

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії

(повна назва факультету)

кафедра автоматизації технологічних процесів і виробництв

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістра

(назва освітнього ступеня)

на тему: «Розроблення автоматизованої системи контролю
технологічного процесу очищення промислових стоків»

Виконав(ла): студент(ка) VI курсу, групи КАМ-61
спеціальності 151 «Автоматизація

та комп'ютерно-інтегровані технології»

(шифр і назва спеціальності)

(підпис) Новчук Р.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник _____
(підпис) Трембач Р.Б.
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____
(підпис) Козбур В.Р.
(прізвище та ініціали)

Завідувач
кафедри _____
(підпис) Савків В.Б.
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(підпис) Чихіра І.В.
(прізвище та ініціали)

Тернопіль 2022

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії

(повна назва факультету)

Кафедра автоматизації технологічних процесів і виробництв

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Савків В.Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«___» _____ 2022р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня магістр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

(шифр і назва спеціальності)

студенту Новчук Роману Васильовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Розроблення автоматизованої системи контролю технологічного процесу очищення промислових стоків»

Керівник роботи к.т.н., доцент Трембач Р.Б.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «11» листопада 2022 року № 4/7-895.

2. Термін подання студентом завершеної роботи 12 грудня 2022 року

3. Вихідні дані до роботи Технічні параметри стічних вод

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1) аналітична частина; 2) науково – дослідна частина; 3) технологічна частина; 4) конструкторська частина; 5) спеціальна частина; 6) охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Презентація кваліфікаційної роботи 12 аркушів формату А4

АНОТАЦІЯ

У кваліфікаційній роботі зроблена спроба розробки системи контролю концентрації розчинів поверхнево-активних речовин у водному середовищі. Реалізація результатів розробки дадуть можливість здійснювати визначення концентрації поверхнево-активних речовин в стічних водах підприємства, контролювати значення параметрів, здійснювати їх статистичний аналіз протягом тривалого часу.

В інформаційній системі данні від пристроїв збору, передаються по каналам зв'язку до комп'ютера. Локальне розташування системи визначає інтерфейс підключення, який надає системі потрібної швидкості передавання даних з пристроїв збору.

Для системи розроблено окреме програмне забезпечення для приймання даних і представлення їх в зручній для використання формі. Прості і надійні інформаційні моделі надають змогу системі легкої переробки на систему визначення концентрації інших речовин, а в даній системі однозначного визначення концентрації поверхнево-активних речовин.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК ОСНОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ	6
ВСТУП	7
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	8
1.1 Нормативні хімічні показники якості навколишнього середовища	8
1.2 Загальна характеристика системи контролю промислових стоків	13
1.3 Постановка задачі дослідження	15
2 НАУКОВО – ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	17
2.1 Класифікація первинних перетворювачів фізичних величин	17
2.2 Організація струмової петлі 4-20 мА в системах збору даних на базі інтелектуальних ПП	23
2.3 Протоколи обміну даними з інтелектуальними ПП	29
2.4 Системи збору, обробки та передачі даних MicroConverter™	33
3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	36
3.1 Динаміка розповсюдження розчинів ПАР	36
3.2 Методи очищення промислових стоків з вмістом розчинів ПАР	40
4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	49
4.1 Вимоги до системи	49
4.2 Структурні елементи інформаційної системи	50
4.3 Функціональний синтез програмного продукту	64
4.4 Інтерфейс користувача інформації	69
5 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	73
5.1 Розрахунок надійності програмного забезпечення	73
6 БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ, ОХОРОНА ПРАЦІ	77

6.1 Охорона праці	77
6.1.1 Характеристика приміщення та фактори, що мають вплив на оператора в процесі його праці	77
6.1.2 Розрахунок освітлення робочого місця оператора	80
6.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях	83
ВИСНОВКИ	93
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	94
ДОДАТОК А. ПРОГРАМА ІНТЕРФЕЙСУ	96
	99

ПЕРЕЛІК ОСНОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

ПАР	– поверхнево-активна речовина;
ЦАП	– аналого-цифровий перетворювач;
ЕОМ	– електронно-обчислювальна машина;
UART	– універсальний асинхронний приймач-передавач;
КД	– кроковий двигун;
МК	– мікроконтролер;
МП	– масштабуючий підсилювач;
МР	– молодший розряд ;
ОЗП	– оперативний запам'ятовуючий пристрій;
ПЗП	– постійний запам'ятовуючий пристрій;
Р	– регістр;
ЦАП	– цифро-аналоговий перетворювач;
БД	– бази даних;
СУД	– система управління базою даних.

