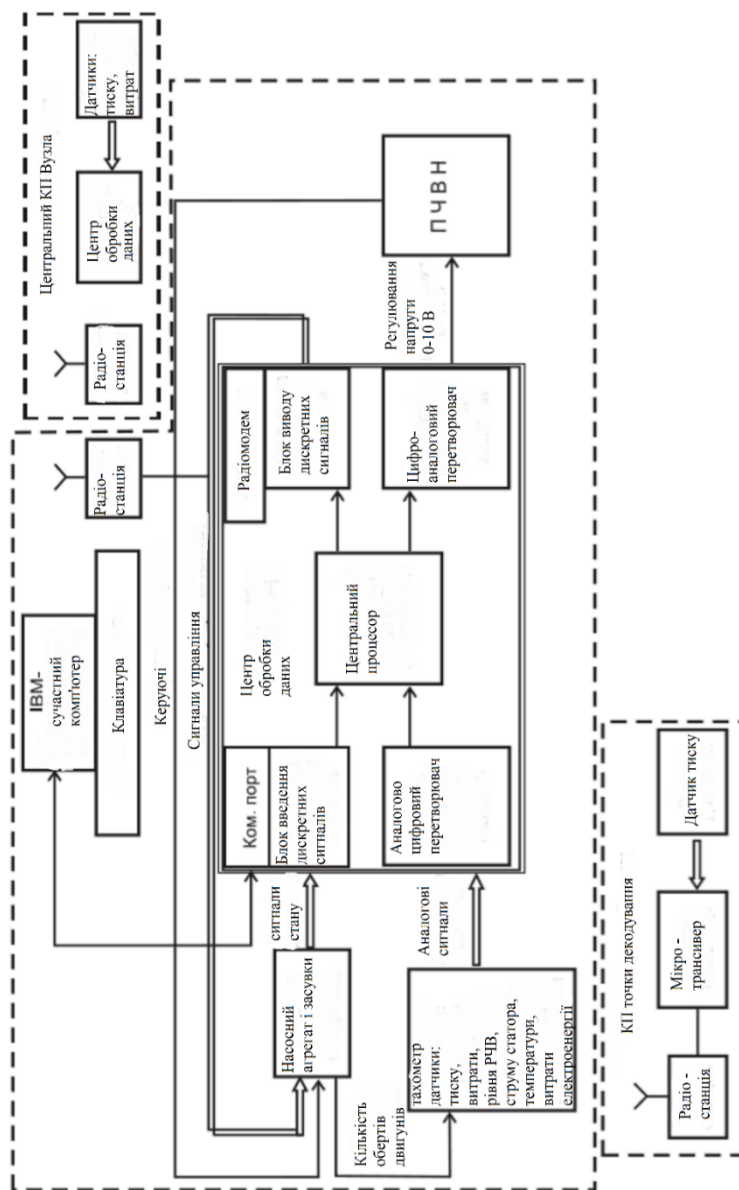
329. Conway R.A. Environmental risk analysis of chemicals. — New York: Van Nostrand Reinhold, 1981. — 23 p.
330. Water Treatment Handbook, Vol. 1, 2., Sixth Edition, Degremont, 1991. — 1459 p.
331. Mutschman J., Stimmlmayr F. Taschenbuch der Wasserversorgung, 1999. — 315 p.
332. Drinking water and health. — Washington, DC: National Academy Press, 1977. - Vol. 1. -P. 793-856.
333. Gleick P. Regional hydrologic consequences of increases in atmospheric carbon dioxide and other trace gases // Climatic Change. — 1987. — Vol. 10. — №2. — P. 137-148.
334. Gleick P.H. Climate change, hydrology, and water resources //Rev. Geophysics. — 1989. — Vol. 27. — №2. — P. 329 — 341.
335. Manual of British water engineering practice. — Inst. Water Engineers, 1961. — 117 p.
336. Internal corrosion of water distribution systems. — New York: AWWA, 1996. — 586 p.
337. IPCC. Climate Change 1995: Impacts, Adaptations, and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. Contribution of Working Group 2 to Intergovernmental Panel on Climate Change, Chapters 10 and 14. Cambridge Univ. Press, Cambridge, England, 1996.
338. IPCC. Climate Change 1995: The Science of Climate Change. Contribution of Working Group 1 to Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge Univ. Press, Cambridge, England, 1990.
339. IPCC. Climate Change: The IPCC Scientific Assessment. Rept. of Working Group 1 to Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge Univ. Press, Cambridge, England, 1990.
340. Reports of Second World Climate Conference. — Geneva, 1991. — 445 p.
341. De Zuane J. Handbook of Drinking Water Quality, 2nd edition. — New York: John Wiley & Sons, 1997. — 575 p.
342. Krascall J.B. On the shortest spanning subtree of a graph and travelling salesman problem //Proc. Amer. Soc. — 1956. — P. 48-50.
343. Lamont P.A. Common pipe flow formulas compared with the theory of roughness // Journal AWWA. — 1981. — Vol. 5. — P. 39-51.
344. Lamont P.A. Formulas for Pipeline Calculations //Int. Water Supply Congress Reports. — 1983. — P. 1952-1955.
345. Mays L.W. Hydraulic Design Handbook. — New York: McGRAW-Hill, 1999. — 1320 p.
346. Lettenmaier D.P., Gan T.Y. Hydrologic sensitivities of the Sacramento-San Joaquin river basin, Calif., to global warming //Water Resources Res. — 1990. - Vol. 26, №1. — P. 69.

