

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ПРИЛАДОБУДІВНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

«На правах рукопису»
УДК 621.317.08

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
В.С. Сременко
" " 2019р.

Магістерська дисертація

зі спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»
на тему: «Інформаційно-вимірювальна система якості питної води»

Виконала: студентка II курсу, групи ВВ-81мп
Лаптічук Катерина Володимирівна

Науковий керівник
к.т.н., доцент, Павлишин М. М.

Консультант з розділу «Розробка стартап-проектів»
д.е.н., доцент Бояринова К.О.

Рецензент
к.т.н, доцент, Самарцев Ю.М.

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних
посилань.
Студент

Київ – 2019 року

Анотація

У магістерській дисертації розроблено інформаційно-вимірювальну систему та програмне забезпечення, як невід'ємна складова мобільної лабораторії екологічного моніторингу якості води. Система дозволяє вимірювати та аналізувати якість води за наступними параметрами:

1. Температуру води в діапазоні від +4 до +90 °C .
2. Мутність води від 0 до 25 НОК .
3. Водневий показник рН від 0 до 14 рН.
4. Концентрацію солей в діапазоні від 500µS/см до 200 мS/см.

Проведено ретельний аналіз існуючих рішень та методів реалізації операцій вимірювання якості води для температури, мутності, водневого показника та концентрації солей. Для розробки системи обрано найбільш раціональні технічні засоби з точки зору забезпечення необхідної точності та вартості готового продукту.

Система дозволяє в автоматичному режимі накопичувати інформацію про значення параметрів якості води і по заданому алгоритму передавати її на ЕОМ центральної метеостанції, де відбувається формування висновку на основі від 1 до 40 значень отриманих вимірювань чотирьох параметрів якості води відповідно до вимог ДСТУ 7525:2014.

Обрані алгоритми функціонування інформаційно-вимірювальної системи дозволяють оперативно надавати операторам якості води достовірну, точну і повну інформацію для прийняття управлінських рішень.

Магістерська дисертація проект має __ сторінок та 5 плакатів.

Abstract

The master's thesis developed information-measuring system and software as an integral part of the mobile laboratory for environmental monitoring of water quality. The system allows to measure and analyze water quality according to the following parameters:

5. Water temperature in the range from +4 to +90 ° C.
6. Water turbidity from 0 to 25 NOC.
7. Hydrogen pH from 0 to 14 pH.
8. The concentration of salts in the range from 500 μ S / cm to 200 mS / cm.

A thorough analysis of existing solutions and methods of implementation of water quality measurement operations for temperature, turbidity, hydrogen index and salt concentration was carried out. The most rational technical means were chosen for the development of the system in terms of ensuring the required accuracy and cost of the finished product.

The system allows to automatically accumulate information about the values of water quality parameters and to pass it to the computer of the central meteorological station, where a conclusion is drawn based on from 1 to 40 values of the obtained measurements of four water quality parameters in accordance with the requirements of ДСТУ 7525: 2014.

The selected algorithms for the operation of the information-measuring system allow to provide operatively the water quality operators with reliable, accurate and complete information for making management decisions.

The master's thesis has ___ pages and 5 posters.

ВСТУП

Дана робота виконується основі завдання магістерської дисертації на тему «Інформаційно-вимірювальна система якості питної води» затвердженого кафедрою інформаційно-вимірювальної техніки від 10.02.2019 р.

Починаючи з ХХІ століття однією з найважливіших проблем розвитку людської цивілізації стала екологічна проблема. Питання чистоти повітря, води та ґрунтів турбують багатьох і досі.

Вода 61% річок України оцінюється як сильно забруднена, і тільки у 3% вода задовільної чистоти. У більшості випадків, де немає водопостачання, немає і каналізації. Оскільки верхній шар ґрунтових вод розташований на глибині від 3 до 20 м, то саме там накопичуються «продукти» людської діяльності в набагато більшій концентрації, ніж у поверхневих водах.

Найгірша ситуація у 2018 році з якістю питної води з систем централізованого водопостачання за санітарно-хімічними показниками була у Луганській, Миколаївській, Полтавській, Рівненській, Житомирській, Запорізькій областях, а за мікробіологічними показниками – у Рівненській, Закарпатській, Тернопільській, Вінницькій, Хмельницькій, Миколаївській, Одеській, Івано-Франківській областях, де показники були у півтора рази і більше від середніх величин по країні.

Підземні води в зоні впливу основних осередків забруднені хлоридами, сульфатами, нітратами, аміаком, роданідами, фенолами, нафтопродуктами, марганцем, свинцем, стронцієм у кількостях, що в окремих випадках, у декілька разів перевищували норми ГДК. За звітній період 2015 – 2017 рр. відмічається зростання нітратного забруднення ґрунтових вод внаслідок ненормованого використання в колективних господарствах та у приватному секторі мінеральних та, особливо, органічних добрив. У 2016 р. питома вага досліджених проб питної води з джерел децентралізованого водопостачання, які не відповідали санітарним вимогам, становила 33,2% за санітарно-хімічними (вище рівня показника у 2015 р., у 2014 р. – 32,7%, 31,4%) та 23,1%

відповідно за бактеріологічними показниками (вище рівня у 2015 р. у 2014 р. – 18,0%, 15,5% відповідно).

З 1 січня 2019 року набрав чинності новий Порядок здійснення державного моніторингу вод, схвалений Кабінетом міністрів України восени 2018 року. Порядок відповідає директивам ЄС і допоможе отримати більше інформації про стан вод в Україні.

Так з у 2018 році було досліджено 21972 проби питної води з *громадських колодязів* (у 2017 – 24476) з них не відповідали нормативам – 10288 – 46,8% (у 2017 – 9692 – 39,6%), у тому числі обстежено було на вміст нітратів у 2018 році – 18402 проб (у 2017 – 21314), з них не відповідали нормативам за вмістом нітратів – 7396 – 40,2% (у 2017 – 7053 – 33,1%), за мікробіологічними показниками досліджено 22176 проб (у 2017 – 23378), з них не відповідає нормативам – 6842 – 30,8% (у 2017 – 6496 – 27,8%). Кількість досліджених проб питної води з *індивідуальних колодязів* за санітарно-хімічними показниками – 40448 проб (у 2017 – 40929), з них не відповідали нормативам – 12562 – 31,0% (у 2017 – 13889 – 33,9%), у тому числі на вміст нітратів – 37856 (у 2017 – 39581), з них не відповідає нормативам за вмістом нітратів – 10882 – 28,7% (у 2017 – 11815 – 29,9%), за мікробіологічними показниками досліджено 16863 проби (у 2017 – 9297), з них не відповідало нормативам 4660 – 27,6% (у 2017 – 1876 – 20,2%).

Якість води у поверхневих водних об'єктах є вирішальним чинником санітарного та епідеміологічного благополуччя населення, тому актуальність даної роботи переоцінити не можна.

РОЗДІЛ 2

ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ПРИЛАДУ

ІВС має призначення системи для вимірювання параметрів якості води, а саме – температури, мутності, рівня рН та концентрації солей.

Даний прилад може застосовуватись як невід’ємна складова мобільної лабораторії екологічного моніторингу якості довкілля та в сільському господарстві, харчовій, медичній, фармацевтичній, косметичній промисловості, комунальному господарстві та ДСНС (Державна служба з надзвичайних ситуацій).

Об’єкт вимірювань – питна вода. Характеристики якості питної води представлено в таблиці 2.1

Таблиця 2.1

Характеристика	Значення
Мутність	1,0 NTU (НОК)*
Температура	1 °C
Водневий показник рН	1 рН
Концентрація солей	1 мг/л

* NTU - нефелометрична одиниця каламутності (1НОК = 0,58 мг/дм³);

рН, Водневий показник — величина, що показує міру активності іонів водню (H⁺) в розчині, тобто ступінь кислотності або лужності цього розчину.

Рекомендована одиниця СІ для вимірювання концентрації — моль на кубічний метр (моль/м³), але, на практиці, для вимірювання твердості частіше використовується мілімоль на літр (ммоль/л), ммоль/дм³ та мкS/см (S - сіменс— одиниця вимірювання електричної провідності)

1 мг/л \approx мг/дм³ \approx 0,65* 1 мкS/см.

ВИСНОВКИ

Таким чином матеріали розділу підтверджують, що даний прилад доцільно використовувати для оцінки якості питної води на виході технологічної лінії її очистки для екологічного моніторингу якості довкілля та в сільському господарстві, харчовій, медичній, фармацевтичній, косметичній промисловості, комунальному

Даний прилад дозволить оптимізувати за критеріями якості весь технологічний процес очистки води та зменшити витрати матеріалів.

РОЗДІЛ 3

ОСНОВНІ ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Технічні та метрологічні характеристики каналів вимірювання представлено в таблиці 3.1

Таблиця 3.1

Технічні та метрологічні характеристики каналів вимірювання

Канал Вим-ня Хар-ка	Температура	Мутність	Рівень рН	Концентрація солей
Абсолютна похибка вимірювання	0,1 °C	±0,25 НОК	±4 %.	±4%
Діапазон вимірювання	+4+90 °C	0...25 НОК	0...14 рН	500µS/см÷200 мS/см (325мг/л÷130 г/л)
Час вимірювання	10 s	< 60 s	< 60 s	< 60 s
Живлення	12 V	12 V	12 V	12 V

ІВС виконує функції:

1. почергове вимірювання параметрів якості води:
 - вимірювання рівня мутності,
 - вимірювання температури води,
 - вимірювання концентрації солей;
 - вимірювання водневого рівня Ph;
2. забезпечення індикацією результатів вимірювання;
3. забезпечення можливості управління, калібрування та введення програмного забезпечення з окремої клавіатури.

ВИСНОВОК

Дана ІВС призначена для вимірювання наступних параметрів:

- Мутності (НОК);
- Температури ($^{\circ}\text{C}$);
- Концентрації солей ($\mu\text{S}/\text{cm}$);
- Водневого рівня Ph (Ph).

Враховуючи той факт, що система може використовуватися як стаціонарна безпосередньо в промислових цехах очистки води, так і як портативна для окремих водоемів, то при розробці структури враховувалась можливість зменшення габаритних розмірів, конструктивних розмірів зі збереженням всіх основних параметрів системи.

РОЗДІЛ 4

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД МЕТРОЛОГІЧНИХ ТА ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВІДОМИХ АНАЛОГІВ

4.1 Існуючі відомі аналоги

4.1.1 Лакмусовий папір (рН тест)

Лакмусовий папір (рН тест) - легкий і економічний тест для перевірки рН води. Досить занурити смужку у воду і порівняти показники з шкалою на упаковці.

Технічне визначення кислотності води (фактора рН) - це міра активності іона водню (H^+), виражена у вигляді логарифма активності цього іона. Відповідно в воді з кислотністю $pH = 7$ міститься 10^{-7} моль/л іонів водню, тоді як $pH = 6$ означає, що у воді знаходиться 10^{-6} моль/л іонів водню.

Діапазон кислотності води становить від 0 до 14:

0 - максимально кисле середовище, кислотність води максимальна.

7 – нейтральне середовище

14 - максимально НЕ-кисла середовище (лужна); кислотність води мінімальна.

Оптимальний рН питної води = від 7,0 до 8,0.

Характеристики:

Діапазон вимірювань - 0,0 - 14,0 рН

Похибка: $\pm 15,0\%$

Кількість - 80 шт.



Рисунок 4.1 - Лакмусовий папір (рН тест)

4.1.2 Kelilong Ph-099 (Ph/ОВП МЕТР/ТЕРМОМЕТР)

Висока точність вимірювань трьох найважливіших параметрів водного середовища - кислотно-лужного балансу, окислювально-відновного потенціалу (редокс) і температурного чинника - забезпечується не тільки надійною в високопродуктивної електронікою вимірювальних приладів, але і оперативністю отримання результатів. Тому мікропроцесорний прилад мультимоніторинга ОВП, температура і фактора рН - модель рН-099 - може стати справжньою знахідкою для користувача. Адже перш за все, на відміну від багатьох аналогів з функціоналом «3 в 1», дання модель дозволяє тестувати все три параметра водних засобів без необхідності змінювати зовнішні електроди: тестер рН-099 оснащений двома електродами, електродом рН і вбудованим ОВП-вимірювачем, тому всі три свідчення можна зняти оперативно, лише за одним натисканням кнопки.

Мультимонітор рН-099 зроблений компанією *Kelilong*, яка заснована в Китаї і виробляє широкий асортимент вимірювального обладнання на умовах ліцензії Fujian (Бюро вимірювання стандартів). Головним чином компанія спеціалізована на випуску приладів аналітики навколишнього середовища, а також різних вимірювачів, що використовуються в хімічній і сільськогосподарської сфері, енергетиці, медицині і багатьох інших сферах господарської діяльності людини.

Не дивлячись на свої малі розміри та габарити, прилад рН-099, володіє вражаючими характеристиками, що дозволяють зарахувати дану модель до найбільш передових у загальній лінійці портативних рН-метрів. Прилад оснащений інформативним жк-дисплеєм, наочно відображаючим параметри вимірювань. Діапазони, в яких функціонує рН-099, складають 0-14 для кислотності, 0-55 для температури і 0 ± 1999 для редокс-потенціалу. Робоча температура приладу не повинна перевищувати рекомендовану виробником 50 градусів вище нуля і опускатися нижче нуля, однак, для отримання найбільш точних результатів користувачу доступна функція авто компенсації температури. Калібрування приладу проводиться по двом точкам за допомогою спеціальної викрутки, яка також входить в комплектацію моделі. Крім того тестер поставляється в водонепроникному корпусі.

ПРОИЗВОДИТЕЛЬ	Kelilong (Китай)
ДИАПАЗОН ИЗМЕРЕНИЯ PH	0.00 – 14.00
ДИАПАЗОН ИЗМЕРЕНИЙ ОВП	0 ± 1999 мВ
ЦЕНА ДЕЛЕНИЯ	0.01 pH, 1 мВ, 0.1°C
ДИАПАЗОН РАБОЧИХ ТЕМПЕРАТУР, С	0-50°C
ТЕМПЕРАТУРА ИЗМЕРЯЕМОЙ СРЕДЫ	0-55°C

АВТОМАТИЧЕСКАЯ КОМПЕНСАЦИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ (АТС)	от 0 до 50°C
КАЛИБРОВКА	по 2 точкам (для pH и ОВП) с помощью
ПОГРЕШНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ, НЕ БОЛЕЕ	± 0.1 pH, ± 5 мВ, $\pm 1^\circ\text{C}$
ПИТАНИЕ	Батарей 4×1.5V (тип AG13) в комплекте
РАЗМЕРЫ (мм)	170×40×23
ВЕС (г)	100
ГАРАНТИЯ	12 месяцев



Рисунок 4.2 - Kelilong Ph-099

4.1.3 Стаціонарний лабораторний комплекс контролю параметрів забруднення води МР 551

Виробник – компанія Ulab, країна-виробник – Китай.

Даний пристрій дозволяє робити високоточні вимірювання рН, температури, питомого опору, провідності, загального солевмісту, вмісту розчиненого кисню. Пристрій легкий в експлуатації і відповідає всім вимогам міжнародного стандарту GLP.

Характерною особливістю пристрою є можливість встановлення режиму вимірювання рН для води високого рівня очищення та води високого рівня очищення з додаванням аміаку, а також можливість відображення концентрації іонів в чотирьох одиницях вимірювання (pX, mol/L, ppm, мг/л).



Рисунок 4.1.3 – МР 551

4.1.4 Портативна станція контролю забруднення води SX-751

Даний пристрій представлено на рисунку 4.1.4.



Рисунок 4.1.4 – Станція SX-751

Виробник – компанія Hanna Instruments, країна-виробник – Німеччина.

Портативний пристрій призначений для вимірювання солоності води, масової концентрації кисню у воді, температури рідин, рН, ЕРС, TDS, ЕПР.

Особливістю даного пристрою є висока мобільність, що дозволяє використовувати засіб вимірювання майже в будь-яких умовах навколишнього середовища.

4.1.5 Мутномір 2100 N

Мутномір 2100 N представлено на рисунку 4.1.5



Рисунок 4.1.5 - Мутномір 2100 N

Виробник – компанія NACH, країна-виробник – США.

Даний пристрій має призначення вимірювання таких параметрів води як мутність, поглинання, пропускну здатність та кольоровість.

Характерна особливість – змінні світлофільтри та спрощена процедура калібрування з використанням покрокової програми.

4.1.6 Іономір типу "ЕКОТЕСТ-110"

Іономір призначений для визначення різних речовин у водних розчинах і ґрунті, харчових і молочних продуктах.