ВСТУП

Охорона навколишнього середовища – складна проблема, яка потребує зусиль багатьох спеціалістів. Найбільш активною формою захисту навколишнього середовища є повний перехід на безвідходні та маловідходні технології та виробництва. Це потребує розв'язку цілого комплексу важких технологічних, конструкторських та організаційних задач, побудованих на використанні новітніх наукових досягнень. Важливими завданнями є вдосконалення технологічних процесів, створення нового обладнання з низькими викидами в навколишнє середовище, заміна токсичних відходів нетоксичними, заміна невикористаних відходів переробленими відходами, широке використання екологічно чистих відходів. додаткові методи та засоби захисту навколишнього середовища.

На території підприємства утворюються побутові, поверхневі та промислові стічні води. Поверхневі стічні води утворюються внаслідок накопичення домішок дощових, талих і змивних вод на території, даху та стінах промислових об'єктів. Основними домішками в цих водах є тверді частинки (пісок, тирса, пил, сажа), нафтопродукти (нафта, бензин), органічні та мінеральні добрива. В результаті використання води в технологічних процесах утворюються промислові стічні води, які після очищення надходять у водний басейн.

На сучасному етапі розвитку інформаційних технологій сфера екології не залишилась осторонь і все більше інформаційних систем знаходить своє застосування в цій галузі. Вони створюються з метою підвищення оперативності збору інформації, економії коштів та полегшення умов праці обслуговуючого персоналу.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Нормативні хімічні показники якості навколишнього середовища

Відповідно до законодавства України про охорону навколишнього природного середовища, з метою забезпечення екологічної безпеки населення, збереження генофонду, цільового використання природних ресурсів, визначення гранично допустимого обсягу відтворення. регулярний розвиток господарської діяльності та регулювання якості навколишнього середовища. Розуміють антропогенну діяльність, пов'язану з економічними, рекреаційними, культурними та побутовими інтересами, яка під впливом вносить фізичні, хімічні та біологічні зміни в навколишнє середовище.

Критерієм якості навколишнього середовища є знаходження відповідних показників граничних умов (нормативів), як самого впливу, так і факторів середовища, які відображають і вплив, і реакцію екосистеми, в заданих державними чи науковими стандартами інтервалах.

Головним принципом встановлення нормативів є принцип антропоцентризму, згідно якого небезпека чи безпечність речовини чи сполуки встановлюється відповідно до реакції на неї організму людини, хоча людина не є найчутливішим із біологічних об'єктів.

Державні стандарти регламентують основні норми та правила природокористування, вимоги та всі показники якості довкілля, існуючі типи контролю вмісту у довкіллі шкідливих речовин та його періодичність, відповідальність за порушення.

Головними нормативами закріпленими у стандартах при визначенні якості навколишнього середовища та безпеки його для людини є: гранично допустима концентрація (ГДК) шкідливої речовини, гранично допустимий скид (ГДС) та гранично допустимий викид (ГДВ).

Гранично допустима концентрація – це концентрація речовини чи сполуки яка при тривалому контакті виробничому чи побутовому, не може викликати захворювань або відхилень у стані здоров'я, які можна виявити сучасними методами досліджень, у теперішнього або наступних поколінь.

Гранично допустимий викид – величина викиду шкідливих речовин в атмосферу при якій не перевищуються значення ГДК жодної речовини чи сполуки присутніх у викиді.

Гранично допустимий скид – величина скиду промислових чи побутових стічних вод при якій не перевищується значення ГДК жодної речовини чи сполуки присутніх у викиді.