347. Meehl G.A., Branstator G.W., Washington W.M. Tropic pacific interannual variability and CO2 climate change // Jour. Climate. — 1993. — Vol.6. — P. 42.
348. Mimikou M.A., Kouvopoulos Y.S. Regional Climate Change Impacts. I: Impacts on Water Resources //Hydrolog. Sci. Jour. — 1991. — Vol. 36. №3. — P. 247.
349. Munn R.E. Global Environment Monitoring System //SCOPE Report. — 1973. - №3. — 130 p.
350. Nash L, Gleick P. The Colorado River Basin and Climatic Change: The Sensitivity of Stream Flow and Water Supply to Variations in Temperature and Precipitation. EPA/230/R-93/009, Washington, 1993.
351. Drinking water and health. — Washington, DC: National Academy Press, 1977. - Vol. 3. — P. 5-66.
352. National Primary Drinking Water Regulations; Radionuclides; Proposed Rule. Fed. Reg. (July 18, 1991). Notice of Correction to Proposed Rule. Fed. Reg. (Sep. 3, 1991). Notice of Extension. Fed. Reg. (Oct. 18, 1991). — USEPA, 1991.
353. Noda A., Tokioka T. The Effect of doubling the CO2 concentration on convective and nonconvective precipitation in a general circulation model with a simple mixed-layer ocean // Jour. Meteorol. Soc. Japan. — 1989. — Vol. 67. — P. 1055 - 1072.
354. Proposed Guidelines for Carcinogen Risk Assessment Request Comments. Fed. Reg. - USEPA, 1984. — Vol. 4, №7.
355. Rind D. Potential evapotranspiration and the likelihood of future drought //Jour. Geophys. Rev. - 1990 . - Vol. 95. - P. 9983.
356. Harberg R.J. Planning and managing reliable urban water systems. — New York: AWWA, 1997. — 237 p.
357. Schneider S.H., Gleick P.H., Mearns L. Prospects for Climate Change. Climate Change and US Water Resources. — New York: John Wiley & Sons, 1990.
358. Steel E.W., McGhee T.J. Water Supply and Sewerage, Fifth Edition. — Formerly University of Texas, Tulane University: McGRAW-Hill, 1979. — 665 p.
359. Sucumu Kawamura. Integrated Design and Operation of Water Treatment Facilities. - New York: John Wiley & Sons, 2000. — 683 p.
360. Tokioka T. A transient CO2 experiment with the MRI CGCM — Quick Report // Jour. Meteorolog. Soc. Japan. — 1995. — Vol. 74. — P. 817.
361. Васильев Н.В., Мальцев В.И., Коваленко В.Н., Шубик В.М., Москаленко В.Ф., Волянский Ю.Л., Коляда Т.И., Пономаренко В.М., Парамонов З.М. Медико-социальные последствия ядерных катастроф (Семипалатинск — Алтай, Южный Урал, полигон «Северный — Новая Земля», Чернобыль). К: «Здоровье», 1999, 296 с.