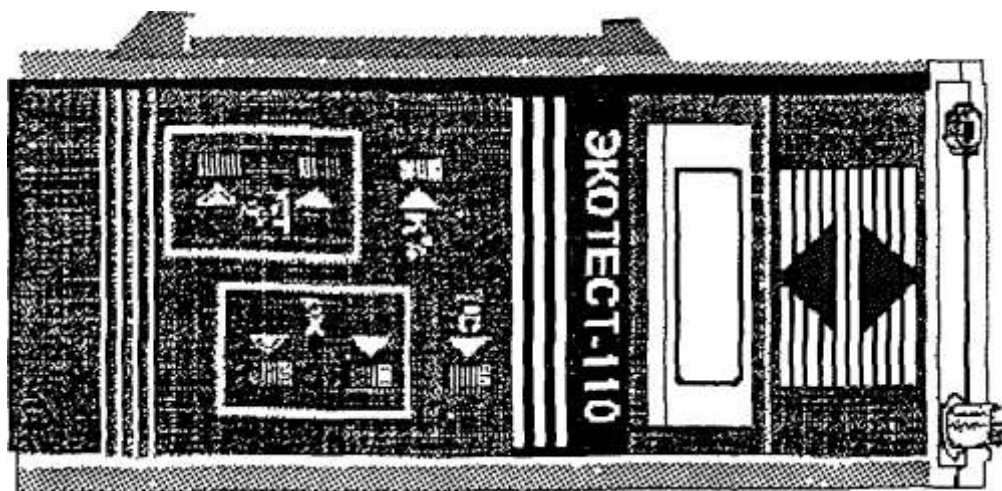


Рис. 4.1.6 - Іономір типу "ЕКОТЕСТ-110"

Є портативним приладом з автономним живленням, простим і надійним; не вимагає спеціального навчання персоналу, може використовуватися як в польових, так і в лабораторних умовах. Тривалість одиничного аналізу близько 30 с. Існує можливість безперервного контролю в ході технологічних процесів.

Іономір випускається наступних модифікацій:

"ЕКОТЕСТ-110-рН" -високостабільний рН-метр, "ЕКОТЕСТ-110-н" - нітратометр для визначення вмісту нітратів в ґрунті, фруктах і овочах; "ЕКОТЕСТ-110-ф" -фториметр, "ЕКОТЕСТ-110-й" ~ вимірювач жорсткості води, мікролабораторія "ЕКОТЕСТ-110" - для широкого кола іонометричних аналізів. У комплект лабораторії входять новітні іоноселективні електроди для визначення наступних іонів: H^+ , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Ba^{2+} , Si^{2+} , Pb^{2+} , Cd^{2+} , Hg^{2+} , Br^- , I^- , Cl^- , W^{4+} , NO_3^- , S^{2-} , W , SiO_4^{4-} , F^- , $AuCu^+$, CN^- , CNS^- , CrO_4^{2-} , Zn^{2+} , рН, Eh, Ca^{2+} g^+ .

Прилад широко застосовується в екології при визначенні вмісту шкідливих домішок в природних і стічних водах, ґрунтах; в сільському господарстві: для контролю якості готової продукції і стану ґрунту; в нафтовій, газовій, металургійній, хімічній, харчовій (контроль якості сільгосппродукції), фармацевтичній, паперовій, текстильній промисловості, медицині і ветеринарії (експрес-аналіз крові і сечі).

Технічні характеристики

Індикатор 3,5-розрядний РКІ. Допустима величина опору вимірювального електрода не більше 100 МОм. Діапазон ручної термокомпенсації Про ... ЮО °С.

Живлення автономне від вбудованої батареї типу "Корунд" або акумулятора типу 7Д-0, И5-У1.1. Споживаний струм не більше 10 мА.

Габаритні розміри 220х90х40 мм. Маса не більше 0,5 кг.

У комплект поставки входять; перетворювач ЕКОТЕСТ-110; паспорт; методика повірки; електрод вимірювальний рН ЕС-01.08.01, електрод вимірювальний нітрат-селективний ЕМ-02. 06.04, електрод допоміжний ЕСП-00.07.01.

4.2 Порівняння існуючих технічних рішень

Таблиця 4.2

Порівняльна характеристика відомих аналогів

	Назва	Параметри, діапазон	Похибка	Виробництво	Вартість
1	Лакмусовий папір (pH тест)	0,0...14,0 pH	$\pm 15,0\%$	Китай	\$ 3 / 100 шт.
2	Kelilong Ph-099	0,0...14,0 pH 0..50°C	$\pm 0,1\text{pH}$ $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$	Китай	\$ 113
3	MP 551	0—14 pH 10—110 °C	$\pm 0.03\text{ pH}$ $\pm 0.4\text{ }^{\circ}\text{C}$	Китай	\$ 1 620
4	Станція SX-751	0,0...14,0 pH 0,0—100°C 0,00—100 мг/кг	$\pm 0,05\text{ pH}$ $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ $\pm 1,5\text{ \%}$	Німеччина	\$ 614
5	Мутномір 2100 N	0 – 9.99; 0 – 99.9; 0 – 26800	$\pm 2\%$	США	\$ 960
6	ЭКОТЕСТ-110			СРСР, Росія	

Виходячи з порівняльної характеристики, дані пристрої не задовольняють вимогам завдання, адже мають певні відмінності за критерієм функціональності, точності, вартості та діапазоном вимірювання необхідних величин. Також прилади не випускаються в Україні, що свідчить про доцільність розробки українського зразка ІВС з покращеними показниками точності, мобільності, вартості та функціональності.

4.3 Огляд методів вимірювання

Водневий показник (pH) - показник, що характеризує властивість води, зумовлену наявністю у ній вільних іонів водню.

Водневий показник можна приблизно оцінювати за допомогою індикаторів, точно виміряти рН-метром або визначати аналітично шляхом, проведенням кислотно-основного титрування.

Кислотно-основні індикатори

Для грубої оцінки концентрації водневих іонів широко використовуються кислотно-основні індикатори - органічні речовини-барвники, колір яких залежить від рН середовища. До найбільш відомих індикаторів належать лакмус, фенолфталеїн, метиловий оранжевий (метилоранж) та інші. Індикатори здатні існувати в двох по-різному забарвлених формах - або в кислотній, або в основній. Зміна кольору кожного індикатора відбувається в своєму інтервалі кислотності, зазвичай становить 1-2 одиниці.

Універсальний індикатор

Для розширення робочого інтервалу вимірювання рН використовують так званий універсальний індикатор, який представляє собою суміш з декількох індикаторів. Універсальний індикатор послідовно змінює колір з червоного через жовтий, зелений, синій до фіолетового при переході з кислотної області в основну.

Розчинами таких сумішей - «універсальних індикаторів» зазвичай просочують смужки «індикаторного паперу», за допомогою яких можна швидко (з точністю до одиниць рН, або навіть десятих часток рН) визначити кислотність досліджуваних водних розчинів. Для більш точного визначення отриманий при нанесенні краплі розчину колір індикаторного паперу негайно порівнюють з еталонною кольоровою шкалою, вид якої представлений на зображеннях. Визначення рН індикаторним методом утруднено для мутних або забарвлених розчинів.

рН-метр

Використання спеціального приладу - рН-метра - дозволяє вимірювати рН в ширшому діапазоні і більш точно (до 0,01 одиниці рН), ніж за допомогою універсальних індикаторів. Спосіб відрізняється зручністю і високою точністю, особливо після калібрування індикаторного електроду в обраному діапазоні

pH. Дозволяє вимірювати pH непрозорих і кольорових розчинів і тому широко використовується.

Каламутність - показник, що характеризує природну властивість води, зумовлену наявністю у воді завислих речовин органічного і неорганічного походження (глини, мулу, органічних колоїдів, планктону тощо).

Фотометричний метод визначення мутності

Визначення мутності проводять не пізніше, ніж через 24 год після відбору проби. Проба може бути законсервована з додаванням 2 -4 см³ хлороформу на 1 дм³ води.

Мутність води визначають фотометрично – методом порівняння проби, що досліджується зі стандартними суспензіями.

Результати вимірювань виражають в мг/дм³ (при використанні основної стандартної суспензії калоїну) або в ЕМ/дм³ (одиниці мутності на дм³) (при використанні основної стандартної суспензії формазину). Перехід від мг/дм³ до ЕМ/дм³ відбувається виходячи з відношення: 1,5 мг/дм³ калоїну відповідають 2,6 ЕМ/дм³ формазину або 1 ЕМ/дм³ відповідає 0,58 мг/дм³ відповідно.

Фотоелектронфелометричний метод.

Фотоелектронфелометричний метод визначення каламутності заснований на здатності зважених часток розсіювати світло. Фіксація інтенсивності світлового потоку проводиться за допомогою фотоелемента. При визначенні каламутності води даним методом необхідно враховувати неоднорідність зважених часток в різних водах і проводити коригування стандартної шкали, використовуючи гравіметричний метод. Для цього дані фотоелектронфелометричного аналізу порівнюють з результатами гравіметричного аналізу.

Метод Штейнер і Доту

Штейнер і Доту описують метод визначення каламутності досліджуваного розчину порівнянням його інтенсивності розсіяння під кутом

90 з інтенсивністю падаючого світла, виміряної по віддзеркаленню від поверхні пластинки з карбонату магнію. На місце робочого розчину поміщають призму з карбонату магнію, вмонтовану ІВ скляну кювету під кутом 45 до падаючого світла. Цей метод призначений в першу чергу для визначення каламутності безпосередньо на водному об'єкті.

Метод Снеллена

Для кількісної оцінки прозорості води був запропонований метод Снеллена. Воду наливають у циліндр з плоским дном. На відстані 4 см від дна розміщують стандартний шрифт. Висота літер становить 4 см, а товщина - 0,5 мм. Воду з циліндра зливають доти, поки через її стовпчик можна буде прочитати літери. Висота цього стовпчика (в сантиметрах) і характеризує прозорість води. Прозора, на думку споживача, вода в разі вимірювання за методом Снеллена має прозорість не менше 30 см.

прилади для визначення каламутності рідини

Для того щоб визначити зміст в непрозорих рідинах зважених часток, використовують Мутноміри, він також може носити назву Мутномір. Це прилад, який аналізує прохідність пучка світла через зразок з досліджуваним складом. При цьому, щоб визначити ступінь розсіювання, сенсори для вимірювання каламутності встановлюють під кутом 90 градусів по відношенню один до одного.

Основні різновиди турбідиметрії. Пристрої даного типу можна класифікувати по їх транспортабельності. У спеціалізованих магазинах можна купити лабораторний і портативний Мутноміри. Говорячи про перший, слід зауважити, що він, як правило, являє собою досить великий апарат, який не надто зручний для роботи в польових умовах.

Однак Мутноміри лабораторний забезпечує високу точність вимірювань. Говорячи ж про їх портативних аналогах, потрібно відзначити, що вони мають набагато більшу похибкою, проте їх конструкція дозволяє аналізувати стан

рідин в будь-яких умовах. Функції, якими можуть володіти мутнометри. Крім вивчення каламутності розчину, такі прилади дають можливість здійснювати хімічний контроль її складу. За їх допомогою часто вимірюють ступінь мінералізації рідини і кількість в ній кисню. Купити рН-метр води можна в нашій компанії «Полтраф СНД». Ми пропонуємо величезний вибір таких пристроїв з різними функціями. Наша компанія поставляє свою продукцію найбільшим виробничим підприємствам не тільки Росії, але і багатьох країн СНД. Наші датчики для хім. аналізу рідин володіють високою точністю показань, яка підтверджується державними і міжнародними сертифікатами.

Загальна жорсткість - показник, що характеризує властивість води, зумовлену наявністю у ній розчинених солей кальцію та магнію (сульфатів, хлоридів, карбонатів, гідрокарбонатів тощо).

Якщо вода містить значні кількості вапнякових солей, то таку воду називають цупкою, а коли цих солей зовсім немає, або вони містяться в незначних кількостях, то — м'якою.

Твердість води найчастіше визначають титруванням розчином двонатрієвої солі етилен-діамінт-етра-ацетатної кислоти (комплексон III, трилон Б) у лужному середовищі в присутності індикатора хромоген чорний спеціальний або еріохром чорний. Користуючись іншим спеціальним індикатором — мурексидом, визначають кальцієву Т.в.; магнієву Т.в. розраховують за різницею між результатами цих двох визначень. Якщо вміст кальцію та магнію у воді було визначено іншими способами, загальну Т.в. можна вирахувати за формулою: $T = Ca^{2+} + Mg^{2+}$, де Т — загальна Т.в., ммоль/дм³; Ca^{2+} та Mg^{2+} — концентрація кальцію та магнію, ммоль/дм³.

Вода з Т. менше 4 ммоль/дм³ характеризується як м'яка, від 4 до 8 ммоль/дм³ — середньої твердості, від 8 до 12 ммоль/дм³ — тверда, понад 12 ммоль/дм³ — дуже тверда.

За О. О. Алєкінін: дуже м'яка — до 1,5 ммоль/дм³; м'яка — 1,5-3,0 ммоль/дм³; помірно тверда — 3,0-6,0 ммоль/дм³; тверда — 6,0-9,0 ммоль/дм³;

дуже тверда — понад 9,0 ммоль/дмЗ.

Очищення питної води - спосіб підготовки питної води з метою поліпшення її показників безпечності та якості механічними, хімічними, фізичними та біологічними методами (освітлення, пом'якшення, знесолення, знезалізнення, знезараження тощо).

Індекс якості води (WQI)

Індекс якості води (WQI) - це засіб, за допомогою якого дані про якість води узагальнюються для послідовного звітування перед громадськістю. Він схожий на УФ-індекс або індекс якості повітря, і він, простим кажучи, говорить про те, яка якість питної води з джерела.

По суті WQI обчислюється порівнюючи дані про якість води з "Настановами щодо якості питної води Канади". WQI вимірює обсяг, частоту та амплітуду перевищення якості води, а потім об'єднує три показники в один бал. Цей розрахунок дає бал від 0 до 100. Чим більший бал, тим краща якість води. Потім бали класифікуються в одну з п'яти описаних нижче категорій:

Відмінно: (значення WQI 95-100) - якість води захищена віртуальною відсутністю погіршення; умови дуже близькі до незайманих рівнів. Ці значення індексу можна отримати лише в тому випадку, якщо всі вимірювання практично весь час відповідають рекомендованим рекомендаціям.

Дуже добре: (значення WQI 89-94) - якість води захищена незначним порушенням; умови близькі до незайманих рівнів.

Добре: (значення WQI 80-88) - якість води захищена лише незначним ступенем погіршення; умови рідко відходять від бажаного рівня.

Справедливий: (значення WQI 65-79) - якість води зазвичай захищена, але періодично погіршується; умови іноді відходять від бажаних рівнів.

Граничне: (значення WQI 45-64) - якість води часто погіршується; умови часто відходять від бажаних рівнів.

Погано: (значення WQI 0-44) - якість води майже завжди погіршується; умови зазвичай відходять від бажаних рівнів.

Оцінки WQI підраховуються для кожної системи водопостачання, яка була відібрана в сезон відбору проб.

4.4 Вибір напрямку розробки

Оцінюючи результати методів вимірювання і аналітичного огляду метрологічних та технічних характеристик відомих аналогів слід зробити наступний висновок:

1. такі системи існують і використовуються в основному для моніторингу стану довкілля, зокрема якості води;
2. такі системи постійно вдосконалюються і розробляються нові
3. в основному такі системи в закордонні, а тому для вирішення завдань поставлених в завдань пропонуємо ІВС, структура якої приведена на рисунку 6.1.

ВИСНОВОК

Аналітичний огляд метрологічних та технічних характеристик відомих аналогів показав, що дані пристрої не задовольняють вимогам завдання, адже мають певні відмінності за критерієм функціональності, точності, вартості та діапазоном вимірювання необхідних величин.

При аналізі методів обрані наступні: для температури - залежність опору; для мутності кількість розсіяного та відбитого світла; для водневого показника - активність іонів водню в розчині; для концентрації солей – електропровідність.

Також дослідили засіб для звітування перед громадськістю - Індекс якості води (WQI), що раніше розглядався в практичній роботі.

Обрано напрямок розробки для вирішення проблеми, що склалася.

РОЗДІЛ 5

ВИМОГИ ДО КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ

Для обробки результатів вимірювань необхідно обрати вимоги згідно одного з стандартів. Тому порівнюємо їх за критеріями відповідності завданню, чинності та оберемо найбільш відповідний. Розглянемо наступні стандарти:

- ✓ ДСТУ 7525:2014 «Національний стандарт України. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості»

Ч. ч.	Назва показника	Одиниці вимірювання	Норматив, не більше ніж	
			Вода систем централізованого питного водопостачання	Вода нецентралізованого питного водопостачання (нефасована, фасована)
	Запах під час нагрівання до 60 °С	Бали	2	1
2	Смак і присмак	Бали	2	0
3	Кольоровість	Градуси	20 (35) ¹⁾	5
4	Капамутність	НОК	1,0 (3,5) ¹⁾ 2,6 (3,5) ^{1), 2)}	0,5

¹⁾ Величину, зазначену в дужках, може бути встановлено за постановою відповідного органу на відповідній території для конкретної системи питного водопостачання на основі оцінювання санітарно-епідемічного стану в населеному пункті і технології підготування питної води, яку застосовують у разі, коли інші джерела питного водопостачання недоступні.

²⁾ Для підземного вододжерела.