Згідно існуючої методики ГДК речовини чи сполуки як правило встановлюється в результаті дослідження дії даної речовини на організм піддослідних тварин, а саме визначається вплив речовини на рівні молекул, клітин, органів, організму та популяції .

На рівні молекул розглядається:

- зв'язок структури речовини з її токсичністю;
- місця ураження або точки прикладання токсиканту, зміни біохімічних процесів (наприклад: синтез білків, окислювальне фосфорілювання, фотосинтез та ін.);
- хемомутацію.

На рівні організму визначають:

- кількісні і якісні зміни обміну речовин;
- вузлові процеси, які порушують регуляцію;
- зв'язок порушення обміну речовин з розмноженням, плодючістю і якістю потомства;
- пристосованість та привикання організму до отрути та ступінь їх накопичення;
- метаболізм токсиканту в організмі;

- особливості дії на організм риб стічних вод складного складу (синергізм та антагонізм);
- вплив специфічних факторів водного середовища на стійкість риб до отрути промислових стічних вод;
- хронічна дія малих концентрацій шкідливих речовин і віддалені наслідки короткочасного контакту з високотоксичними водами.

На рівні популяції проводять дослідження:

- поведінки і зміни популяції;
- зміна біоценотичних взаємовідношень;
- зміна фауни і флори водойми.

ПАР визначаються у групі показників органічного забруднення, при встановленні якості поверхневих вод. ГДК ПАР у воді становить $0,5 \text{ мг/дм}^3$, для нейногенних ПАР – $0,1 \text{ мг/дм}^3$, ГДК тимчасове при аварійних скидах – $0,1 \text{ мг/дм}^3$. Лімітуючий показник присутності ПАР у воді органолептичний – піноутворення.

Контроль ГДК дає обмежене уявлення про стан довкілля, а багатовідомча система спостережень за станом навколишнього середовища, що існує зараз в Україні, в республіці є декілька мереж спостережень по різних компонентах природного середовища, які належать різним міністерствам та відомствам, утруднює отримання і ефективне використання інформації. Неузгодженість пунктів та часу спостережень, методик обробки результатів спостережень та багато інших факторів не дозволяє проводити комплексний аналіз стану навколишнього природного середовища.

На початку 90-х років Мінприроди України разом з іншими зацікавленими організаціями почало розробку положення про здійснення державного моніторингу за станом довкілля, як єдиного нормативного документу для усіх організацій, які проводять спостереження за станом навколишнього природного середовища.

За дорученням уряду України академією наук разом із зацікавленими організаціями та установами розроблено концепцію і довгострокову програму створення єдиної системи екологічного моніторингу (СЕМ “Україна”). Структура СЕМ передбачає багаторівневу (локальну, регіональну та національну) систему центрів збору, обробки, аналізу та передання даних про стан довкілля. Система повинна забезпечити на сучасному рівні збір, обробку, збереження та аналіз екологічної інформації, комплексну оцінку і прогноз стану природного середовища та здоров’я населення, розробку обґрунтованих рішень для прийняття ефективних рішень на всіх рівнях виконавчої влади.

Хоча проблемі екологічного моніторингу приділяється велика увага на урядовому рівні, що відбито в прийнятих законах України (“Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля” від 30 березня 1998р №391), реалізація СЕМ потребує достатню кількість акредитованих лабораторій, кваліфікованих кадрів та коштів на відбір та аналіз проб, що в умовах сьогодення дуже проблематично.

У світовій практиці оцінка небезпеки речовини чи її залишків для довкілля, згідно Директив Євросоюзу 67/548/ЕЕС та 93/67/ЕЕС здійснюється шляхом порівняння вимірної (очікуваної) концентрації речовини в навколишньому середовищі з очікуваною безпечною концентрацією, при якій не спостерігається вплив на організми досліджуваної екосистеми, ці дані отримують шляхом екстраполяції лабораторних даних про вплив цієї речовини на екосистему до концентрацій, які викликають важкий або хронічний стан.