362. Water Supply and Sewerage, Fifth, Edition E.W. Steel, Formerly University of Texas, Terence J. McGhee. Tulane University, 665 p.
363. Degremont Water Treatment Handbook, Volume 1; 2; Sixth Edition, 1991, 1459 p.
364. American Water Works Association Journal, March 1994 — August 1999.
365. 21st International Water Supply Congress and Exhibition, Madrid, 20-26 September, 1997.
366. Handbook of Drinking Water Quality, 2nd Edition, John De Zuane. P.E., 1997, 575 p.
367. Петросов В.А., Агаджанов Г.К., Кобылянский В.Я., Хомяков Г.В. Биотестирование в системе процесса биоочистки воды //Микробиология и биотехнология очистки воды. К: Знание, 1989. — С. 36-37.
368. Информационно-графические компьютерные технологии управления инженерными сетями предприятий, городов и регионов / Под редакцией Н.И.Самойленко. — Златоуст: Челябинский Дом печати, 1996. — 232 с.

ДОДАТОК А

Структурна схема роботи насосного агрегату, керованого контролером



ДОДАТОК Б ПРЕЗЕНТАЦІЯ

КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ДВИГУНАМИ В СИСТЕМІ ВОДОПОСТАЧАННЯ



СІНЕЦЬКИЙ В. О. КІ-17ДМ
НЕДЗЕЛЬСЬКИЙ Д. О. К.Т.Н., ДОЦЕНТ

В останні роки збільшилася будівництво багатоповерхових будинків: житлового, адміністративного та громадського призначень, велика частина яких виконана не по типовим проектам. Використання сучасних матеріалів і технологій будівництва дозволяє зводити будівлі, як незвичайної форми, так і великої поверховості. Для будівель відрізняються складністю архітектурно-будівельної частини, що включають в себе велику кількість автоматики і насосів, виникає питання забезпечення надійного функціонування інженерних систем життєзабезпечення.

Широке використання автоматики часом ускладнює такі системи, створюючи складності при налагодженні і експлуатації автоматизованих систем, тому вирішуючи питання оптимізації гідравлічної складової систем водопостачання, необхідно на стадії проектування, правильно і грамотно підбирати алгоритм роботи автоматики. Необхідна її злагоджена робота у всіх встановлених системах: гарячого, холодного водопостачання, опалення.



Система водопостачання являє собою комплекс споруд для забезпечення певної (даної) групи споживачів (даного об'єкта) водою в необхідних кількостях і необхідної якості. Крім того, система водопостачання повинна мати певний ступінь надійності, тобто забезпечувати постачання споживачів водою без неприпустимого зниження встановлених показників своєї роботи щодо кількості або якості води, що подається (перерви або зниження подачі води або погіршення її якості в неприпустимих межах).

Система водопостачання (населеного місця або промислового підприємства) повинна забезпечувати отримання води з природних джерел, її очищення, якщо це викликається вимогами споживачів, і подачу до місць споживання. Для виконання цих завдань служать наступні споруди, що входять зазвичай до складу системи водопостачання:

- водозабірні споруди, за допомогою яких здійснюється прийом води з природних джерел;
- водопідіймальні споруди, тобто насосні станції, що подають воду до місць її очищення, зберігання або споживання;
- споруди для очищення води;
- водоводи і водопровідні мережі, службовці для транспортування і подачі води до місць її споживання;
- башти та резервуари, які відіграють роль регулюючих і запасних ємностей в системі водопостачання.



Система водопостачання являє собою комплекс споруд для забезпечення певної (даної) групи споживачів (даного об'єкта) водою в необхідних кількостях і необхідної якості. Крім того, система водопостачання повинна мати певний ступінь надійності, тобто забезпечувати постачання споживачів водою без неприпустимого зниження встановлених показників своєї роботи щодо кількості або якості води, що подається (перерви або зниження подачі води або погіршення її якості в неприпустимих межах).

Система водопостачання (населеного місця або промислового підприємства) повинна забезпечувати отримання води з природних джерел, її очищення, якщо це викликається вимогами споживачів, і подачу до місць споживання. Для виконання цих завдань служать наступні споруди, що входять зазвичай до складу системи водопостачання:

- водозабірні споруди, за допомогою яких здійснюється прийом води з природних джерел;
- водопідіймальні споруди, тобто насосні станції, що подають воду до місць її очищення, зберігання або споживання;
- споруди для очищення води;
- водоводи і водопровідні мережі, службовці для транспортування і подачі води до місць її споживання;
- башти та резервуари, які відіграють роль регулюючих і запасних ємностей в системі водопостачання.