Таблиця 6.8 — Хімічні показники якості, що впливають на органолептичні властивості питної води

Ч. ч.	Назва показника	Одиниці вимірювання	Норматив, не більше ніж	
			Вода систем централізованого питного водопостачання	Вода нецентралізованого питного водопостачання (нефасована, фасована)
Неорганічні компоненти				
1	Водневий показник (pH), у межах	Одиниці pH	6,5—8,5	6,5—8,5
2	Сухий залишок (мінералізація загальна)	мг/дм ³	1000 (1500) ¹⁾	1000

Рис 5.1 – Нормативи по вимогам ДСТУ 7525:2014

- ✓ ГОСТ Р 51232-98 Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества

- ✓ ГОСТ 2761-84 Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора (с Изменением N 1)

Наименование показателя	Показатели качества воды источника по классам		
	1	2	3
Подземные источники			
Мутность, мг/дм ³ , не более	1,5	1,5	10,0
Цветность, градусы, не более	20	20	50
Водородный показатель (pH)	6-9	6-9	6-9
Поверхностные источники			
Мутность, мг/дм ³ , не более	20	1500	10000
Цветность, градусы, не более	35	120	200
Запах при 20 и 60 °С, баллы, не более	2	3	4
Водородный показатель (pH)	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5

Рис 5.2 - Нормативи по вимогам ГОСТ 2761-84

- ✓ ГОСТ 27384-2002 Вода. Нормы погрешности измерений показателей состава и свойств (с Изменением N 1)

Наименование показателя	Норматив качества воды	Нормы погрешности $\pm \delta_{\text{н}}$, %
Питьевая, природная и сточная вода		
Водородный показатель, единицы pH*	От 1 до 10 включ.	0,2
Общая жесткость, ммоль/дм ³ **	Св. 2	15

Рис 5.3 - Нормативи по вимогам водневого показника та жорсткості
ГОСТ 27384-2002

Наименование показателя			Единица измерения	Норматив качества воды, не более	Нормы погрешности $\pm \delta_{\text{н}}$, %
Обобщенные показатели					
Общая минерализация (сухой остаток)	минерализация	(сухой остаток)	мг/дм ³	1000	10
Органолептические показатели					
Мутность			ЕМФ (единицы мутности по формазину)	2,6	20
			или мг/дм ³ (по каолину)	1,5	20

Рис 5.4 - Нормативи по вимогам мутності та мінералізації ГОСТ 27384-2002

- ✓ ДСТУ 4808:2007 Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання (На заміну ГОСТ 2761-84)
- ✓ Іноземні стандарти

Parameters	WHO 1998 Guidelines of Drinking Water Quality	National Drinking Water Regulations in USA (U.S. EPA)	Uganda, 1994 National Drinking Water Standards
Color	15 Pt-Co units	15 Pt-Co units	15 Pt-Co units
Turbidity	≤ 5 NTU	≤ 5 NTU	≤ 5 NTU
Chlorine	—	4 mg L ⁻¹ as Cl ₂	0.5 mg L ⁻¹
PH	—	6.5–8.5	6.5–8.5
Fluoride	1.5 mg L ⁻¹	4.0 mg L ⁻¹	1.0–1.5 mg L ⁻¹
Nitrate	50 mg L ⁻¹ as NO ₃ ⁻	10 as N ₃ / 44.44 as NO ₃ ⁻	50 mg L as NO ₃ ⁻
Sulfate	250 mg L ⁻¹	250 mg L ⁻¹	250 mg L ⁻¹
Iron	0.3 mg L ⁻¹	0.3 mg L ⁻¹	0.3 mg L ⁻¹
Ammonia	1.5 mg L ⁻¹	—	1.5 mg L ⁻¹
Total coliforms	0 counts/100 mL	0 counts/100 mL	0 counts/100 mL

Рис 5.5 - Нормативи по вимогам іноземних стандартів

- ✓ Норми якості води: Вашингтон, округ Колумбія. Triennial Review of the District of Columbia's Water Quality Standards

Constituent	Criteria for Classes		
	A	B	C
Temperature (°C)			
Maximum			32.2
Maximum change above ambient			2.8
pH			
Greater than	6.0	6.0	6.0
And less than	8.5	8.5	8.5
Turbidity increase above ambient (NTU)	20	20	20

Рис 5.6 - Нормативи по вимогам штату Колумбія

- ✓ ДСанПіН 2.2.4-171-10 Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною

N з/п	Найменування показників	Одиниці виміру	водопровідної	з колодязів та каптажів джерел	фасованої, з пунктів розливу та бюветів	визначення згідно з додатком 5
1	2	3	4	5	6	7
1. Органолептичні показники						
1	Запах: при t 20° С при t 60° С	бали	≤ 2 ≤ 2	≤ 3 ≤ 3	≤ 0 (2) ⁴ ≤ 1 (2) ⁴	пп. 2, 31
2	Забарвленість	градуси	≤ 20 (35) ¹	≤ 35	≤ 10 (20) ⁴	пп. 2, 39
3	Каламутність	нефелометрична одиниця каламутності (1 НОК = 0,58 мг/дм³)	≤ 1,0 (3,5) ¹ ≤ 2,6 (3,5) ¹ - для підземного вододжерела	≤ 3,5	≤ 0,5 (1,0) ⁴	пп. 2, 38
4	Смак та присмак	бали	≤ 2	≤ 3	≤ 0 (2) ⁴	п. 2
2. Фізико-хімічні показники						
а) неорганічні компоненти						
5	Водневий показник	одиниці рН	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5 (≥ 4,5) ⁵	п. 28
6	Діоксид вуглецю	%	не визначається	не визначається	0,2 - 0,3 - для слабогазованої 0,31 - 0,4 - для середньогазованої 0,41 - 0,6 - для сильногазованої	п. 23
7	Залізо загальне	мг/дм³	≤ 0,2 (1,0) ¹	≤ 1,0	≤ 0,2	пп. 3, 33, 64
8	Загальна жорсткість	ммоль/дм³	≤ 7,0 (10,0) ¹	≤ 10,0	≤ 7,0	п. 4

Рис 5.7 - Санітарно-хімічні показники безпечності та якості питної води

Табл 5.1 - Порівняльна таблиця вимог стандартів

№	Вимоги	Парам	Вода	Чинність	Країна
1	ДСТУ 7525:2014	мутність, водневий показник, мінералізація загальна	Вода систем централізованого питного постачання та нецентралізованого п.п. (фасована та нефасована)	Діє з 01.02.2015	Україна
2	ГОСТ 2761-84	мутність, водневий показник	Підземні та поверхневі джерела води	Дата введення 1986.01.	СССР
3	ГОСТ 27384-2002	мутність, водневий показник, мінералізація загальна	Питна, природна та сточна вода	Дата введення 2004-01-01	Міждержавною радою по метрології
4	Норми якості води Вашингтон, округ	мутність, водневий показник,	проточні та нерухомі водойми, чи то штучним, чи природним, чи під землею, чи на суші,	Вступає в силу 27 грудня 2010 р.	США
5	ДСанПі Н 2.2.4-171-10	мутність, водневий показник, загальна жорсткість	питної, призначеної для споживання людиною	12.05.2010	Україна

Схематичне зображення точки вимірюваних значень

Для зручного сприйняття області допустимих значень та швидкого реагування на результат вимірювання представимо граничні межі допустимих значень параметрів питної води за допомогою наступних рисунків.

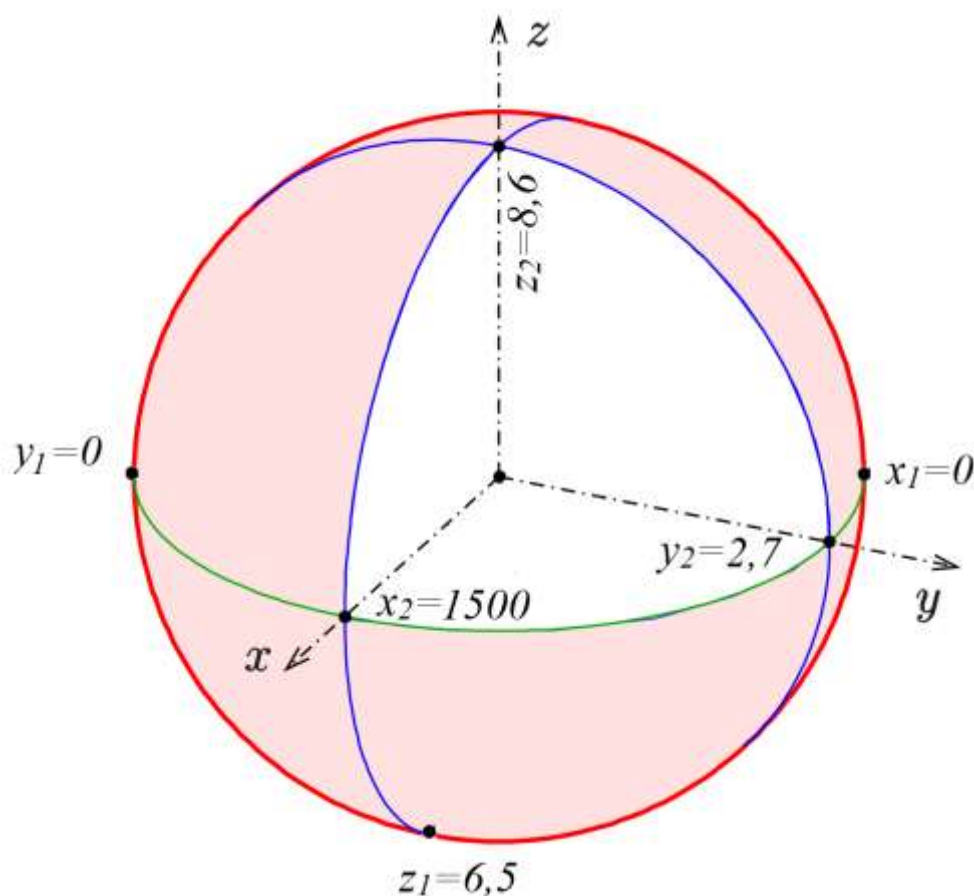


Рис. 5.8 – Область допустимих значень в трьохвимірній системі координат

Де, вісь x – значення концентрації солей, мг/дм^3 ;

y – значення мутності води, НОК;

z – значення водневого показника, рН

$$x_1 = 0; x_2 = 1500;$$

$$y_1 = 0; y_2 = 2,7;$$

$$z_1 = 6,5; z_2 = 8,6$$

Переконавшись, що температура відповідає допустимим значенням, зобразимо інші параметри, а саме мутність, водневий показник і концентрацію солей у вигляді осей трьохвимірної системи координат. Таким чином, область допустимих значень буде зображена у вигляді сфери, розміщеній у цій системі координат. Відповідна точка з виміряними параметрами може знаходитись поза сферою або в ній, з чого робиться висновок про не якісну або якісну воду відповідно.

Якщо температура не відповідає допустимим значенням, то подальше вимірювання не проводиться.

Також ми можемо зобразити область допустимих значень у вигляді схеми – кола.(рис.5.2)

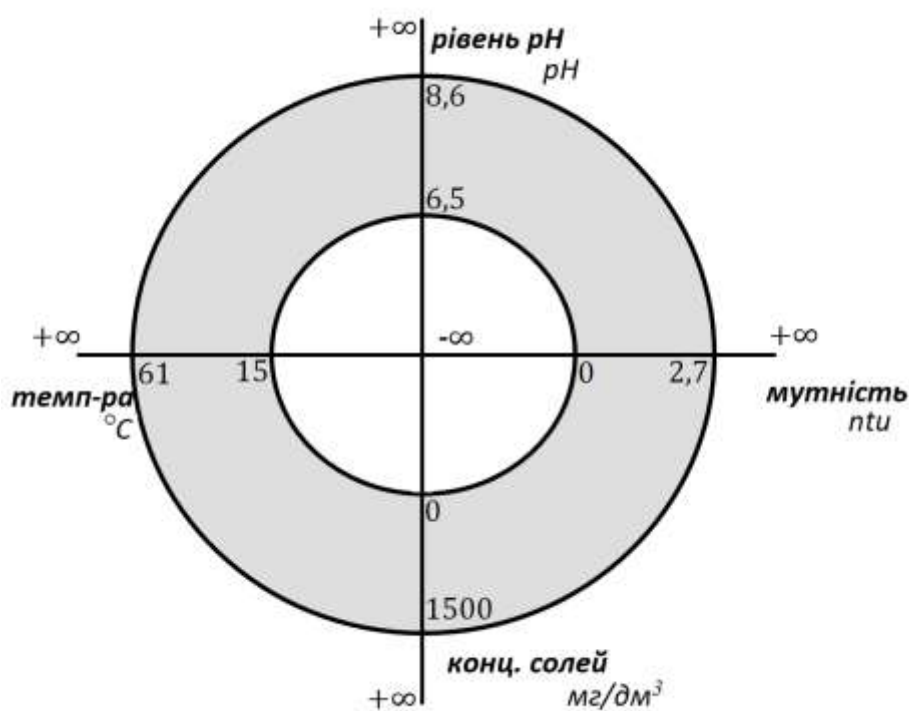


Рис. 5.9 - Область допустимих значень

Кожен з параметрів відображається у вигляді окремої осі, певний відрізок якої є областю допустимих значень згідно обраного ДСТУ. Аналогічним чином, результати, що потрапляють у виділену область задовольняють вимогам стандарту з чого робиться висновок про стан оцінюваної води.

ВИСНОВОК

В даному розділі формувалися вимоги до контролю якості води, а тому був проведений порівняльний аналіз стандартів (Таблиця 5.1).

Проаналізувавши стандарти зроблено висновок, що контроль якості води здійснюватиметься відповідно до вимог ДСТУ 7525:2014 «Національний стандарт України. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості».

Для схематичного зображення точки виміряних значень було спроектовано дві системи областей допустимих значень (рис 5.8-9), що дозволить легко зробити висновок про стан оцінюваної води.

РОЗДІЛ 6

РОЗРОБКА СТРУКТУРИ ТА РЕЖИМІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

6.1 Структурний розрахунок схеми

На підставі отриманого завдання та аналізу характеристик відомих аналогів розроблено структурну схему ВППВ, яка представлена на рисунку 6.1.

6.1.1 Опис складу схеми електричної структурної

Первинні вимірювальні перетворювачі представляють собою окремі датчики, кожен із яких вимірює відповідний параметр якості води – температуру, концентрацію солей, мутність та водневий показник рН.

Принцип роботи датчика температури ґрунтується на залежності опору від температури, мутності – залежності кількості розсіяного світла та відбитого, датчик водневого показника - активністю іонів водню в розчині, концентрація солей – електропровідністю водного розчину.

Нормуючі пристрої представляють собою підсилювачі напруги, яка є вихідним сигналом датчиків. Дані пристрої нормують сигнал до рівня від 0 до 5 V, що є обов'язковою умовою для роботи пристроїв подальшої обробки отриманого сигналу.

Мікроконтролер являє собою програмно-керований пристрій, який призначено для обробки та виконання логічних операцій з цифровою інформацією, яку перетворить вбудований аналого-цифровий перетворювач. Мікроконтролер також має в своєму складі комутатор, який виконує функцію почергового підключення вихідних сигналів первинних вимірювальних перетворювачів до вимірювального каналу інформаційно-вимірювальної системи.

Блок живлення використовується для живлення елементів схеми відповідними напругами.