Виходячи з інформації Національної Академії наук США система оцінки небезпеки речовини для довкілля складається з чотирьох етапів:

- визначення небезпеки;
- аналіз дози (концентрації), яка викликає стійку реакцію впливу на організм;
- аналіз контакту з речовиною;
- характеристика загрози.

Загалом ці підходи до визначення небезпеки речовини для довкілля від прийнятих у нашій країні відрізняються тільки деякими нюансами, пов'язаними із формами власності на промислові об'єкти, що становлять небезпеку для довкілля.

Найбільш прогресивним підходом вивчення небезпеки для довкілля речовини чи сполуки є концепція індустріального метаболізму запропонована у 1989 році Р.У.Ейрсом. Суть її полягає у тому, що для визначення методів боротьби із забрудненням довкілля необхідно враховувати всі процеси, за допомогою яких індустріальне суспільство, подібно до живого організму поглинає ті чи інші речовини, використовує і потім позбувається їх. Ця концепція передбачає єдиний всеохоплюючий підхід до процесів, як виробництва, так і споживання, подальший системний аналіз всіх джерел забруднення для кожної речовини та шляхів міграції забруднювачів.

Підтвердженням ефективності такого підходу були результати програми досліджень “Басейн Рейну”. Програма включала вивчення семи найбільш розповсюджених забруднювачів (кадмію, свинцю, цинку, азоту, фосфору, та довгоживучого пестициду ліндану), на жаль поверхнево-активні речовини не були досліджені.

Недоліками цього підходу є велика вартість досліджень та тривалий час спостережень за реакцією екосистем (в програмі “Басейн Рейну” задіяні дані спостережень починаючи з 1950-го року, завершити спостереження планується у 2010 році).

Отже, визначення впливу забруднюючої речовини виходячи з ГДК має ряд недоліків які потребують доопрацювання. Головним недоліком є те, що розглядається тільки прямий контакт людини з речовиною і нехтують опосередковані впливи, такі як харчові ланцюги, вторинні джерела забруднення при накопиченні в мулових відкладах та ін.

Існуючі на сьогодні нормативні методики розрахунку концентрації викидів промислових підприємств та комунальних служб засновані на достатньо

грубих моделях, вони існують розрізнено, в їх основі не закладено принцип системності. Самі методики ґрунтуються на даних багаторічних спостережень.

Вище сказане дає підстави говорити про необхідність розробки моделей багаторівневих ієрархічних систем, інформаційних систем екологічного аналізу і забруднень та стану довкілля при різному ступені антропогенного навантаження.

1.2 Загальна характеристика системи контролю промислових стоків

Інформаційні системи в даний час дуже поширені на підприємствах і з кожним роком їх все більше впроваджують в різні сфери виробництва. Якщо в одних сферах вони дуже розвинені і постійно вдосконалюються, то на інших навпаки недавно почали розвиватися. До таких відноситься і сфера очистки стічних вод після використання в виробничому процесі. Щоб якісно провести очистку, на очисних спорудах робітникам потрібно знайти концентрацію шкідливих речовин в стоках перед очисткою, по її закінченню і остаточну концентрацію викидів в навколишнє середовище.

Вміст шкідливих речовин в стоках з цехів, робиться забором з відстійників проб води шляхом визначення концентрації лабораторним методом, а в деяких випадках, коли дуже велика концентрація визначають наочним методом. Наприклад: надмірну концентрацію поверхнево-активних речовин можна побачити в відстійнику, яка виявляється великій кількості мильних бульбашок на поверхні води і підняттям осаду зі дна. Після проходження циклу очистки знову лабораторним методом визначають вміст домішок на виході і перед остаточним викидом в р. Дністер. Процедура визначення всіх шкідливих компонентів в лабораторії займає дуже багато часу, а через це не має постійної оперативної інформації про стан викидів.

По санітарній класифікації СН-245-71 до І-го класу безпеки із санітарно-захисною зоною – 1000 м.