На підставі раніше проведених досліджень, відомо, що при збільшенні висоти будівлі з 5 до 60 поверхів, енерговитрати на підйом води одному споживачеві зростають з 21 до 650 кДж / потр., А на подачу в будівлю з урахуванням зростання кількості споживачів з 3,15 МДж до 292 МДж енергії.

Резерви економії і ефективного використання ресурсів в системах холодного і гарячого водопостачання, обчислені на основі соціальної потреби у воді.

	Вода л / чел. сут. %			Теплота МДж/чел.сут. %	Електроенергія Вт /чел. %
	общ.	хол.	гор.		
Потребление	305	180	125	26,12	0,69
%	100	100 (59)	100 (41)	100	100
Потребность	140	65	75	15,68	0,32
%	46	36	60	60	46
Резерв	165	115	50	10,44	0,34
%	54	64	40	40	54

Ресурси в господарсько-питному водопроводі житлових будинків

Водоспоживання промисловими підприємствами.

Технологічне водоспоживання	Перех. одн. добова і нерівномірності	Необхідні напори	Число працюючих			Відсоток працюючих в гарячих цехах	Відсоток робочих користуються душем	Відсоток працюючих в холодних цехах	Відсоток робочих користуються душем	Число робочих на одну душу в сітці
			1 см	2 см	3 см					
м3 / с	коэф.	м	чол.	чол.	чол.	%	%	%	%	чол.
1						7	8	9	10	11
Промислове підприємство №1										
Q1 - 0,34	1	0	400	300	100	5	100	95	25	8
Q2 - 0,031	1	0								

Виявити значущі кореляційні зв'язки між питомою середньодобовим водоспоживанням міст q_i і різними факторами x_i (i - номер фактора), визначити їх спрямованість і оцінити тісноту кореляції.

$$R_{q_i x_i} = \frac{S_{q_i x_i}}{\sigma_{q_i} \sigma_{x_i}}$$

Вибір системи водопостачання

Проектована система водопостачання - I категорії забезпеченості подачі води при чисельності населення понад 50 тис. Чоловік (60000 чоловік в нашому випадку).

На підставі аналізу обсягів споживання води окремими категоріями споживачів в проєкті прийнята об'єднана господарсько-питна, виробнича і протипожежна система водопостачання міста і промислових підприємств. При цьому планується більшу частину виробничого водоспоживання підприємств забезпечити за рахунок використання оборотних систем водопостачання.



Проектована система водопостачання I категорії забезпеченості подачі води характеризується:

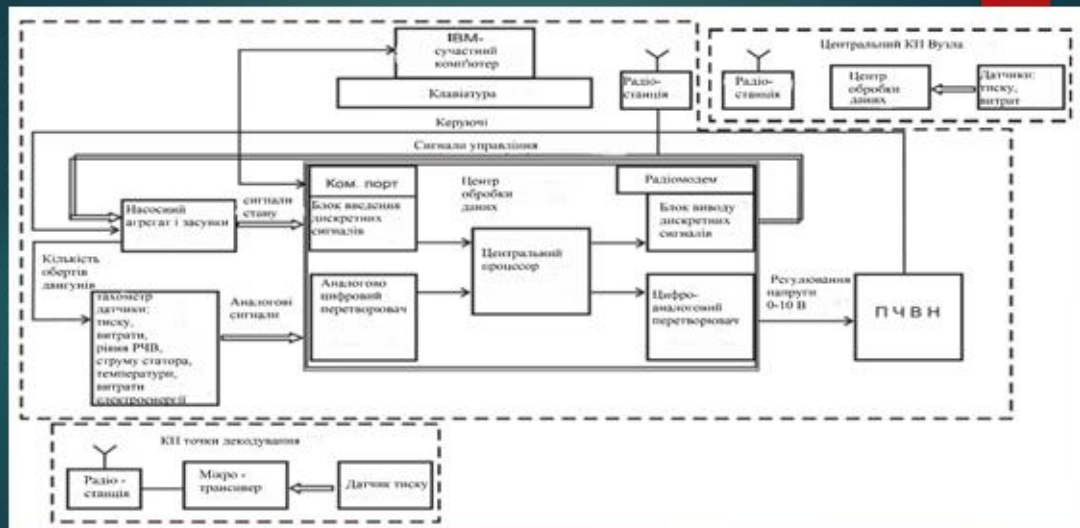
- По виду джерела водопостачання - з використанням поверхневих вод (річка);
- За способом подачі води - напітальна (вода споживачам подається насосами);
- За призначенням - об'єднана (господарсько-питна, виробнича, протипожежна);
- За видами об'єктів, що обслуговуються - міська;
- За територіальним охопленням водоспоживачів - централізована, забезпечує водою всіх споживачів, розташованих в місті;
- За характером використання води - прямоточна (вода після однократного використання транспортується в систему водовідведення); для підприємств застосовується зворотній система водопостачання, при цьому для поповнення оборотних систем застосовується повторне використання води (з технологічного циклу).