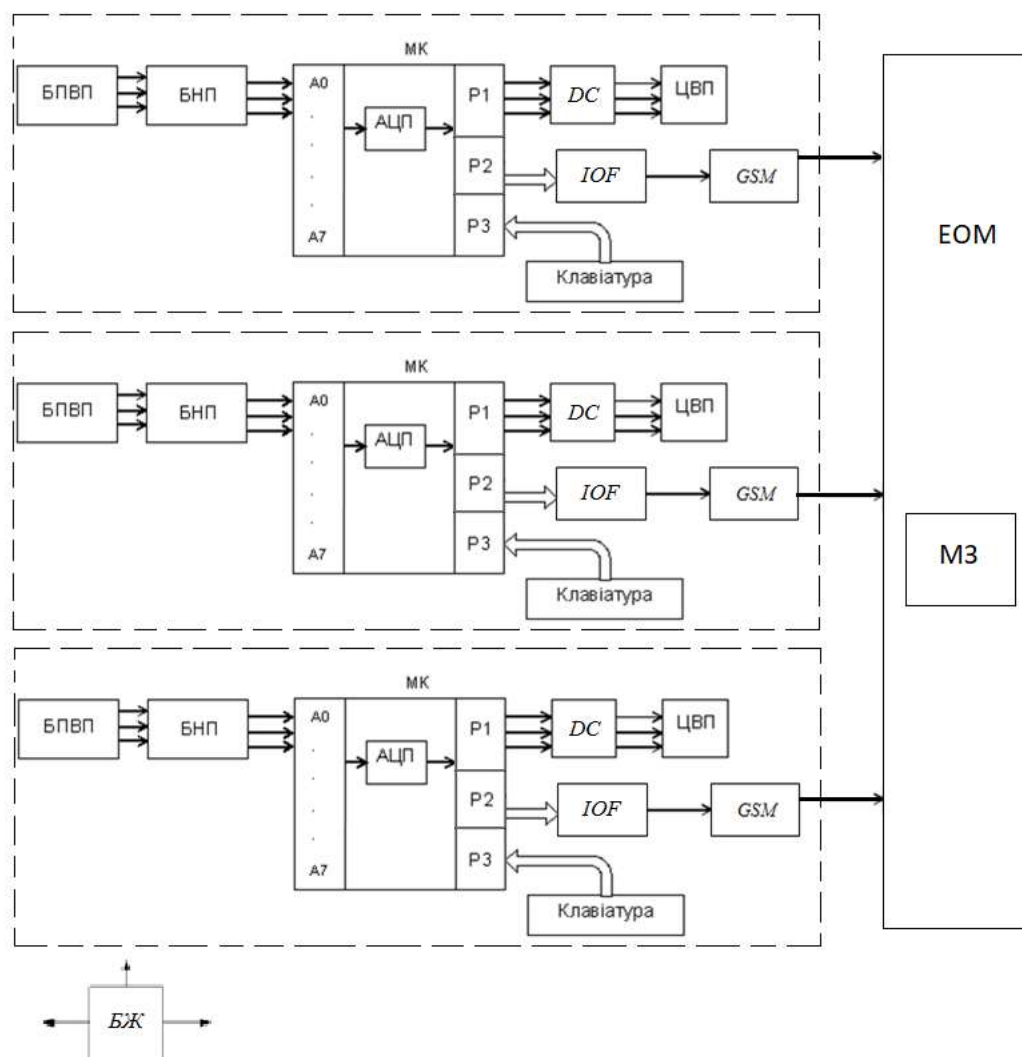


Рис. 6.1. – Структурна схема ІВС

Де

БПВП – блок первинних вимірювальний перетворювачів

БНП – блок нормуючих пристроїв

АЦП – аналого-цифровий перетворювач

МК - мікроконтролер

DC - дешифратор

ЦАП- цифровий відліковий пристрій

GSM- міжнародний стандарт для мобільного цифрового стільникового зв'язку

ІОФ – інтерфейс

БЖ – блок живлення

ЕОМ –електронно-обчислювальна машина

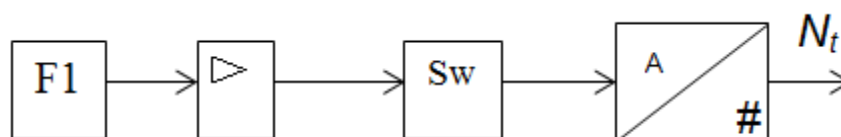
ПЗ – програмне забезпечення

6.2 Робота інформаційно-вимірювальної системи за структурною схемою

Первинні вимірювальні перетворювачі перетворюють відповідні значення параметрів якості води в напругу постійного струму відповідного рівня. Ця напруга нормується до рівня 0...5 V. Нормований аналоговий сигнал поступає на аналоговий вхід комутатора мікроконтролера, де виконується вибір каналу вимірювання та подальше перетворення сигналу обраного каналу в цифровий код. Далі відбувається передача інформації на пристрій виводу. Вибір каналу вимірювання та керування процесом вимірювання та керування процесом вимірювання задаються користувачем через клавіатуру.

6.3 Попередній розрахунок похибок вимірювання

6.3.1 Канал вимірювання мутності



Первинний вимірювальний перетворювач представлено датчиком мутності на виході якого – напруга, що відповідає певним значенням НОК.

Функція перетворення датчика :

$$U_Q = K \cdot Q, \quad (6.3.1.1)$$

де U_Q – вихідна напруга датчика;

K – коефіцієнт передачі датчика;

Q – вимірювана мутність.

Рівняння перетворення каналу:

$$N_Q = U_Q \cdot K_\delta \cdot K_{HP} \cdot K_{ACPP}, \quad (6.3.1.2)$$

де K_δ - коефіцієнт перетворення датчика;

K_{HP} - коефіцієнт підсилення нормуючого перетворювача;

K_{ACPP} - коефіцієнт передачі аналого-цифрового перетворювача.

6.3.2. Розрахунок коефіцієнтів перетворення

Коефіцієнт перетворення датчика мутності

Вхідний сигнал датчика мутності має значення 25 NTU. Вихідний сигнал датчика має значення 5 V.

Відповідно, значення коефіцієнта перетворення датчика:

$$K_D = \frac{X_{вых.}}{X_{вх.}} = \frac{\pm 5V}{25NTU} = 0,2V / NTU.$$

Коефіцієнт підсилення нормуючого підсилювача

Вхідний сигнал нормуючого підсилювача має значення 5 V. Вихідний сигнал нормуючого підсилювача має бути рівний номінальній напрузі АЦП рівній 5,5 V. Відповідно, значення коефіцієнта підсилення нормуючого підсилювача:

$$K_{HP} = \frac{X_{вых.}}{X_{вх.}} = \frac{5,5V}{\pm 5V} = 1,1.$$

6.3.3. Рівняння похибок каналу вимірювання мутності

Рівняння перетворення з урахуванням похибок, що додають блоки:

$$N_Q = U_Q \cdot K_\delta (1 + \gamma_Q) K_{HP} (1 + \gamma_{HP}) \cdot K_{ACPP} (1 + \gamma_{ACPP}) \quad (6.3.1.3)$$

Тоді рівняння похибки має вигляд:

$$\gamma_{\Sigma} = \gamma_Q + \gamma_{НП} + \gamma_{АЦП}, \quad (6.3.1.4)$$

де γ_{Σ} - допустима сумарна зведена похибка вимірювального каналу;

γ_Q - зведена похибка датчика;

$\gamma_{НП}$ - зведена похибка нормуючого перетворювача;

$\gamma_{АЦП}$ - зведена похибка АЦП.

6.3.4 Розподілення похибок по блоках

Похибка вимірювання мутності буде становити суму похибок складових частин вимірювача показника мутності ,що безпосередньо беруть участь у процедурі вимірювання:

$$\gamma_{\Sigma} = \gamma_D + \gamma_{НП} + \gamma_{АЦП},$$

де γ_D - зведена похибка датчика;

$\gamma_{НП}$ - зведена похибка нормуючого пристрою;

$\gamma_{АЦП}$ - зведена похибка АЦП.

Виходячи з того, що зведена похибка вимірювання приладу має не перевищувати :

$$\gamma = \frac{\Delta}{x_{\max}} \cdot 100\% = \frac{0.875}{25} \cdot 100\% = 3,5\% \quad (6.3.1.5)$$

Припускаємо, що АЦП вноситиме похибку $\gamma_{АЦП} = \gamma_{кв} + \gamma_{нел} = 0,2$. Виходячи з допустимої похибки квантування АЦП, розрахуємо розрядність АЦП з урахуванням випадку максимального значення вхідного сигналу:

$$\text{тоді } N = \frac{100\%}{\gamma_{кв}, \%} = \frac{100\%}{0.1\%} = 1000,$$

$$\text{звідси } n = \log_2 N = \log_2 1000 = 10.$$

$$N = 2^n = 2^{10} = 1024, \text{ звідси похибка квантування АЦП}$$

становитиме:

$$\gamma_{\text{кв}} = \frac{1}{N_x} \times 100\% = \frac{1}{1024} \times 100\% = 0,098\% = 0,1\%.$$

та враховуючи те, що в системі використовуватиметься один АЦП розрядністю $n = 10$, похибка датчика становить $\gamma_Q = 2\%$ припустимо, що похибка нормуючого перетворювача має не перевищувати $\gamma_{\text{НП}} = 3.5 - 2 - 0.2 = 1.3\%$

Розподілимо основну похибку. Тоді:

$$\gamma_D = 2\%;$$

$$\gamma_{\text{НП}} = 1,3\%;$$

$$\gamma_{\text{АЦП}} = \gamma_{\text{кв}} + \gamma_{\text{НЕЛ}} = 0,1\% + 0,1\% = 0,2\%,$$

$$(\gamma_{\text{кв}} \approx \gamma_{\text{НЕЛ}})$$

Тоді при попередньому розрахунку АЦП отримаємо:

розрядність АЦП :

$$n \geq \log_2 \frac{1}{\gamma_{\text{кв}}} = \log_2 \frac{1}{0,1\%} = 10;$$

число ступенів квантування АЦП:

$$N = 2^n = 2^{10} = 1024;$$

Сумарна похибка вимірювання каналу становитиме:

$$\gamma_{\Sigma} = 2 + 1,38 + 0,12 = 3,5\%.$$

ВИСНОВОК

Розроблена структурна схема ІВС. З неї видно, що до майбутнього програмного забезпечення зможе під'єднатись більше, ніж одна ІВС за допомогою міжнародного стандарту для мобільного цифрового стільникового зв'язку (GSM) .

Попередній розрахунок похибок вимірювання на прикладі каналу мутності показав, що сумарна похибка вимірювання каналу становить 3,5%, а розрядність АЦП – 10.

Запропонована структура ІВС дозволяє:

1. Реалізувати необхідні алгоритми вимірювального процесу для оцінки якості води;
2. Дозволяє адаптувати характеристики ІВС до вимог нормативної документації
3. При необхідності розширити кількість параметрів якості води. (наприклад додати наявність іонів та солей важких металів).

РОЗДІЛ 7

РОЗРОБКА СХЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ, АЛГОРИТМІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ, ЧАСОВИХ ДІАГРАМ РОБОТИ ІВС

Для створення можливості більш повного аналізу складових похибок вимірювальних каналів, уточнення алгоритмів функціонування та формування вимог до вибору елементної бази всіх функціональних блоків системи необхідна розробка функціональної схеми.

Основою для розробки функціональної схеми є схема електрична структурна та алгоритми функціонування.

Функціональну схему представлено на рисунку:

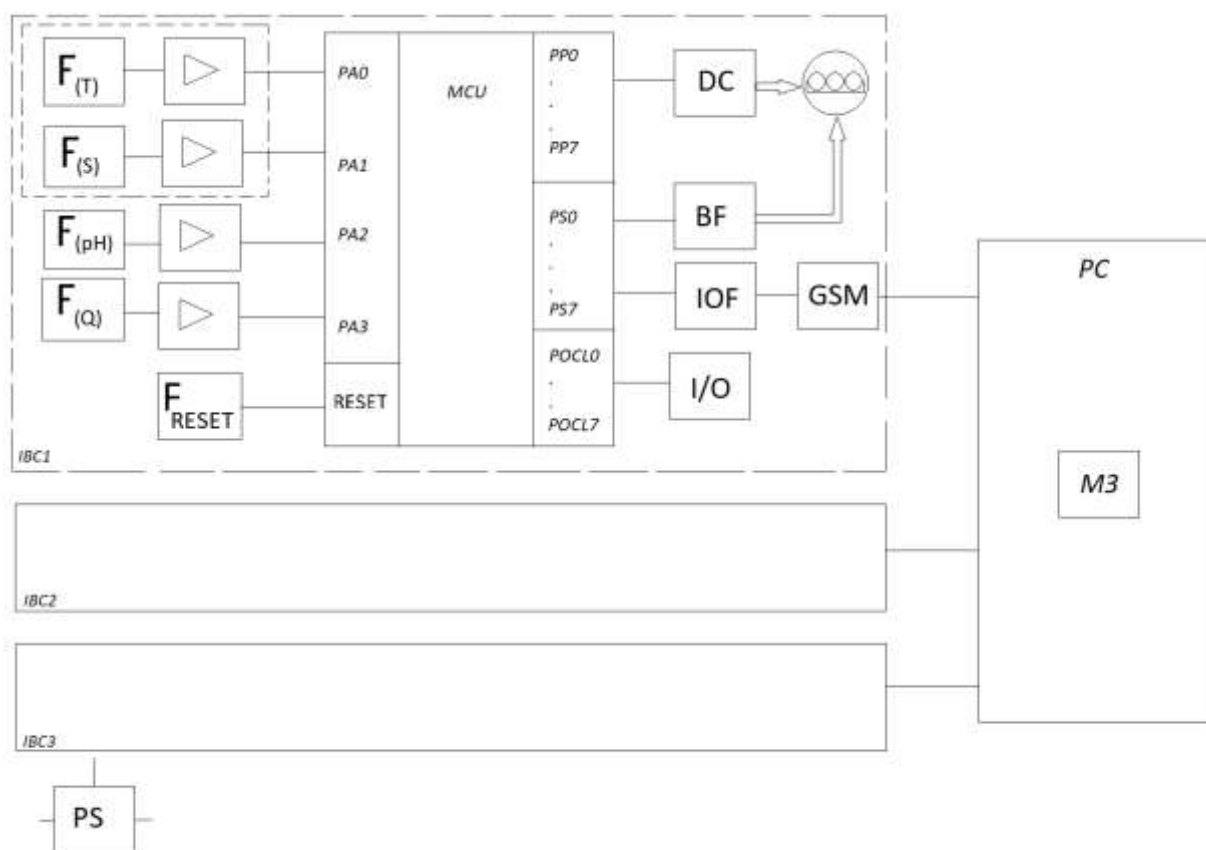


Рисунок 7.1 – Функціональна схема ІВС

7.1 Опис роботи інформаційно-вимірювальної системи за функціональною схемою

Відповідні засоби вимірювання вимірюють обрану фізичну величину та перетворюють її в сигнал, придатний для квантування, наприклад, в напругу постійного струму. Так як мікроконтролер працює з вхідними величинами певного рівня, необхідно нормувати значення отриманої напруги до прийнятного рівня – $0 \dots 5 \text{ V}$. Дану операцію реалізують нормуючі пристрої, представлені підсилювачами напруги.

Напруга з виходу підсилювача ($0 \dots 5 \text{ V}$) надходить на мікроконтролер. На етапі розробки структурної схеми приладу був проведений попередній розрахунок розрядності АЦП, в результаті якого одержано мінімальне значення кількості розрядів - 10.

Отриманий нормований сигнал приймає мікроконтролер. Передбачено, що мікроконтролер має в своєму складі вбудований мультиплексор та аналого-цифровий перетворювач. Підключення до мікроконтролера відбувається через аналоговий вхід мультиплексора PA0. Отриманий сигнал передається на аналого-цифровий перетворювач та перетворюється в код і відповідне значення вимірюваної величини згідно з попередньо розрахованими пропорційними табличними еквівалентами, записаними в постійну пам'ять мікроконтролера.

Конвертовані значення з дешифратора поступають на ЦВП, де на екрані відображається результат вимірювання. Дані з мікроконтролера через інтерфейс поступають на GSM (міжнародний стандарт для мобільного цифрового стільникового зв'язку), де за допомогою мобільного зв'язку передаються на віддалений РС (сервер) з встановленим метрологічним забезпеченням. Там відбувається подальша обробка результатів вимірювання та прийняття рішення стосовно якості води.

Живлення схеми забезпечується блоком живлення – Power supply.

Використання мікроконтролера у вимірювальній техніці має переваги перед аналоговими методами вимірювання і обробки даних:

- зменшення маси і габаритів пристроїв;
- зменшення енергоспоживання і як наслідок триваліша робота без заряджання батарей;
- модульна структура вимірювальних пристроїв;
- можливість створення вимірювальних систем з використанням стандартних інтерфейсів;
- можливість зміни алгоритму обробки без зміни апаратної частини, тільки програмними методами;
- можливість реалізації складних алгоритмів;
- програмна корекція похибок.

Вибір мікроконтролера ґрунтується на задоволенні вимогам завдання.

Оскільки на вхід АЦП подається повільно змінний аналоговий сигнал, то для реалізації операції вимірювання цілком досить невеликого об'єму пам'яті ОЗУ.

Даним вимогам відповідає мікроконтролер серії MC68HC12B32 фірми Motorola. Вибір даного типу мікроконтролера обумовлений наступними причинами:

7.2 Розробка алгоритму роботи схеми та часової діаграми

Розроблено алгоритм функціонування системи, який представлено на рисунку 6.3 та часову діаграму роботи окремого каналу системи - рисунок 6.2.

Алгоритм та діаграма включають роботу програмного забезпечення (ПЗ), опис якого наведений в 10 розділі.

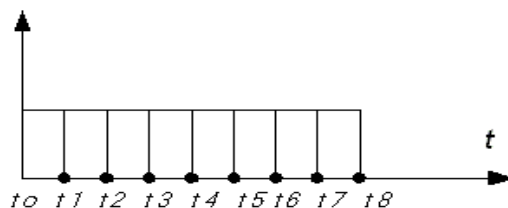


Рисунок 7.2 – Часова діаграма роботи окремого каналу системи

Де t_0 – початок вимірювання;

t_1 – увімкнення живлення;

t_2 – ініціалізація системи;

t_3 – вибір користувачем каналу вимірювання та безпосереднє вимірювання;

t_4 – перетворення аналогового сигналу в код;

t_5 – запам'ятовування інформації мікроконтролером;

t_6 – передача інформації до ПЗ;

t_7 – отримання результатів;

t_8 – завершення вимірювання.