Розвиток виробничих потужностей нерозривно пов'язаний з вирішенням екологічних проблем, які включають питання по знешкодженню промислових відходів, що утворюються в процесі виробництва продукції. На підприємстві впроваджені в експлуатацію такі природоохоронні об'єкти:

- біологічні очисні споруди;
- станція нейтралізації кислих стоків;
- установка термічного знешкодження промстоків;
- установка по мікробній очистці стічних вод від поверхнево-активних речовин;
- локальна установка нейтралізації кислих стоків виробництва активних барвників.

До рідких відходів відносяться стічні води, які розділяються на кілька потоків в залежності від методу їх очищення.

Стічні води з підвищеним вмістом кислот, лугів і інших речовин. Кислі стоки направляються на станцію нейтралізації. Тут проходить процес нейтралізації, а далі направляються для очистки на біологічні очисні споруди.

Стічні води з низьким вмістом забруднюючих речовин, умовно-чисті стоки, направляються на біологічні очисні споруди.

Господарсько побутові стоки з цехів і побутових приміщень проходять очистку на біологічних спорудах.

Дощові стоки з усієї території підприємства збираються в регулюючу ємність і відводяться на біологічні очисні споруди.

Стоки з підвищеним вмістом поверхнево-активних речовин проходять перед очистку на локальній мікробній установці і далі направляються на біологічну очистку.

Стоки, які не підлягають біологічній очистці, направляються на установку випарювання і спалювання.

Біологічні очисні споруди включають в себе:

- споруди перед очистки;

- станцію нейтралізації кислих стоків;
- локальну установку очистки поверхнево-активних речовин;
- нагромаджувачі стоків;
- споруди по очистці фекальних стоків і дощових стоків.
- основні біологічні споруди:
 - аеротенки;
 - відстійники.
- споруди доочистки стоків:
 - став-аератор;
 - контрольний став.

Отже, всі стічні води, які утворюються на підприємстві, проходять очистку через три фази ретельної очистки тому на виході майже виключається можливість викиду забруднень в басейн р.Дністер. Хоча при виході з ладу системи біологічної очистки це не виключається.

1.3 Постановка задачі дослідження

З вище описаного видно що всі стоки, які утворюються на підприємстві в цехах після перекачки по трубах попадають у відстійник. Звідти потрапивши в цех біологічної очистки вони проходять кожен свою специфічну очистку. Саме в відстійниках, перед очисткою, поверхнево-активні речовини вимивають осад з дна, який зі стоками насосом закачується в цех біологічної очистки. На вході в цех постає проблема забруднення фільтрів через які закачуються стоки. Через це забруднення зупиняється технологічний процес, для очистки фільтрів. В зв'язку з такими зупинками підприємства нас цікавить, який саме цех скинув надмірну кількість.

З впровадженням цієї системи обслуговуючий оператор буде постійно мати інформацію про концентрацію викидів поверхнево-активних речовин з цехів, загальне значення перед і після очисних споруд.

Задачею кваліфікаційної роботи є розробка інформаційної системи збору даних від давачів розташованих на стічних трубах підприємства. Система повинна забезпечувати оперативну передачу даних до комп'ютера, для обробки і надавати оперативну інформацію про стан на об'єкті. В стічних водах підприємства треба визначити концентрацію поверхнево-активних речовин. Програмне забезпечення повинне забезпечувати достовірну обробку інформації, а також зручний для користувача інтерфейс. В разі аварійної ситуації, тобто перевищенні норми викидів подавати візуальну і звукову сигналізацію. Передбачити вихід на глобальний рівень – передачу інформації керівництво в інший корпус.

Обробка результатів має вестися програмою і надаватись на екрані дисплея в вигляді значень концентрації поверхнево-активних речовин в промислових стоках.

2 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

2.1 Класифікація первинних перетворювачів фізичних величин

Велика кількість типів первинних перетворювачів фізичних величин та специфіка їх застосування призводить до неоднозначності їх класифікацій. Деякі класифікації призначені для споживачів, інші призначені для спеціалістів, що займаються вивченням властивостей різних фізичних середовищ та для розробників, що займаються розробкою і практичним застосуванням ПП. Тому доцільним є застосування різних класифікаційних схем, кожна з якої орієнтована на своє коло спеціалістів та різні галузі застосування.