№ п/п	Статті витрат	Витрати		
		Усього	на 1м3	у % к попередній
		тис. грн	грн	%
1	2	3	4	5
1	Матеріали (зімні ресурси)	5664	0.13	3626
2	Виробнича експлуатація	3702	0.08	2472
3	Виробнича палива	0		
4	Зарплата виробничих робітників	255	0.02	2.71
5	Нарахування на зарплату	222	0.01	1.47
6	Амортизаційні відрахування	3361	0.07	22.44
7	Ремонтний фонд	156	0.01	1.04
8	Цікові й амортизаційні витрати	1427	0.03	10.22
	Разом:	14970	0.35	100%

Кошторис експлуатаційних витрат

- Техніко-економічні показники за проектом:
- чисельність населення - ~ 60000 чол.
- добова продуктивність системи - 42421 м3 / добу
- протяжність мереж- 17,8 км
- протяжність водоводів - 3,94 км
- кошторисна вартість будівництва - 37791 тис. Грн.
- кап. вкладення на 1 м3 добової продуктивності - 0,89 тис.грн.
- кап. вкладення на 1 жителя - 0,32 тис.грн.
- річні експлуатаційні витрати - 14970 тис. Грн.
- собівартість 1 м3 води - 0,35 грн.

Структурна схема роботи насосного агрегату, керованого контролером



Вибір системи електроприводу насосів

Насоси відносяться до числа механізмів з тривалим режимом роботи і постійним навантаженням. При відсутності електричного регулювання швидкості в насосних агрегатах невеликої потужності зазвичай застосовують асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором, що живляться від мережі 380 В. Для приводу насосів потужністю понад 100кВт встановлюють асинхронні і синхронні двигуни на 6 і 10 кВ з прямим пуском, тобто з включенням на повну напругу мережі.

Для відцентрового насоса особливо важливим є правильний вибір кутової швидкості двигуна, т. К. Продуктивність насоса (Q), створюваний ним напір (H), момент (M) і потужність (P) на валу двигуна залежать від кутової швидкості ω. Для одного і того ж насоса значення Q1, H1, M1 і P1 при швидкості ω1 пов'язані зі значеннями Q2, H2, M2 і P2 при швидкості ω2 співвідношеннями:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2}$$

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{M_1}{M_2} = \frac{\omega_1^2}{\omega_2^2}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{\omega_1^3}{\omega_2^3}$$

При аварійному відключенні робочого насоса або недостатності його продуктивності, рівень рідини в резервуарі буде підвищуватися. Коли він досягне електрода Е3 датчика ДУ, отримає харчування котушка реле РУ2. Реле спрацює і включить магнітний пускач ПМ2; включиться двигун М2 резервного насоса. Відключення резервного насоса відбудеться при падінні рівня рідини нижче електрода Е1.