Таким чином, проміжний час вимірювання на кожному етапі без урахування часу, витраченого користувачем на вибір каналу вимірювання, становитиме:

$$t_0 - t_1 = 3 \text{ } \mu\text{s};$$

$$t_1 - t_2 = 3 \text{ } \mu\text{s};$$

$$t_2 - t_4 = 3 - 5 \text{ ms};$$

$$t_4 - t_5 = 1 \text{ } \mu\text{s};$$

$$t_5 - t_6 = 5 \text{ ms};$$

$$t_6 - t_7 = 30 \text{ s};$$

$$t_7 - t_8 = 3 \text{ } \mu\text{s};$$

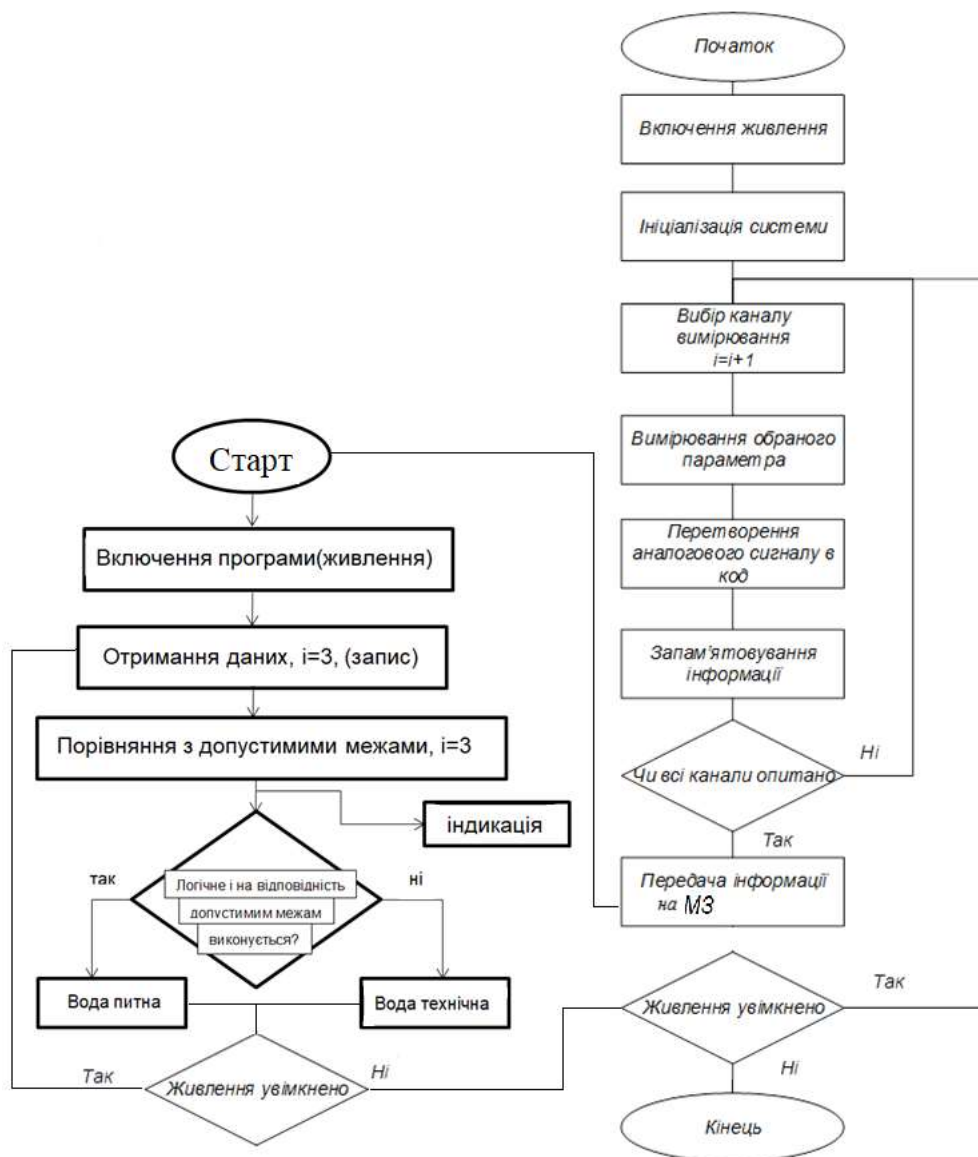


Рисунок 7.3 – Алгоритм роботи ІВС

Сумарний час вимірювання: $t_{\Sigma} \approx 30 \text{ s}$ (без урахування часу встановлення необхідних параметрів користувачем).

ВИСНОВОК

Електрична функціональна схема, що розроблена для розробки алгоритму функціонування всієї системи була заснована на структурній схемі.

Алгоритм роботи ІВС (рис. 7.3) показує процедуру вимірювання та подальшу обробку в програмі. Сумарний час вимірювання становить $t_{\Sigma} \approx 30 \text{ s}$.

Розроблена схема електрична функціональна дозволила уточнити можливі алгоритми функціонування ІВС та вибрати оптимальні. Більш повно проаналізувати інструментальні похибки ІВС, і сформулювати вимоги до елементної бази реалізації кожного елементного блоку системи.

РОЗДІЛ 8

РОЗРАХУНОК ТА АНАЛІЗ ПОХИБОК

Аналіз похибок зводиться до аналізу адитивних та мультиплікативних складових похибок кожного елемента схеми.

Так як коефіцієнти підсилення операційних підсилювачів досить малі, мультиплікативна похибка не буде суттєвою. Тому, розраховую похибки дрейфу напруги та струму операційних підсилювачів та інші адитивні складові сумарної похибки.

Похибка датчика мутності за технічними характеристиками складає $d_0 = 2\%$ ця похибка є випадковою мультиплікативною та має нормальний закон розподілу. Отже, СКО даної похибки при довірчій ймовірності $P=0,995$ складає:

$$s^2_{m0} = \frac{d_0}{3}; \quad s^2_{m0} = \frac{0,2}{3} = 0,06667\%;$$

Аналіз адитивної складової похибки

Характеристики операційного підсилювача:

$$U_{op} = 1.6 \mu V/^{\circ}C; \quad I_{op} = 4 \text{ nA} / ^{\circ}C.$$

Похибка через дрейф напруги буде дорівнювати:

$$\gamma_{U_{дрQ}} = \pm \frac{\Delta U_{др}}{U_{вих}} \cdot 100\% \cdot \Delta t = \frac{1,6 \cdot 10^{-6}}{5} \cdot 100 \cdot 15 = 4,8 \cdot 10^{-4}\% \quad (8.1)$$

Похибка через дрейф струму буде дорівнювати:

$$\gamma_{I_{дрQ}} = \pm \frac{\Delta I_{др} \cdot R_{вх}}{U_{вих}} \cdot 100\% \cdot \Delta t = \frac{4 \cdot 10^{-9} \cdot 2 \cdot 10^3}{5} \cdot 100 \cdot 15 = 2,4 \cdot 10^{-3}\% ; \quad (8.2)$$

Так як похибки розподілені за нормальним законом, СКВ даних похибок при довірчій ймовірності $P=0,995$ становить :

$$\sigma [\gamma_{U_{ДРQ}}] = \frac{\gamma_{U_{ДРQ}}}{3} = \frac{0,000032 \cdot 15}{3} = 15,9 \cdot 10^{-5} \% ; \quad (8.3)$$

$$\sigma [\gamma_{I_{ДРQ}}] = \frac{\gamma_{I_{ДРQ}}}{3} = \frac{0,00016 \cdot 15}{3} = 7,93 \cdot 10^{-4} \% ; \quad (8.4)$$

АЦП вноситиме похибку квантування :

$$\gamma_{кв} = \frac{1}{2^n} \cdot 100\% = \frac{1}{1024} \cdot 100\% = 0,1\% , \quad (8.5)$$

де n – розрядність АЦП.

СКВ похибки квантування становитиме :

$$\sigma_{кв} = \frac{\gamma_{кв}}{2\sqrt{3}} = \frac{0,01}{2\sqrt{3}} = 0,029\% \quad (8.6)$$

$$\sigma_{\gamma_{нел}} = \frac{\gamma_{нел}}{3} = \frac{0,1\%}{3} = 0,033\% ;$$

Мультиплікативна похибка складається з похибки, обумовленої неточністю виготовлення резисторів R1, R2 операційного підсилювача, підключеного у зворотному зв'язку.

У резисторів типу С5-42В відхилення опору відповідає нормальному закону розподілу. Якщо допуск на опір дорівнює граничному значенню відхилення значення опору від номінального значення, при довірчій імовірності P=0,995% та при $\varepsilon R = \pm 1\%$ СКВ даної похибки становить:

$$\sigma [\varepsilon R] = \frac{\varepsilon R \cdot 15}{3} = 16,67 \cdot 10^{-4} \cdot 15 \approx 2,5 \cdot 10^{-2}\% \quad (8.7)$$

Похибка, обумовлена температурними змінами опорів резисторів визначається температурними опорами резисторів обраної групи:

$$\alpha R = TKO = \pm 50 \cdot 10^{-6} 1/^{\circ}\text{C}.$$

Тоді СКВ даної похибки становить:

$$\sigma [\alpha R] = \frac{\alpha R}{3} = 16,67 \cdot 10^{-4} \% . \quad (8.8)$$

Сумарне СКВ адитивної похибки дорівнюватиме:

$$\begin{aligned} \sigma_{\Sigma_{\varrho}} &= \sqrt{\sigma_{U_{ДРQ}}^2 + \sigma_{I_{ДРQ}}^2 + \sigma_{KB}^2} = \\ &= \sqrt{(15,9 \cdot 10^{-5})^2 + (79,3 \cdot 10^{-5})^2 + (288,67 \cdot 10^{-4})^2} = \\ &= \sqrt{(252,81 \cdot 10^{-10}) + (6288,49 \cdot 10^{-10}) + (8333036 \cdot 10^{-10})} = \\ &= \sqrt{8339577,3 \cdot 10^{-10}} = 2887,83 \cdot 10^{-5} = 0,00028 \approx 0,028\% \end{aligned} \quad (8.9)$$

Тоді сумарна адитивна похибка становитиме:

$$\gamma_{\Sigma_{\varrho}} = 3 \cdot \sigma_{\Sigma_{\varrho}} = 3 \cdot 0,028 = 0,086\% ; \quad (8.10)$$

Сумарне СКВ мультиплікативної похибки дорівнюватиме [8]:

$$\begin{aligned} \sigma_{\Sigma_M} &= \sqrt{\sigma^2 [\varepsilon R] \cdot 2 + \sigma^2 [\alpha R] \cdot 2 + \sigma_{\gamma_{нел}}^2 + \sigma_{датч}^2} = \\ &= \sqrt{0,667^2 + 0,33^2 \cdot 2 + (2,5 \cdot 10^{-2})^2 \cdot 2 + 0,033^2} = 0,815\% \end{aligned} \quad (8.11)$$

Сумарна мультиплікативна похибка буде рівною ($P=0,995$) :

$$\delta_{\Sigma} = 3 \cdot \sigma_{\Sigma_M} = 3 \cdot 0,815\% = 2,446\% = 2,5\% . \quad (8.12)$$

Похибка становитиме:

$$\gamma_{\Sigma_{\varrho}} = \gamma_{\Sigma_{\varrho}} + \delta_{\Sigma} = 0,086\% + 2,5\% = 2,532\% \approx 2,6\% ; \quad (8.13)$$

Отримані результати значень сумарної похибки вимірювальних каналів повністю задовольняють умовам завдання відносно границь зведених похибок.

ВИСНОВОК

В даному розділі проводився Розрахунок та аналіз похибки, на прикладі параметру мутності. Мультиплікативна похибка не суттєва. Тому, розраховую похибки дрейфу напруги та струму операційних підсилювачів та інші адитивні складові сумарної похибки.

Похибка через дрейф напруги буде дорівнювати $\gamma_{U_{дрQ}} = 4,8 \cdot 10^{-4}\%$.

Похибка через дрейф струму буде дорівнювати: $\gamma_{I_{дрQ}} = 2,4 \cdot 10^{-3}\%$.

Похибка каналу мутності становитиме 2,6%. Отримані результати значень сумарної похибки вимірювального каналу повністю задовольняє умовам завдання відносно границь зведених похибок.

РОЗДІЛ 9

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Дана програма може застосовуватись як невід'ємна складова мобільної лабораторії екологічного моніторингу якості довкілля та в сільському господарстві, харчовій, медичній, фармацевтичній, косметичній промисловості, комунальному господарстві.

Для розробки програмного забезпечення використовувалось середовище розробки для візуальної мови програмування від компанії National Instruments (США) - LabVIEW (Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench). В середовищі наявна велика кількість графічних елементів для реалізації зручного інтерфейсу користувача.

Характеристики якості питної води представлено в таблиці 9.1

Таблиця 9.1

Характеристика	Межі ДСТУ 7525:2014 (для програми)
Мутність	0÷2,7 NTU
Рівень водневого показника	6,5÷8,6 Ph
Температура	15÷61 °C
Концентрація солей	0÷1500 мг/дм ³

9.1 Розробка фронтальної панелі системи та блок-діаграми

Фронтальна панель складається з чотирьох полів вводу, проміжних результатів, чотирьох відповідних індикаторів та висновку щодо якості води.

Згідно оцінки можуть бути наступні висновки:

А) Відсутність вимірювань - «пусто»;

Б) Хоча б одне вимірювання температури – «вода не підлягає оцінці» або «оцінку можна проводити. вода технічна»;

В) Наявність значень по чотирьох параметрах - «оцінку можна проводити. вода технічна/вода питна».

«Вода технічна» - означає *не* питну воду.

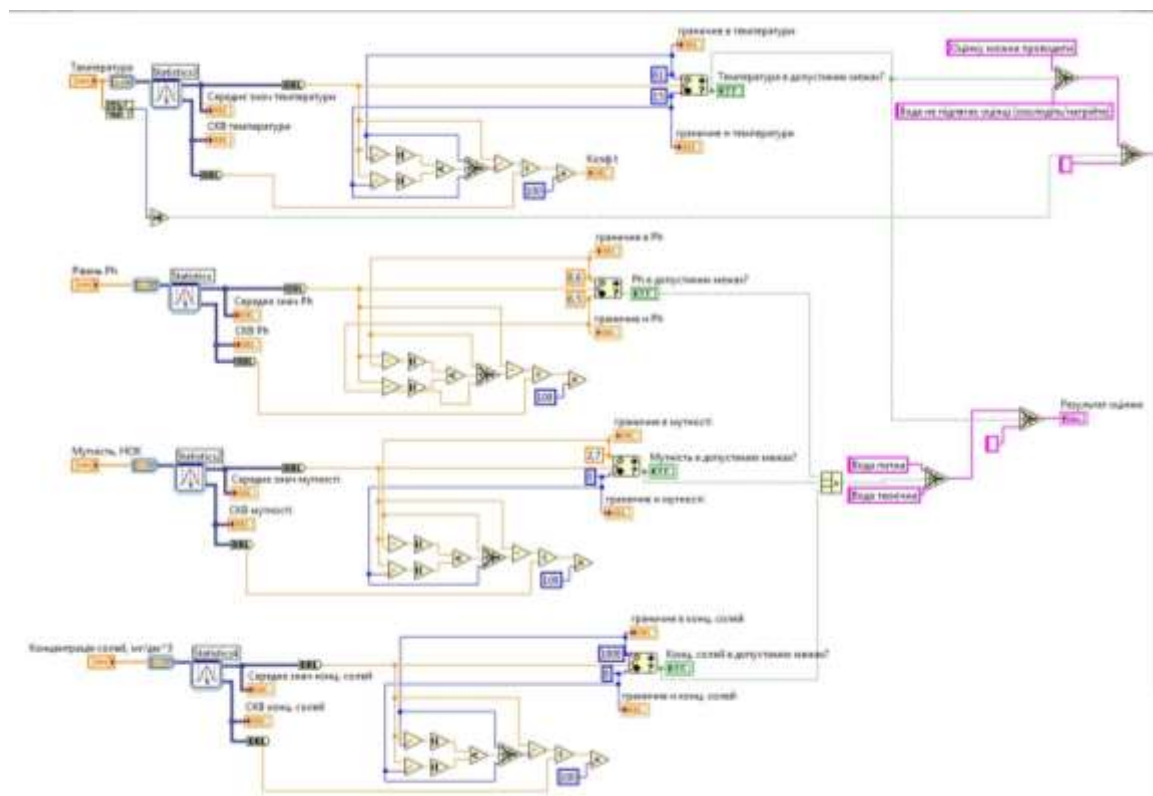


Рис. 9.1 - Блок-діаграма програмного забезпечення

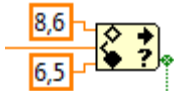
Фронтальна панель має вигляд, зображений на рисунках 9.2-9.6 .

9.2 Опис складових системи

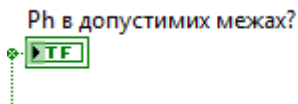
Рівень Ph



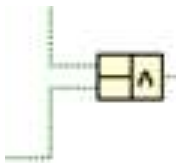
- інформація з датчика рівня Ph (температури, мутності)(control);



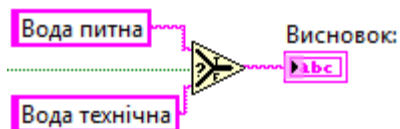
- блок порівняння з граничними межами (in range and coerce function);



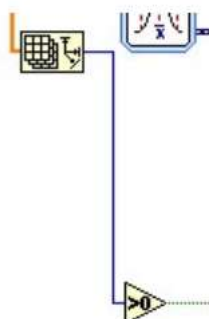
- індикатор;



- логічне і (compound arithmetic function);



- блок формування висновку (select function, ключ 0/1);



- Розмір масиву. (Повертає кількість елементів у кожному вимірі масиву) Приймає рішення про наявність вимірювань та можливість заповнення поля «висновок»

ВИСНОВОК

Як невід’ємна складова мобільної лабораторії екологічного моніторингу якості довкілля для використання в різних сферах було розроблене програмне забезпечення в середовищі LabVIEW версії 2012 року.