Відповідно до одного із визначень [2] первинний перетворювач є конструктивно вирізненою сукупністю перетворювачів, що сприймають одну або декілька вимірюваних величин і перетворюють їх у вимірювальні сигнали. Споживач сприймає цю сукупність перетворювачів, як єдине ціле - в якому підлягають аналізу та обробці тільки вхідні та вихідні дані, тобто вимірювана величина, вихідна величина та метрологічні характеристики (МХ). Саме параметри характеризують основні властивості об'єктів, що підлягають класифікації, і наукова класифікація повинна використовувати ознаки, від яких залежать ці властивості.

Однак, визначення ознак, від яких безпосередньо і достатньо повно залежать МХ, не є можливим внаслідок того, що ті чи інші якісні характеристики досягаються різними шляхами. Тому, в деяких випадках, доцільно здійснювати класифікацію ПП фізичних величин безпосередньо за їх метрологічними характеристиками.

Першою, найбільш важливою для класифікації ознакою є вимірювана величина. Якщо вимірюваних величин декілька, ПП має бути віднесений до кожної з вимірюваних величин з посиланням на інші. МХ і вихідна величина в даному випадку повинні характеризувати ту частину ПП, яка відноситься до окремої вимірюваної величини. Вихідні величини первинних перетворювачів

класифікуються, перш за все, за видом модуляції вихідного сигналу (амплітудна, частотна, фазова або кодова). Первинні перетворювачі з амплітудною модуляцією поділяються на генераторні (вихідна величина - напруга або струм) і параметричні (вихідна величина – опір, ємність або індуктивність). Класифікація первинних перетворювачів за вихідною величиною представлена на рис. 2.1.



Рисунок 2.1 - Класифікація первинних перетворювачів за вихідною величиною

В первинних перетворювачах, як і в інших засобах вимірювань, розрізняють наступні групи метрологічних характеристик [3]:

- характеристики перетворення вимірюваних величин (діапазон і коефіцієнт перетворення);
- характеристики взаємодії з об'єктом та іншими засобами вимірювання (вхідний і вихідний імпеданси);
- характеристики похибки (похибка в лабораторних умовах, вплив факторів зовнішнього середовища, статичні і динамічні характеристики);
- інші групи МХ, що встановлюються і нормуються при необхідності.

Метрологічні характеристики використовують неперервні шкали діапазонів вимірювання, які при класифікації діляться на частини. Діапазони перетворення доцільно ділити на три частини: малих, середніх та великих значень. Таке ділення є умовним, але використовується у багатьох випадках.

Характеристиками взаємодії ПП з об'єктом і зовнішніми засобами вимірювання є його вхідний та вихідний імпеданси. Але внаслідок того, що на вході ПП, як правило, присутня неелектрична величина, вхідний імпеданс вказується рідко. Вхідний імпеданс може бути визначений тільки в тих випадках, коли вимірювана величина представляє силу, переміщення, швидкість або прискорення в узагальненому розумінні, що можливо тоді, коли для даного фізичного процесу можуть бути вказані еквіваленти цих величин. Ця проблема в даний час вирішена для переважного ряду областей, в результаті чого створені електромеханічні, електроакустичні, електротеплові та інші аналоги.

Вхідний імпеданс первинного перетворювача пов'язаний також з іншими його характеристиками, наприклад, імпеданс вібродавача пов'язаний з його масою. Ці характеристики визначаються простіше і вказуються в паспортних даних, за якими можна робити висновок про імпеданс ПП, для якого в класифікації доцільно передбачити дві градації – низький і високий. Це відноситься і до вихідного імпедансу, визначення якого є простим, оскільки він є величиною електричною.

За значенням похибки в лабораторних умовах первинні перетворювачі розділяють на високоточні (до 0.1 %), точні (0.1 – 0.3%), середньої (0.3 – 1.5%) і низької (більше 1.5%) точності.