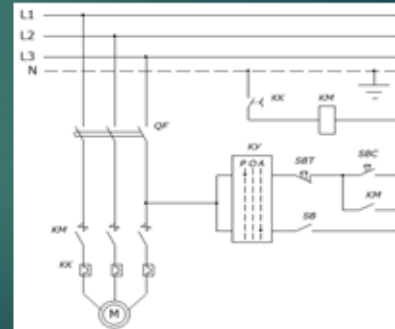


Схема автоматизації роботи насоса

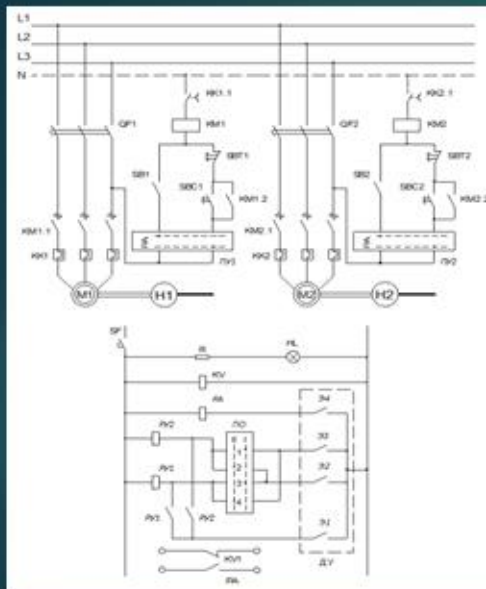
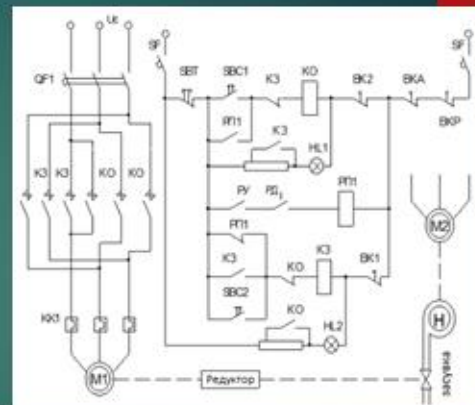


Схема автоматичного управління двома насосами.

Замикання контакту вимикача ВКА проводиться оператором при ручному закриванні засувки.



Електросхема автоматичного управління засувкою насосного агрегату.


Визначаємо потужність електродвигунів:

$$P_{дв} = k_3 \frac{\rho g Q (H_c + \Delta H)}{\eta_{нап} \eta_{п}} 10^{-3}$$


де ρ - щільність рідини, що перекачується кг / м³.
 g - прискорення вільного падіння - 9,81 м / с.
 Q - продуктивність насоса - 60 м³ / год (0,0166 м³ / с).
 H - статистичний напір, обумовлений як сума висоти всмоктування і нагнітання: $h_v + h_n = 8 + 20 = 28$ м.
 ΔH - втрати напіру в трубопроводі насосної установки - 1,2 м.
 k_3 - $\eta_{ном} = 0,7$, $\eta_{п} = 0,9$
 $k_3 = 1,2$

Тип двигуна	Р _{ном} кВ	П _{ном} об/хв	I _{ном} А	$\eta_{ном}$ %	cosφ _{ном}	$\frac{I_{п}}{I_{ном}}$	$\frac{M_{п}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{дв}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{дв}}{M_{ном}}$	Jp ^{кг/м}	Маса кг
АИР250М6	5,5	975	101	98,5	0,86	6,5	1,5	2,3	1,4	1,1	420

Електродвигун типу АИР250М6.



Згідно з завданням (де $n = 950$ об / хв, $P = 1,5$ кВт) вибираємо електродвигун напірної засувки типу АИР90Л6.



Тип двигател	Р _{ном} кВ	П _{ном} об/ми	I _{ном} А	$\eta_{ном}$ %	cosφ _{ном}	$\frac{I_{п}}{I_{ном}}$	$\frac{M_{п}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{дв}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{дв}}{M_{ном}}$	Jp ^{кг/м}	Маса кг
АИР90Л6	1,5	950	4,1	76	0,72	6	2	2,2	1,6	0,0073	16,9

Дані електродвигуна

Згідно з завданням (де $n = 1420$ об / хв, $P = 2,5$ кВт), вибираємо електродвигун вакуум-насосної установки вибираємо типу АИР100S4.