Розроблений зручний блок формування висновку на основі від 1 до 40 значень отриманих вимірювань чотирьох параметрів якості води відповідно до вимог ДСТУ 7525:2014.

МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Дана рекомендація діє на ІВС та встановлює методику первинної повірки та калібрування.

10.1 Обробка результатів вимірювань

Обробка результатів вимірювання відбувається згідно нормативно-технічної документації ДСТУ 7525:2014.

ІВС має забезпечити задані технічні характеристики. Аналіз отриманої інформації зводиться до кількісної та якісної оцінки результатів випробування при їх порівнянні з параметрами.

10.2 Проведення повірки

Зовнішній огляд

При зовнішньому огляді ІВС має бути без механічних ушкоджень та інших дефектів, що впливають на його працездатність; наявність чіткого маркування.

Зовнішній огляд проводять візуально, і при наявності пошкоджень повірку зупиняють до усунення дефектів.

Опробування

Для опробування ІВС необхідно включити систему та почергово виконати операції вимірювання кожним каналом вимірювання.

Основну похибку приладів у відсотках нормуючого значення обчислюють за формулою 10.1.

При вимірюванні розбивають на 10 піддіапазонів. Спочатку рухаються від нуля від мінімального до максимального значення, а потім від максимального до мінімального.

$$\gamma = \frac{N_x - N'_x}{N_x} \cdot 100\% \quad (10.1)$$

9.3 Обробка результатів повірки

Результати повірки виконуються у вигляді протоколу. Протокол має включати наступні розділи:

- об'єкт випробування;
- меті випробування;
- показники, що підлягають оцінці;
- операції повірки;
- засоби та умови повірки;
- результат випробувань;
- висновок та рекомендації.

Якщо повірка дала негативні результати, то ІВС не допускається до майбутньої експлуатації, свідоцтво анулюється. Після відновлення ІВС має бути представлено на повторну повірку.

9.3 Калібрування датчика водневого показника

1. Виберіть два стабільних буферних розчину, переважно з рН 7,0 і 10,0. В ідеалі калібрувальні розчини повинні охоплювати діапазон очікуваного значення рН проби і відстояти від нього не менше ніж на дві одиниці рН. Використовуйте кільце в нижній частині задньої панелі як утримувач склянки з буферним розчином.

2. Більшість рН-метрів автоматично розпізнають буферний розчин. Автоматичне розпізнавання буферного розчину означає, що прилад виконує автоматичне калібрування, використовуючи правильне значення рН з урахуванням температури буферного розчину. (Значення рН буферного розчину, особливо лужного, змінюється зі зміною температури). Якщо рН-метр не має функції автоматичного розпізнавання буферного розчину,

використовуйте таблицю залежності рН від температури, наведену на етикетці пляшки з буферним розчином.

3. Промийте датчик деіонізованою водою і занурте його в перший буферний розчин. Протягом декількох секунд обережно обертайте датчик в буферному розчині. Дайте температурі датчика зрівнятися з температурою буферного розчину. Після стабілізації показань рН почніть калібрування. Дотримуйтеся процедури, описаної в керівництві по експлуатації аналізатора.

4. Після калібрування датчика в першому буферному розчині вийміть його і промийте деіонізованою водою. Помістіть датчик в другій буфер і виконайте калібрування.

5. Після завершення калібрування перевірте нахил характеристики і величину відрізка, що відсікається на осі. Нахил повинен знаходитися в діапазоні від 56 до 60 мВ / рН, а зміщення - в діапазоні від -20 до 20 мВ.

ЗАМІНА розчину електроліту

Стандартний розчин електроліту може використовуватися протягом 2-3 місяців. Для заміни розчину електроліту:

1. Зніміть бутель з скоби на задній панелі. Поставте бутель вертикально.
2. Відкрутіть ковпачок і злийте залишився розчин. Щоб уникнути перекручування трубки, що йде від бутлі з електролітом, обертайте бутель, а не ковпачок. Щоб зберегти ковпачок і трубку приймача повітря чистими, використовуйте трубку з електролітом для підвішування ковпачка на скобі бутлі.
3. Залийте в бутель 500 мл стандартного розчину (PN 9210391). Одягніть ковпачок. Повертайте бутель, а не ковпачок.
4. Переверніть бутель і знову вставте її в скобу.
5. Випустіть бульбашки повітря з трубки і датчика.

- a. Відпустіть повітряний гвинт, поки він не ввійде в зачеплення, але тільки на один виток різьби.
- b. Простежте, щоб бульбашки повітря стекли по трубці з бутля з електролітом і вийшли з випускного отвору.
- c. Нехай через порт виліється приблизно 2 мл розчину. Для збору рідини використовуйте паперовий рушник.
- d. Затягніть повітряний гвинт, щоб знову закрити випускний отвір.

9.4 Калібрування датчика концентрації солей

Забезпечення точного контролю процесу, відповідності галузевим регламентам і стандартам управління якістю шляхом калібрування датчиків електропровідності.

Калібрування двоелектродного датчика електропровідності

Калібрування константи осередку і температури для датчиків 0,1 і 0,01 см⁻¹.

Калібрування відповідно до глави 645 Фармакопеї США «Електропровідність води».

Калібрування датчика електропровідності, діапазон високої електропровідності

Калібрування константи осередку і температури для датчиків в розчинах з високою електропровідністю, від 10 мкСм / см до 1 См / см.

Калібрування відповідно до глави 1644 Фармакопеї США «Теорія і практика вимірювання електропровідності розчинів».

Калібрування датчиків електропровідності

Калібрування вимірювальних електронних компонентів, а також константи осередку і температури для датчиків UniCond 0,1 і 0,01 см⁻¹.

Калібрування відповідно до глави 645 Фармакопеї США «Електропровідність води».

9.5 Калібрування датчика мутності

При нормальних умовах рекомендується виконувати калібровку не менше, ніж один раз в три місяці. Сигнальне реле переходить в аварійний стан, якщо датчик знаходиться в режимі 2. Якщо в режимі 1 протягом 15 хвилин не здійснюється введення, то датчик автоматично віз обертається в режим.

При використанні датчика у всьому діапазоні вимірювань від 0,02 NTU до 1000 NTU, повноцінна калібрування повинна здійснюватися всіма 3 стандартними розчинами (0,02 NTU, 10,0 NTU і 1000 NTU). Якщо датчик завжди експлуатується в діапазоні вимірювання нижче 10 NTU, можна здійснити тільки просту калібрування зі стандартними речовинами 0,02 NTU і 10,0 NTU.

Використання розведеного формазіна. Можливі наслідки: Неточна калібрування. Несправність в з від показань технологічними ському процесі. Розведений формазін неста- Білен. При калібрування переконайтеся, що використовується свіжий розчин формазіна. Для калібрування постарайтеся використовувати стандартний розчин фірми Prominent. Стандартні розчини більш стабільні, ніж формазін і мають мінімальний термін зберігання 12 місяців. При цьому зверніть увагу на міні-мінімальний термін зберігання, зазначений на упаковці стандартного розчину.

Стандартні розчини не повинні замерзати. Навіть на короткий час.

РОЗДІЛ 11

РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЕКТУ

11.1 Опис ідеї проекту

В Україні проблема чистої води стоїть гостро.

Фільтри, встановлені у централізованих системах водопостачання, справляються тільки з первинним (грубим) очищенням. З метою привести воду до стану придатності для пиття і приготування їжі, більшість українців використовує додаткові фільтри, але і вони не завжди є якісними.

Розглянувши в попередніх розділах вплив температури, мутності, концентрації солей та водневого показника Ph на її якість, було прийнято рішення про розробку стартап проекту.

В цьому розділі буде проведено аналіз стартап проекту Інформаційно-вимірювальна система якості питної води.

Ідея проекту полягає в тому що, оцінка вод необхідна для великої кількості підприємств та сфер, що уточнено в табл. 5.1 , а запуск приладу у масове виробництво та використання його значно зменшить кількість отруєнь від вживання в їжу не очищеної або неякісно очищеної води.

У таблиці 11.1 зображено зміст ідеї та можливі базові потенційні ринки, в межах яких потрібно шукати групи потенційних клієнтів.

1. *Товар у реальному використанні:* зовні вимірювальний елемент виглядає, як простий прилад з довжиною приблизно 20-25см, шириною 10-15см та висотою 5-7см. Живитися елемент буде від батарейок, або акумулятора. Термін експлуатації – 5 роки. Вартість до 10000грн.

2. *Товар з підкріпленням:* гарантійний термін експлуатації становить 2місяців. За бажанням замовника можлива різна варіація приладу в залежності від точності, чутливості, діапазону роботи. При підписанні договору, отримується повне обслуговування приладу.

Таблиця 11.1.

Опис ідеї стартап проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Забезпечити захист населення від вживання неякісної води	Оцінка комунально-побутових вод перед скидом.	Зменшення витрат на штрафи за скид забруднених водойм.
	Оцінка вод при водозабезпеченні сільського населення	Забезпечення людей чистою придатною для споживання водою
	Оцінка вод при використанні на підприємствах	Зменшення браку товару
	Оцінка вод при санітарних перевірках	Уникнення корупції внаслідок автоматичної передачі даних

Отже, пропонується новий спосіб реалізації вимірювальної системи. Розподілена інформаційно-вимірювальна система контролю якості води з використанням спектру первинних вимірювальних перетворювачів, які розміщуються як на вході технологічного процесу очистки і на його виході – розроблена вперше.

Далі проводимо аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї порівняно із пропозиціями конкурентів:

- визначаємо перелік техніко-економічних властивостей та характеристик ідеї;
- визначаємо попереднє коло конкурентів (проектів-конкурентів) або товарів-замінників чи товарів-аналогів, що вже існують на ринку, та проводимо збір інформації щодо значень техніко-економічних показників для ідеї власного проекту та проектів-конкурентів відповідно до визначеного вище переліку; – проводимо порівняльний аналіз показників: для власної ідеї визначено

показники, що мають а) гірші значення (W, слабкі); б) аналогічні (N, нейтральні) значення; в) кращі значення (S, сильні) (табл. 11.2).

Таблиця 11.2.

Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№ п/ п	Техніко- економічні характерис- тики ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів				W (слабка сторона)	N (нейтра- льна сторона)	S (сильна сторона)
		Мій проект	Конку- - рент1 MP 551	Конку- - рент2 Kelilon g Ph- 099	Конку- - рент3 Станція SX-751			
1.	Вартість прогр заб-ня	11000	-	-	-	-	-	+
2.	Кі-сть вим-нь	40	2	2	3	-	-	+
3.	К-сть каналів вим- ня	4	2	2	3	-	-	+
4.	Похибка рН	±0.03	±0.03	±0,1	± 0,05	-	+	-
5.	Швидкодія	-	+	+	+	+	-	-
6.	Виробництв о	Україн а	Китай	Китай	Німеччина	-	+	-
7.	Торгова марка	Water+	Ulab	Kelilon g	Hanna Instrument s	-	+	-

Після аналізу характеристик ідеї проекту було визначено, що сильними сторонами ідеї проекту є кількість вимірювань, кількість каналів вимірювання та вартість програмного забезпечення, в той час, коли у конкурентів воно відсутнє. Нейтральною стороною є похибка та торгова марка. Також, швидкодія є слабкою стороною.

11.2 Технологічний аудит ідеї проекту

В межах даного підрозділу проводимо аудит технології, за допомогою якої можна реалізувати ідею створення проекту.

Визначення технологічної здійсненності ідеї проекту передбачає аналіз складових які вказані в таблиці 11.3.

Таблиця 11.3.

Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації (мутність)	Наявність технологій	Доступність технологій
1.	Розробка повноправної системи з автоматичним винесенням результату	Фотометричний метод	Наявні	Доступні
		Фотоелектронефелометричний метод	Наявні	Доступні
		Метод Штейнер і Доту	Наявні	Доступні
		Метод Снеллена	Наявні	Доступні
Обрана технологія реалізації ідеї проекту: №2				

Проаналізувавши таблицю можна зробити висновок щодо ідеї проекту: для кращої оцінки якості води за параметром мутності, доцільне використання залежності кількості розсіяного світла та відбитого за допомогою нефелометричного методу. Відповідно до інформації можна стверджувати, що технологічна реалізація для здійснення ідеї проекту доступна. Технологічна реалізація проекту можлива, тому що всі технології наявні на ринку. Проаналізувавши усі доступні варіанти мов програмування можна зробити висновок що для реалізації проекту безперечно найбільше підходить середовище розробки LabVIEW. Калібрування датчиків буде проводитись допомогою реальних датчиків.

11.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Визначимо ринкові можливості, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкові загрози, які можуть перешкодити його реалізації.

Це дозволяє спланувати напрямки розвитку проекту із врахуванням стану ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів та потреб потенційних конкурентів.

Спочатку проведемо аналіз попиту: наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку ринку (таблиця 11.4).

Таблиця 11.1

Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

<i>№ n/ n</i>	<i>Показники стану ринку (найменування)</i>	<i>Характеристика</i>
1	Кількість головних гравців, од	4
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	100000
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Середня
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Відсутні
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Вимоги до ДСТУ, ISO
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	74 %

Середня норма рентабельності в галузі складає 74%. Порівнюючи з банківським відсотком за вкладення, робимо висновок про доцільність вкладання коштів в даний проект.

За результатами аналізу таблиці робимо висновок про привабливість ринку для входження в нього за попередньою оцінкою.

Надалі визначаємо потенційні групи клієнтів, їх характеристики, та формуємо орієнтовний перелік вимог до товару для кожної групи (табл. 11.5).

Таблиця 11.2.

Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
	Простота у використанні, правильні значення вимірних величин і миттєве отримання інформації	Промислові підприємства, заводи, бізнес-центри, міста	Фінансові можливості, річний дохід міста Особливості експлуатації	Висока якість, точність вимірних значень; швидка передача даних користувачу; оптимальне співвідношення ціни та якості

За результатами аналізу таблиці змодельовали образ потенційного клієнта, можна зробити висновок, що цільова аудиторія складається з подібних груп клієнтів, а тому відмінності в їх поведінці та різниця до вимог не становлять загрози.

Проте при застосуванні даної технології існують певні загрози. (таблиця 5.6). Тому складемо таблиці що сприяють та перешкоджають ринковому впровадженню проекту. Завдяки цьому аналізу, ми наперед зможемо уникнути цих загроз.

Таблиця 11.3.
Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1.	Висока конкуренція	Зменшення продажу	Збільшення рекламних акцій
2.	Криза	Зменшення продажу	Зменшення ціни на товар Модифікації товару нижчої якості і вартості)
3.	Економічні чинники	Зменшення кількості виробництва(або закупівель)	Зменшення ціни на масові закупівлі Впровадження кредитування
4.	Інфраструктура	Неможливість доставки товару	Відкриття представництва на найбільш близькому розташуванні до клієнта
5.	Інновації	Неактуальність	Адаптація товару, впровадження новітніх технологій
6.	Підприємство нове і маловідоме	Малий ринок послуг	Впровадження рекламних акцій

Зважаючи на те, що зовнішнє середовище, в якому організація здійснює свою діяльність, постійно адаптується під впливом різних чинників, аналіз зовнішнього середовища слід проводити регулярно. Це дозволить підприємству досить швидко виявляти наявні загрози та уникати їх.

Але поряд із колом загроз існують і певні можливості (таблиця 11.7).

Таблиця 11.4

Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1.	Високий попит на продукт	Збільшення виробництва товару та товарообігу	Збільшення одиниць товару, модифікація товару
2.	Впровадження нових технологій	Покращення основних параметрів продукту	Підвищення попиту та ціни
3.	Потреба в доступній методиці	Актуальна розробка з низькою собівартістю	Залучення іноземних інвестицій
4.	Зростання рівня доходів населення	Збільшення кількості продажів, підвищення ціни	Збільшення одиниць товару, підвищення ціни
5.	Залучення професіоналів	Підхід до кожного клієнта	Висока якість
6.	Інтерес держави	Збільшення кількості закупівель	Збільшення кількості точок продажу

Отже, різноманітність факторів, що впливають на діяльність підприємств, настільки велика, що виробники не встигають уникнути "впливу" від їхньої дії ризикують призупинити свій розвиток. Вплив будь-якого з ризиків зумовлює необхідність розвивати компенсаторні можливості, оскільки вплив таких ризиків має негативний вірогідний наслідок.

Надалі проводимо аналіз пропозиції, включаючи риси конкуренції на ринку.

Таблиця 11.5

Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1. Чиста конкуренція	Окремі покупці і продавці не можуть впливати на ціну.	Діяльність підприємства зосереджена на якості товару.
2. Національна конкуренція	Між компаніями всередині країни.	Зміна об'ємів виробництва, співпраця з метрологічними службами для забезпечення високої точності товару
3. Внутрішньогалузева конкуренція	Конкурентна боротьба між підприємствами в межах однієї галузі.	Формування ринкової вартості товару.
4. Товарно-видова конкуренція	Конкуренція між товарами одного виду.	Унікальність кожного об'єкту; створення модифікацій з розширеним функціоналом
5. Нецінова конкуренція	Вдосконалення якості продукції та умов її продажу.	Зміни у виробництві; додаткові витрати, підвищення рівня довіри клієнтів.
6. Марочна конкуренція	Конкурентні компанії пропонують подібний продукт.	Зниження цін на товар; концентрація діяльності на якісній зміні продукту. Створення власної торгової марки

Ступеневий аналіз конкуренції на ринку показав, що не дивлячись конкуренцію лідерів, у запропонованого проекту є можливість розвитку на українських підприємствах з виходом на ринок. Можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною, це створення добре відомої марки та зменшення ціни на продукцію.