За чутливістю до впливу зовнішніх факторів ПП можна розділити на такі, що мають малу та велику чутливість (відповідно окремо по кожному фактору). Єдиною формою визначення такої чутливості може бути відношення відповідної похибки в діапазоні зміни фактору, що впливає, до похибки в лабораторних умовах.

Враховуючи, що повні динамічні характеристики ПП приводяться рідко, а для нелінійних давачів взагалі не визначаються, здійснювати класифікацію краще за частотною динамічною характеристикою – частотним діапазоном або часом реакції, в залежності від вимірюваної величини. Конкретні значення характеристик в загальному випадку повинні бути різні для різних вимірюваних величин, інакше останні характеризують процеси, що відбуваються з різною швидкістю. На рис. 2.2 приведена класифікаційна схема, побудована на основі аналізу метрологічних характеристик первинних перетворювачів фізичних величин.

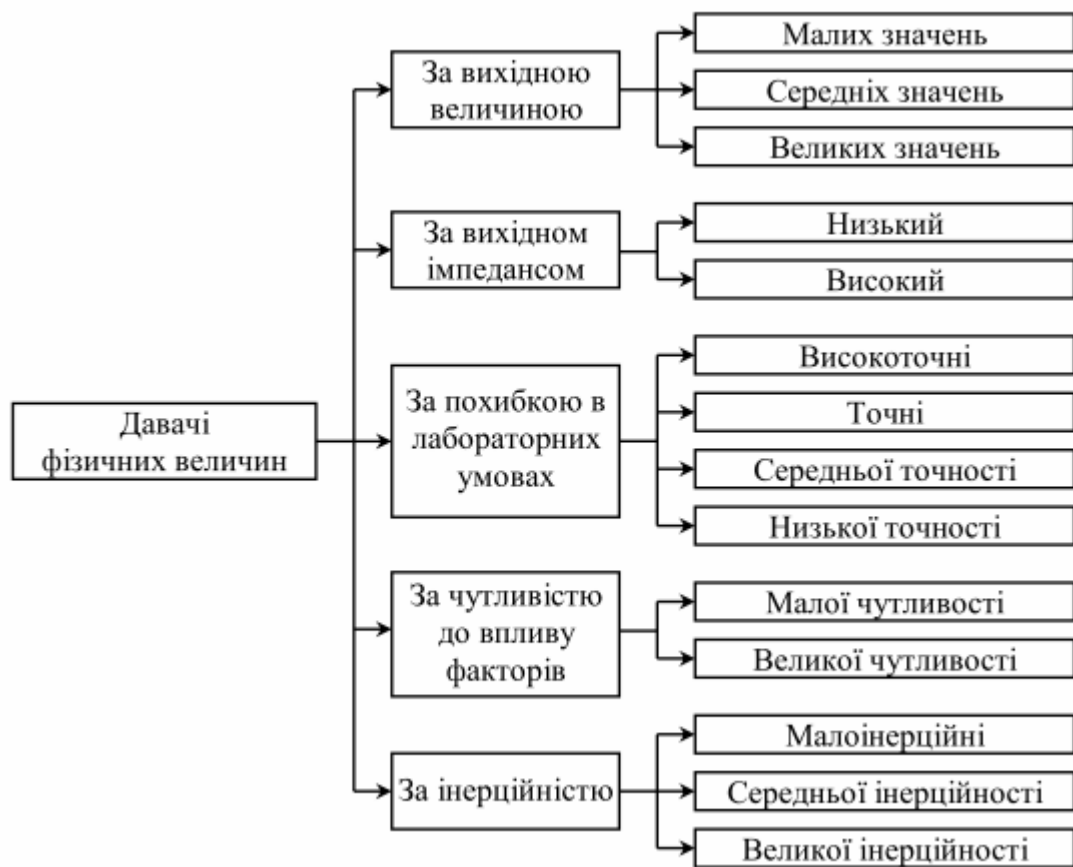


Рисунок 2.2 – Класифікація первинних перетворювачів за метрологічними характеристиками