Тип двигуна	Р _{ном} кВ	П _{ном} об/ми	I _{ном} А	$\eta_{ном}$ %	cosφ _{ном}	$\frac{I_{п}}{I_{ном}}$	$\frac{M_{п}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{дв}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{дв}}{M_{ном}}$	Jp ^{кг/м}	Маса кг
АИР100S4	2,4	1420	7	82	0,83	5	2	1,6	2,2	0,0087	21,6

Електродвигун АИР100S4

Специфікація на обладнання:

Визначаємо струм електродвигуна:
 $I_p = (P_{e.d.103}) / (1.73 \times U_{xc} \cos \phi_{xh})$;
 $I_p = (55 \times 103) / (1.73 \times 380 \times 0.86 \times 0.96) = 101.34 \text{ А}$.
 Визначаємо допустимий струм кабельної лінії живильної електродвигун АІР250М6 $I_{доп} = 19 \text{ А}$. Приймаємо перетин 4 / х жильного кабелю Б рівним 50 мм². вибираємо кабель з алюмінієвими жилами і пластмасовою ізоляцією марки АВВГ 4х50.



Схематичне позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
Електродвигуни.			
M1, M2	Електродвигуни насоса АІР250М6, P = 55 кВт	2	
M3	Електродвигуни напірної засувки АІР90L6, P = 1,5 кВт	1	
M4	Електродвигателі напірної задвижки АІР90L6, P=1,5 кВт	1	
Електроапарати.			
KK1 – KK2.2	Електромагнітне реле	2	
KM1 – KM2.1	Магнітний пускач	2	
QF1, QF2	Автоматичний вимикач	2	
SB1, SB2	2		
SBC1, SBC2	Кнопковий контакт «пуск»	2	
SBT1, SBT2	Кнопковий контакт «стоп»	2	
ПУ1, ПУ2 (SA)	Перемикач управління		
SF	Вимикач автоматичний		
R	Опір		
HL	Лампа світлова		
KV, KV1	Реле напруги		
PA (KA)	Реле струму		
PY1, PY2 (KL)	Реле проміжки		
ПО (SA)	Перемикач відключення		
DV	Електронний датчик різниці		

Висновки:

1. Розроблено метод двоконтурного керування насосними станціями в системах ПРВ, наведені результати впровадження даного методу в системі ПРВ для Рубіжного. Проведено експеримент з імітацією аварії, в якому використання розробленого методу дозволило не тільки визначити факт аварії, але і досить точно визначити місце аварії.
2. Показано, що найбільш ефективним за енерговитратами способом управління режимом функціонування насосної станції є активний спосіб управління на базі зміни частоти обертання валу робочого колеса насоса.
3. Запропоновано новий принцип реалізації другого контуру управління, заснований на вимірах напору у вузлах фрагмента системи ПРВ з подальшою спеціальною обробкою отриманих результатів вимірювань.
4. Розроблено та реалізовано на практиці алгоритм обробки цих вимірів, що дозволяє зафіксувати не тільки факт аварії, але і орієнтовний місце цієї аварії.
5. Описано і реалізований метод стабілізації напору в дистантній мережі з контролем і визначенням зони аварії, яка визначається другим контуром управління.
6. Експериментом ініційована аварія, під час якої була випробувана робота другого контуру управління. Розроблена і реалізована система відпрацювала (по силени) цю аварію і з точністю до 1 км² визначила зону аварії.
7. Сформульовано два основні етапи вдосконалення управління діючими системами ПРВ: планування водорозподілення; оперативне управління.
8. Математично сформульовані критерії якості та ефективності функціонування СПРВ, що дозволяють оперативно реагувати на виникнення позаштатних ситуацій.
9. Сформульовано і вирішено такі завдання, характерні для двох останніх етапів: оптимізація роботи насосних станцій при їх спільній роботі на мережу; оптимізація режиму роботи насосної станції; ідентифікація стану водорозподілення.
10. Розглянуто різні способи підвищення надійності і ефективності виконаного функціонування системи ПРВ шляхом вибору їх раціональної структури.
11. Обґрунтовано структура регіональної системи ПРВ (гравітаційно-напірний місцевий водогін з лінійним підключенням насосних станцій), при якій завдання оперативного управління зводиться до стабілізації напору в дистантній мережі. При цьому доведено, що завдання ідентифікації стану водорозподілення в цьому випадку зводиться до знаходження середніх значень її параметрів. Наведено рішення цього завдання для Олександрівського житлового масиву.
12. Запропонований і реалізований на практиці (в житловому масиві Олександрівка) метод оперативного управління водопостачанням відрізняється простої та реалізує завдання управління режимом роботи насосних станцій за критерієм мінімальних сумарних надлишкових напорів, зрівняти їх до стабілізації напору в дистантній мережі.