Після аналізу конкуренції проведемо більш детальний аналіз умов конкуренції в галузі.

Таблиця 11.6.

Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
	Ecosoft, Акватон, Аквилон-Техно, Укрбиотал	Низький бар'єр входження в ринок	Невелика собівартість	Невелика собівартість	Є фактори загроз з боку замінників
Висновки:	Інтенсивне	є можливості входу в ринок, є невеликі потенційні конкуренти.	Збільшення співвідношення ціни та якості	Збільшення співвідношення ціни та якості	Присутнє

Детальний аналіз конкуренції в галузі за М. Портером показав, що можлива робота на ринку України так, як конкурентна боротьба неінтенсивна і прямі конкуренти більше спеціалізуються на іншому типі обладнання, також проект

повинен відповідати умовам споживачів, які в залежності від ситуації можуть змінюватись.

Після всіх аналізів визначається та обґрунтовується перелік факторів конкурентоспроможності.

На основі аналізу конкуренції, проведеного вище, а також із урахуванням характеристик ідеї проекту, вимог споживачів до товару та факторів маркетингового середовища визначається та обґрунтовується перелік факторів конкурентоспроможності . Аналіз оформлюється за табл. 11.10

Таблиця 11.7.

Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Точність	Достовірність результатів підтверджується входженнями отриманих значень в табличні норми
2	Швидка передача даних	Дає можливість миттєвого отримання параметрів для оцінки
3	Зручний інтерфейс	Забезпечує споживачу просте використання(можна пити/не можна)
4	Мобільність	Може використовуватись масштабно, на заводах, побутових приміщеннях, так і в персональних цілях
5.	Технічне обслуговування	Міжнародна технічна допомога

Таблиця 11.8.

Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін

№ п/ п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Наявність патентів	20					1	1	1
2	Велика кількість постачальників	13			1		1	1	1
3	Висока якість	20	1				1		2
4	Технічна підтримка	14		1			1		1
5.	Ціна	20					1	1	1

З таблиць 11.10 та 11.11 бачимо, що фактори конкурентоспроможності суттєві та мають великий позитивний внесок при впровадженні нового програмного забезпечення для розрахунку концентрації пилу. Основною перевагою та головним досягненням є висока якість продукту та технічна підтримка протягом всього терміну його використання споживачем.

Таблиця 11.9.

SWOT- аналіз стартап-проекту

Сильні сторони: Постійне вивчення та аналіз стану ринку, своєї позиції, пропозиції конкурентів, потреб споживачів; підтримка та розвиток іміджу.	Слабкі сторони: Недовіра(до необхідності), велике використання власних свердловин, криниць. Низька швидкодія системи
Можливості: 1. Збільшення продаж; 2. Отримання державних замовлень на отримання послуг; 3.Розширення функцій, поява нових	Загрози: 1. Цінова конкуренція в зв'язку з появою нових гравців на ринку. 2. Політичні та економічні ризики ведення бізнесу;

технологій. 4. міжнародна доставка.	3. Втрата потенційних клієнтів через недостатню технічну підтримку; 4. Поява іноземних конкурентів з товарами низької вартості 5. Збій імпорту комплектуючих. 6. Низька репутація підприємства на початку впровадження 7. Істотна кількість браку
--	---

SWOT- аналіз стартап-проекту вказав на сильні сторони, якими є отримання державних замовлень на отримання послуг, якість продукту, відповідність потребам споживачів та міжнародна доставка. А слабкими сторонами є низька репутація підприємства на початку впровадження проекту в життя та істотна кількість браку.

На основі SWOT-аналізу розробляємо альтернативи ринкового впровадження.

Таблиця 11.10.

Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№ п/п	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1	Стратегія нейтралізації ринкових загроз сильними сторонами стартапу	90%	2-3 роки
2	Стратегія компенсації слабких сторін стартапу наявними ринковими можливостями	60%	1-2 місяці
3	Проведення конференції для закордонних користувачів	50%	3-6 місяці

З зазначених альтернатив обираємо стратегію компенсації слабких сторін стартапу наявними ринковими можливостями.

11.4 Розроблення ринкової стратегії проекту

Розроблення ринкової стратегії першим кроком передбачає визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів.

Таблиця 11.11. Вибір цільових груп потенційних споживачів

№	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтований попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Промислові компанії	70%	Зростає	Наявні	Легко
2	Лабораторії	Частично готові(50%)	Зростає	-	Складно
3	Компанії, які займаються встановленням захисту населення від МП	Готові	Зростає	Наявні	Середньо
<p>Які цільові групи обрано:</p> <p>Під час аналізу потенційних груп споживачів було прийнято рішення, що компанія буде працювати із промисловими компаніями.</p>					

В якості цільових груп потенційних споживачів було обрано промислові компанії та лабораторії. Обидві групи готові сприйняти продукт. Інтенсивність конкуренції в сегменті невелика в Україні та вхід у сегмент є легким, через високий попит на внутрішній ринок.

Для роботи в обраному сегменті ринку необхідно сформувати базову стратегію розвитку.

Таблиця 11.12.

Визначення базової стратегії розвитку

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку*
1	Проведення конференції для закордонних користувачів	Проведення конференції для закордонних користувачів	Проведення конференції для закордонних користувачів	Проведення конференції для закордонних користувачів

Для обраної альтернативи розвитку проекту було обрано ексклюзивний розподіл, а стратегію лідерства по витратах, як базову стратегію розвитку. Тому що, така стратегія передбачає, що компанія за рахунок чинників може забезпечити більшу, ніж у конкурентів маржу між собівартістю товару і середньоринковою ціною.

Наступним кроком є вибір стратегії конкурентної поведінки (табл. 11.16).

Таблиця 11.13.

Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/п	Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки*
1	Ні	Буде шукати нових, а також забирати існуючих у конкурентів	Буде, з удосконаленням	Стратегія заняття конкурентної ніші

При визначенні базової стратегії конкурентної поведінки до даного проекту, який не є першопрохідцем, було обрано стратегію позиціювання. Компанія показує чим відрізняється продукт від конкурентів, чим корисний, які є переваги над конкурентами, таким чином відбувається позиціювання на особливостях, які важливі споживачу.

На основі вимог споживачів з обраного сегменту до постачальника і продукту, а також в залежності від стратегії розвитку та стратегії конкурентної поведінки розробляємо стратегію позиціювання, яка визначається у формування ринкової позиції, за яким споживачі мають ідентифікувати проект.

Таблиця 11.14.

Визначення стратегії позиціонування

№ п/ п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспромож ні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
1	Точність	На основі специфіч них, відчутних характери стик	Точність (величина похибка) до 1%, завдяки зміні датчика та використання нової методики 3 хар-к	Краще точно вимірювати, ніж гарно аналізувати
2	Збільшення чутливості	На основі специфіч них, відчутних характери стик	за рахунок зміни датчика	Швидкодія відбирає уважність, звернути увагу на темп
3	Збільшення діапазону роботи	На основі специфіч них, відчутних характери стик	за рахунок переробки конструкції приладу (правильного розташування ел. вимірювання), зміні датчиків (діапазону)	Простота – запорука якості

Результатом даного підрозділу є система рішень щодо ринкової поведінки компанії, вона визначає в якому напрямі буде працювати компанія на ринку.

11.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Під час розроблення маркетингової програми першим кроком є розробка маркетингової концепції товару, який отримає споживач. У таблиці 11.18 підсумовуємо результати аналізу конкурентоспроможності товару.

Таблиця 11.15. Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
1	Правильне значення вимірюваної величини	Точність	Точність (величина похибки) до 1%, завдяки зміні датчика та використання нової методики вимірювання
2	Робота з різними початковими умовами забруднення (до очистки)	Чутливість	за рахунок зміни датчика
3	Робота з різними видами забрудників	Діапазон роботи	за рахунок переробки конструкції приладу (правильного розташування елементів вимірювання)

Після визначення ключових переваг концепції потенційного товару було обрано вигоду, яку пропонує товар – точність, ключовими перевагами перед конкурентами є відповідна ціна та довіра до бренду, також ще одна вигода- це доступність новим користувачам, ключовими перевагами якого є наявність інструкції по експлуатації продукту.

Таблиця 11.16.

Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові		
I. Товар за задумом	Споживач отримує готовий продукт. Його можна експлуатувати без подальшої обробки		
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики	М/Нм	Вр/Тх /Тл/Е/Ор
	Точність (похибка)	Нм	Тх
	Чутливість	Нм	Тх
	Мутність	М	Тх
	Водневий показник	М	Тх
	Діапазон роботи	Нм	Вр
	Якість: відповідає нормам ДСТУ 7525:2014		
	Пакування: програмне забезпечення записане на компакт диск.		
	Марка: Water +		
III. Товар із підкріпленням	До продажу : гарантійний термін 2 роки; різні варіації приладу від потреб		
	Після продажу : знижка на наступні придбання; при підписанні договору повне обслуговування та оновлення приладу		

За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання: Потенційний товар буде захищено від копіювання за рахунок патентування технології виробництва .

За задумом проект забезпечує перевірку питної води та передає дані з бортової апаратури на програмне забезпечення. До отримання клієнти мають ознайомитися з роботою проекту, а після продажу буде технічна підтримка. За рахунок патенту та комерційної таємниці товар буде захищено від копіювання. Наступним кроком є визначення цінових меж, якими необхідно керуватися при встановленні ціни на потенційний товар, це передбачає аналіз цін товарів конкурентів, та доходів споживачів продукту (табл. 11.20).

Таблиця 11.17

Визначення меж встановлення ціни

№ з/п	Стаття витрат			Обсяги витрат в 0-й рік, тис. грн.
1.	Розробка проектних матеріалів			2
2.	Робоче проектування і прив'язка проекту			3
3.	Витрати на придбання обладнання та устаткування та пристроїв			5
4.	Витрати на приймально-здавальні випробування			2
5.	Витрати на придбання нематеріальних активів			0
6.	Оплата юридичних послуг			2
7.	Витрати на передвиробничі маркетингові дослідження і створення збутової мережі			0
8.	Витрати, пов'язані з формуванням команди			0
Разом				14
№ п/п	Рівень цін на товари- замінники	Рівень цін на товари- аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
1	10000	15000	від 100 000₴ до «необмежений»(різні підприємства, лабораторії тощо)	11000-13000 (оскільки надається більш якісні показники характеристик приладу)

Аналізувавши рівень цін на товари-замінники (близько 10000\$), товари-аналоги (близько 15000\$) та рівень доходів цільової групи споживачів (близько 100 000\$), мною було встановлено нижню 11000\$ та верхню 13000\$ межі встановлення ціни на товар, що дає перевагу над конкурентами.

Таблиця 11.18

Формування системи збуту

№ п/п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1	Клієнти купують продукт безпосередньо у компанії- розробника	1.Встановлення контакту; 2.Інформування; 3.Транспортування; 4.Продаж окремих частин; 5.Надання додаткових послуг (якщо був підписаний договір)	1.Виробник запчастин; 2.Постачальник запчастин; 3.Ми(виробники приладу); 4.Розповсюджувач нашої продукції	1. Сайт виробника 2.Договір на дострокове користування нашими технологіями

При зазначеній специфіці закупівельної поведінки цільових клієнтів, що клієнти купують продукт безпосередньо у компанії-розробника, було обрано оптимальну систему збуту - через сайт виробника так, як це найпростіший спосіб закупівлі для цільових клієнтів.

Таблиця 11.19.

Концепція маркетингових комунікацій

№ п/п	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
1	Підприємці	1.Електронна пошта; 2.Публікації (інженерні); 3.Зустрічі	Точність; Чутливість; Діапазон роботи	Показати надвисоку точність на простоту використання	Контент-маркетинг; Публікації про продукт
2	Адміністрація міста (міська рада)	1.Електронна пошта; 2. Зустрічі	1. Ціна; 2. Точність	Простота використання	Тендери

Проаналізувавши специфіку поведінки цільових клієнтів, було обрано концепцію рекламного звернення: публікація даних про продукт, науково-професійний стиль. Реклама буде поширюватись через інтернет та соціальні мережі. Завданням рекламного повідомлення є зацікавлення та поширення знань про продукт новим клієнтам, та поширення інформації про випробування товару.

ВИСНОВКИ

Узагальнюючи проведений аналіз стартап проекту можна зробити висновок що попит на продукцію є, що підтверджується позитивною динамікою ринку та потребою споживачів.

Конкуренція на ринку України в цій області не є значною, що обумовлює відносно легкий вхід на український ринок. через високий попит на внутрішній ринок.

Цільовою аудиторією є компанії, що займаються безпосередньо очисткою води, оцінкою якості води, компанії з аудиту також лабораторії та державні структури. Застосовуватиметься в сфері екології, контролю якості споживчої продукції та постачання водних ресурсів населенню.

В якості альтернативи впровадження проекту доцільно провести додаткові до продукції конференції для закордонних користувачів, оскільки ця пропозиція є і буде актуальною та цікавою для потенційних клієнтів.

Перевагою запропонованого проекту є те , що продукт відповідає потребам споживачів таких, як моніторинг природних ресурсів, стану водних об'єктів (криниць, свердловин, дамб), розвиток інфраструктури міст та інших об'єктів і процесів, які розвиваються під впливом природних і антропогенних чинників, обумовлює необхідність розробки проекту, інструкція по експлуатації та цілодобова підтримка.

Оскільки цільова аудиторія дізнається про нову продукцію переважно через Інтернет, було вирішено, що доцільнішим шляхом розповсюдження є сайт виробника.

Отже, додаткове використання метрологічного забезпечення онлайн дозволить зберігати дані стосовно стану водних об'єктів на сайті, що призведе до здешевлення системи та отримання всієї «картини» стану води на карті України. Внаслідок чого сформується на базі цих даних актуальна екологічна ситуація в регіоні та подальша можливість реагування на відхилення від норми.

ВИСНОВОК

Аналітичний огляд метрологічних та технічних характеристик відомих аналогів показав, що дані пристрої не задовольняють вимогам завдання, адже мають певні відмінності за критерієм функціональності, точності, вартості та діапазоном вимірювання необхідних величин.

При аналізі методів обрані наступні: для температури - залежність опору; для мутності кількість розсіяного та відбитого світла; для водневого показника - активність іонів водню в розчині; для концентрації солей – електропровідність. Також дослідили засіб для звітування перед громадськістю - Індекс якості води (WQI), що раніше розглядався в практичній роботі.

Формувалися вимоги до контролю якості води, а тому був проведений аналіз стандартів (Табл 5.1). Проаналізувавши стандарти зроблено висновок, що контроль якості води здійснюватиметься відповідно до вимог ДСТУ 7525:2014 «Національний стандарт України. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості».

Для схематичного зображення точки вимірюваних значень було спроектовано дві системи областей допустимих значень (рис 5.8-9), що дозволить легко зробити висновок про стан оцінюваної води.

Розроблена структурна схема ІВС. З неї видно, що до майбутнього програмного забезпечення зможе під'єднатись більше, ніж одна ІВС за допомогою міжнародного стандарту для мобільного цифрового стільникового зв'язку (GSM) . Попередній розрахунок похибок вимірювання на прикладі каналу мутності показав, що сумарна похибка вимірювання каналу становить 3,5%, а розрядність АЦП – 10.

Електрична функціональна схема, що розроблена для розробки алгоритму функціонування всієї системи була заснована на структурній схемі. Алгоритм роботи ІВС (рис. 7.3) показує процедуру вимірювання та подальшу обробку в програмі. Сумарний час вимірювання становить $t_{\Sigma} \approx 30 \text{ s}$.

Наступним етапом проводився розрахунок та аналіз похибки, на прикладі параметру мутності. Похибка каналу мутності становитиме 2,6%. Отримані результати значень сумарної похибки вимірювального каналу повністю задовольняє умовам завдання.

Як невід’ємна складова мобільної лабораторії екологічного моніторингу якості довкілля для використання в різних сферах було розроблене програмне забезпечення в середовищі LabVIEW версії 2012 року. Розроблений зручний блок формування висновку на основі від 1 до 40 значень отриманих вимірювань чотирьох параметрів якості води відповідно до вимог ДСТУ 7525:2014.

Результатом проектування стала чотирьох канална ІВС якості питної води та суміжне програмне забезпечення, що можна застосовувати для ряду подібних ІВС.

Новаторство розробки полягає досягнутих значеннях швидкодії системи та зручності використання. Перевагами такого рішення є невеликі апаратурні затрати та висока мобільність системи. Наукова новизна полягає ще й у тому, що розподілена інформаційно-вимірювальна система контролю якості води з використанням спектру первинних вимірювальних перетворювачів, які розміщуються як на вході технологічного процесу очистки і на його виході – розроблена вперше. Оптимізовано кількість параметрів якості води, необхідних для обов’язкового вимірювання.

Практична цінність даної наукової розробки полягає у тому, що дану систему можна використовувати до будь-якого технологічного процесу очистки води, а Потреба в такому метрологічному забезпеченні щороку зростає.

Додаток Б

Використані джерела інформації

1. Методичні вказівки дп для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр» та критерії оцінювання дипломних проектів /робіт спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка». Спеціалізація: «Метрологія та вимірвальна техніка»
2. Бентли М. Промышленная гидропоника. — М.: Изд-во Колос, 1965. — 819 с.
3. Жорсткість води // Словник – довідник з екології : навч.-метод. посіб. / уклад. О. Г. Лановенко
4. О. О. Остапішина. — Херсон : ПП Вишемирський В.С., 2013. — С. 87.
5. <http://econix.com/> Производство и поставка лабораторного оборудования. Комплексное оснащение лабораторий.
6. <https://water-research.net> Центр исследований водных ресурсов. Мониторинг качества поверхностных вод (WQI Calculator)
7. <https://www.mae.gov.nl.ca> Муниципальные вопросы и окружающая среда
8. <https://isp.kiev.ua> Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарева НАН України
9. ТОВ "ТД "Жива вода". <https://vodavdom.ua/ua/Product/1614>
10. <https://poltraf.ru/> ПОЛТРАФ СНГ — дочерняя компания швейцарского завода-производителя Trafig: контрольно-измерительные приборы от известных европейских производителей
11. Міністерство енергетики та захисту довкілля України. <https://menr.gov.ua/news/33011.html>
12. Мін екології_Короткий звіт щодо прогресу впровадження Протоколу про воду і здоров'я в Україні у 2016 – 2018 рр.
13. <https://publons.com/publon/17936015>
14. <https://zakon2.rada.gov.ua/> Закони України
15. National Instruments Corporation, офіційний сайт
16. Kelilong, офіційний сайт

17. United States Environmental Protection Agency. Офіційний сайт уряду США.
<https://www.epa.gov/>
18. METTLER TOLEDO. <https://www.mt.com/ru/ru/home>
19. Руководство по эксплуатации 51А-3200НР/ ред. С Июнь 2008 г
20. Руководство по монтажу и эксплуатации Датчик мутности DULCO® turb С
Типы: TUC 1, TUC 2, TUC 3, TUC 4.
21. Гавриш, О. А., Бояринова К. О., Копішинська К. О. Розробка стартап-проектів.
Конспект лекцій : навчальний посібник для студентів 152 – «Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка»; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Електронні текстові данні (1 файл: 2,88 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 188 с. URL: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/29447>

Стандарти:

22. ДСТУ 7525:2014 «Національний стандарт України. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості»
23. ДСТУ 4077-2001. «Якість води. Визначення рН (ISO 10523:1994, MOD)»,
24. ДСТУ ISO 7027-2003. «Якість води. Визначання каламутності (ISO 7027:1999, IDT)»,
25. ГОСТ 3351-74. «Вода питьевая. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности».
26. ДСТУ 4077-2001. «Якість води. Визначення рН (ISO 10523:1994, MOD)»,
27. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10)], затверджені Мінохорони здоров'я України 12.05. 2010 р., уведені 16.07. 2010 р.
28. Water Quality Standards (21 DCMR Ch. 11) (2010)(33 pp, 394 K).(Effective December 27, 2010) Regulations establishing water quality standards. Provisions are in effect for Clean Water Act purposes, with the exception of Section 1104.8. Please refer to the revised Section 1104.8 below.

Додаток Е

Технічні характеристики датчика Turbidity Sensor 4705

Operating range:

Range: (FTU)	Sensitivity: (mV/FTU)	Gain:
0 - 25	200	100x
0 - 125	40	20x
0 - 500	10	5x
0 - 2500*	2	1x

(* the sensor output is non-linear above 750 FTU)

Operating temperature: 0°C to 65°C (32°F to 149°F)

Output signal: 0-5.0Vdc

Output time constant: 0.1sec

Power requirements: 7-20Vdc

Average: 3.5mA

Peak: 6mA

RMS Noise: < 1mV

Power-up transient period: < 1sec

Light source wavelength: 880nm

Sensing distance: < 5cm (approx.) from windows

Linearity¹⁾: < 2 % deviation 0-750FTU

Temperature coefficients: < 0.05% per deg. Celcius

Depth capability: 300m (984ft)

Weight (in air): 86g (3.0oz)

Materials: ABS plastic, Epoxy,
Stainless steel 316

Electrical connection: 10-pin receptacle mating plug

Зовнішній вигляд датчика мутності представлено на рисунку Е.



Рисунок Е

Табл. - Порівняльна таблиця вимог стандартів

№	Стандарт	Параметри	Вода	Чинність	Країна
1	ДСТУ 7525:2014	Каламутність, водневий показник, сухий залишок (мінералізація загальна)	Вода систем централізованого питного постачання та нецентралізованого (фасована та нефасована)	Діє з 01.02.2015	Україна
2	ГОСТ 2761-84	Каламутність, водневий показник	Підземні та поверхневі джерела води	Дата введення 1986-01-01	СССР
3	ГОСТ 27384-2002	Каламутність, водневий показник, мінералізація загальна	Питна, природна та стічна вода	Дата введення 2004-01-01	Міждержавн ою радою по метрології
4	Норми якості води Вашингтон, округ Колумбія	Каламутність, водневий показник	проточні та нерухомі водойми, чи то штучним, чи природним, чи під землею, чи на суші,	Дата введення 27.12. 2010 р.	США
5	ДСанПіН 2.2.4-171-10	Каламутність, водневий показник, загальна жорсткість	питної, призначеної для споживання людиною	12.05.2010	Україна

Проаналізувавши стандарти зроблено висновок, що контроль якості води здійснюватиметься відповідно до вимог ДСТУ 7525:2014.

Параметри води4.vi

File Edit View Project Operate Tools Window Help

Температура										Середнє знач температури		СКВ температури	граничне н температури	граничне в температури	Температура в допустимих межах?	Коеф t
15	15	16	17	16	17	15	16	17	27	17,1	3,57305	15	61	<input checked="" type="radio"/>	58,7734	
Рівень Ph										Середнє знач Ph		СКВ Ph	граничне н Ph	граничне в Ph	Ph в допустимих межах?	
8,4	8,5	8	8,1	8,4	8,2	8,6	8,4	8,1	8,2	8,29	0,196921	6,5	8,6	<input checked="" type="radio"/>		
Мутність, НОК										Середнє знач мутності		СКВ мутності	граничне н мутності	граничне в мутності	Мутність в допустимих межах?	
2,7	2,77	2,5	2,4	2,5	2,6	0	0	0	0	2,57833	0,138624	0	2,7	<input checked="" type="radio"/>		
Концентрація солей, мг/дм ³										Середнє знач конц. солей		СКВ конц. солей	граничне н конц. солей	граничне в конц. солей	Конц. солей в допустимих межах?	
800	854	855	845	856	851	854	830	854	850	844,9	17,5591	0	1000	<input checked="" type="radio"/>		
Висновок:														Результат оцінки:		
Оцінку можна проводити														Вода питна		

Рис 9.2 – Фронтальна панель програми з задовольняючим результатом

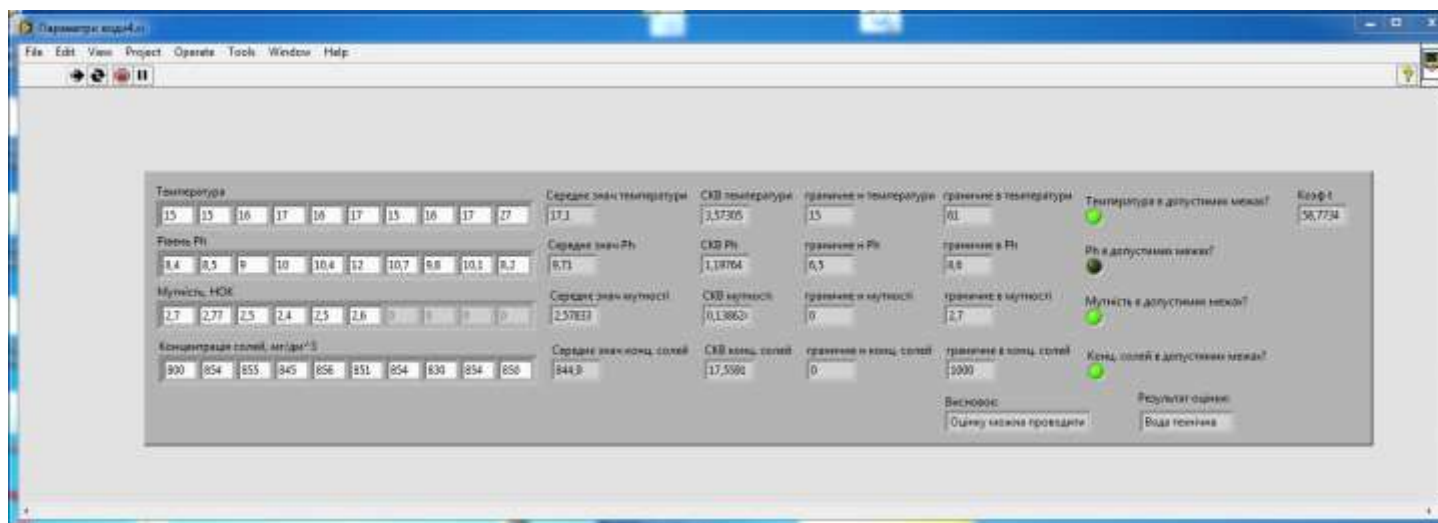


Рис 9.3 – Фронтальна панель з відхиленням допустимого значення водневого показника

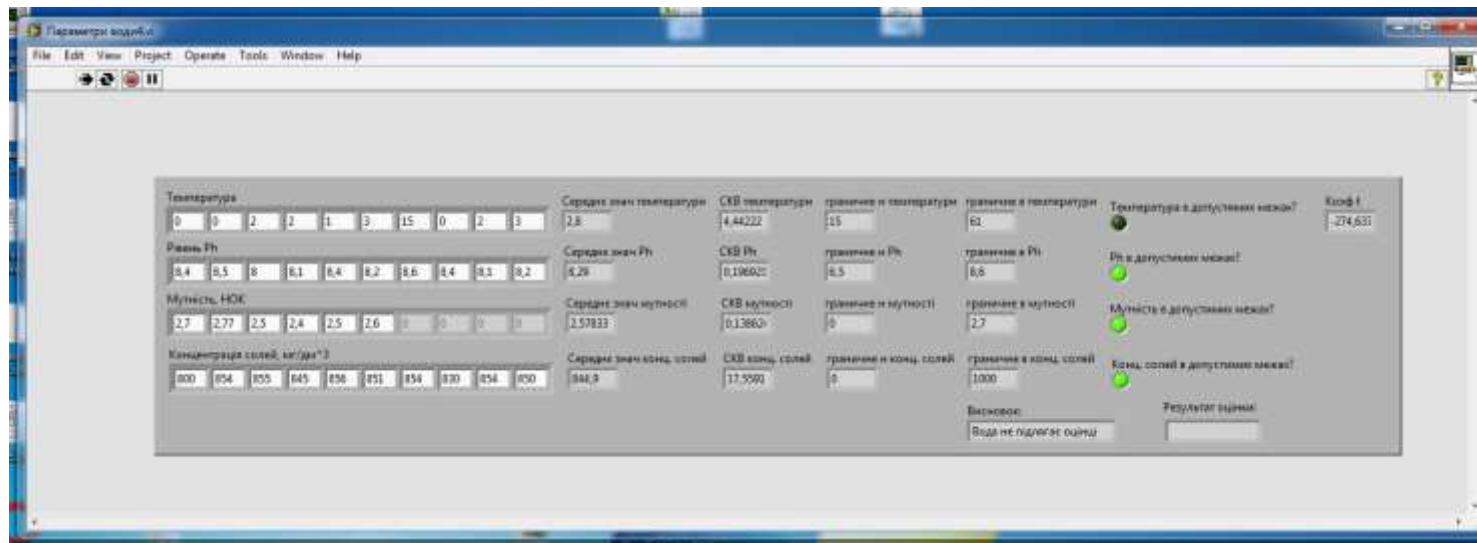


Рис 9.4 – Фронтальна панель з відхиленням необхідного значення температури для проведення вимірювання

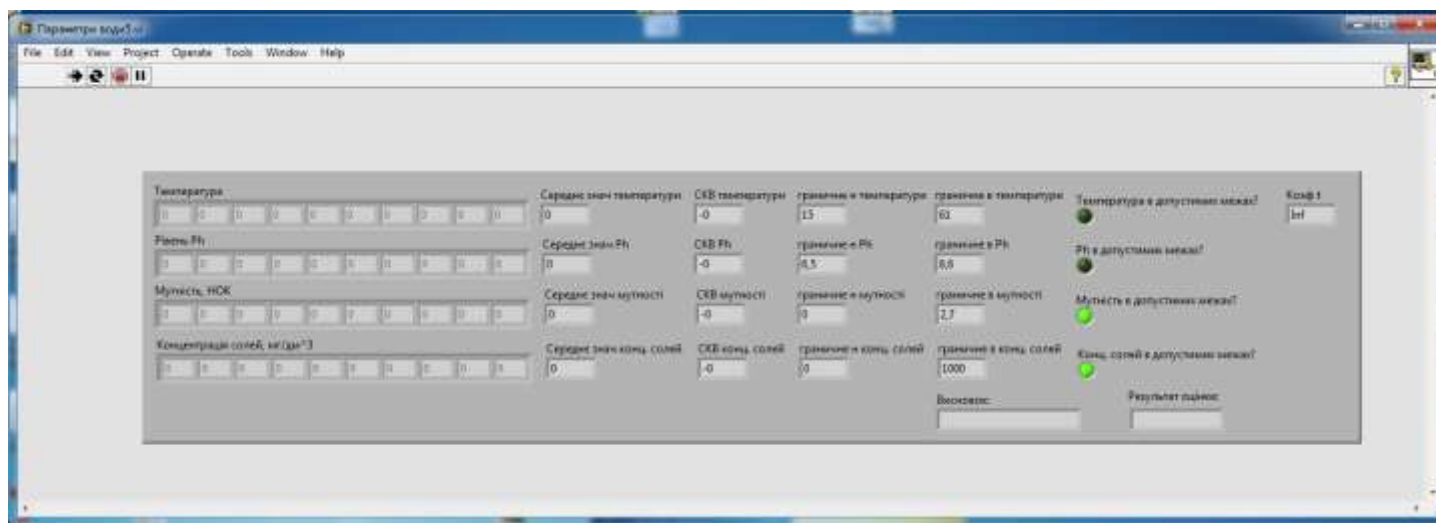


Рис 9.5 – Фронтальная панель при відсутніх даних

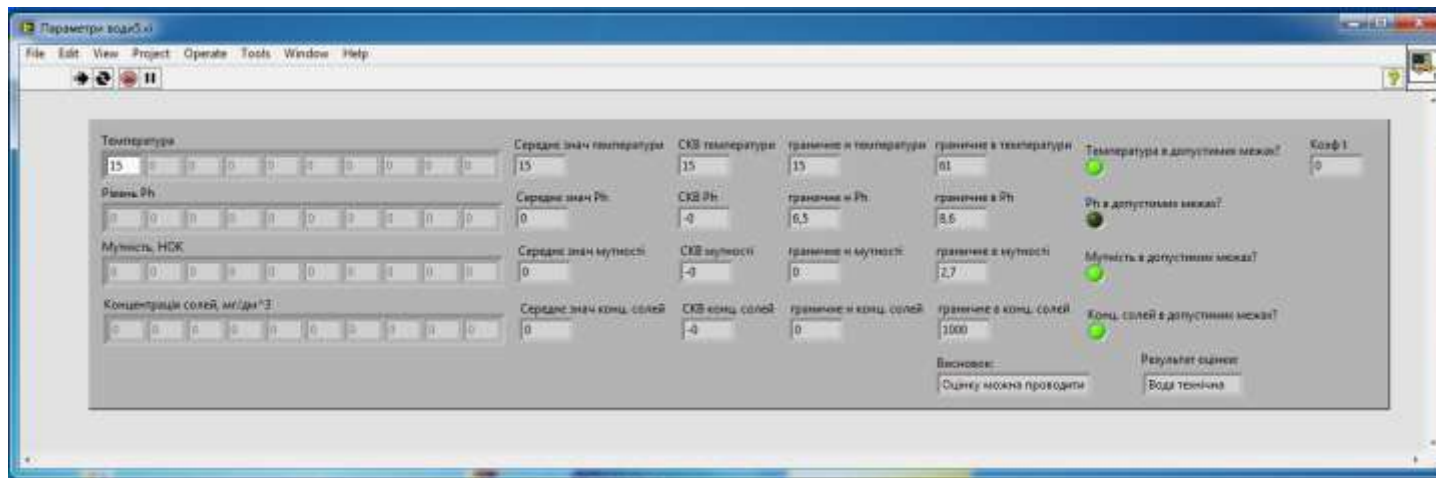


Рис. 9.6 – Фронтальная панель програми