Іншому колу спеціалістів потрібна, перш за все, класифікація за принципом дії, що залежить від конструкції ПП, однак наслідком неоднозначності таких класифікацій є велика кількість різних типів давачів за

принципом дії та конструкцією. У зв'язку з чим, простіше і природніше класифікувати елементи ПП. По-перше, їх менше, ніж можливих їх комбінацій. По-друге, для їх класифікації простіше знайти класифікаційні ознаки. Спроби поділу елементів первинних перетворювачів і фізичних ефектів на групи здійснювались неодноразово. Загальною рисою цих спроб є звернення до існуючого поділу фізики на розділи, що не завжди дає позитивний результат, внаслідок їх пересічення і породжує надлишкову деталізацію.

В будь-якому майже первинному перетворювачі, головну роль, визначають два перетворювачі – до якого підводиться вимірювана величина, і на виході якого формується найважливіша для даного типу ПП електрична величина. Досить часто вони об'єднані в одному елементі, або не можуть бути розділені конструктивно. Під перетворювачем розуміється за фізичним явищем (ефектом), покладеним в основу функціонування ПП та його конструкції елемент, що реалізує один фізичний ефект, тобто фізичну закономірність, яку на сучасному рівні знань неможливо або недоцільно розділити на частини, що слідує одна за одною.

Практичну значимість дає класифікація головних елементів ПП, яка використовує ознаку подібності фізичного середовища. Незважаючи на відносність цього поняття, позитивний результат може бути одержаний, якщо класифікацію здійснювати за характером фізичного середовища, в якому здійснюється перетворення [4].

Під характером фізичного середовища мається на увазі, перш за все, степінь її однорідності: є середовище гомогенним чи гетерогенним. При цьому береться до уваги принципова гетерогенність, тобто така, лише в якій і може мати місце визначений ефект. Від неї слід відрізнити конструктивно-технологічну гетерогенність, яка необхідна для виявлення ефекту.

Гомогенні середовища відрізняються за їх агрегатним станом (тверде тіло, рідина, газ). Іншими ознаками є електрична, магнітна і оптична провідність.

За електричною провідністю середовища поділяються на провідники, напівпровідники та діелектрики. За магнітною – на діа-, пара-, і ферромагнетики.

В залежності від оптичної провідності середовища давачі достатньо поділити на прозорі та непрозорі. Класифікація гомогенних середовищ приведена на рис. 2.3.



Рисунок 2.3 – Класифікація гомогенних фізичних середовищ

Внаслідок великої кількості гетерогенних класифікаційних ознак, доцільно обмежитись найбільш вживаними типами давачів. В межах одного виду перетворювачі об'єднує принципова єдність головної конструктивної складової, тобто такої, яка не існує в перетворювачах інших типів.

Основні види гетерогенних середовищ, що використовуються первинними перетворювачами:

- кінематична передача;
- механічна система в потоці рідини або газу (для нерухомого і рухомого тіл);
- пара електродів, розділена електролітом (для рідкого і твердого електролітів);

- пара електродів, розділених діелектричним проміжком (для вакуумного, газового і твердотілого проміжків);

- контакт двох різнорідних провідників або напівпровідників;

- контур або сукупність контурів зі струмами в магнітному полі (один контур або декілька індуктивно не зв'язаних контурів, індуктивно зв'язані контури);

- тіло або система, під дією світлового потоку (світловід, напівпровідникові оптопари, кодові шкали).

Враховуючи різні системи класифікації первинних перетворювачів фізичних величин недоцільно проводити єдину узагальнену їх класифікацію. Як і в інших галузях техніки, де проводиться класифікація різнотипних об'єктів, на передній план повинна виступати практична значимість класифікації, яка визначає різні підходи до класифікаційних схем.

Одним із видів оцінки похибок ПП є розрахункова оцінка, яка зменшує затрати і час на оцінку, виключає необхідність складних експериментів, або обмежує їх кількість. Крім того експериментальна оцінка не завжди є можливою, якщо похибки є наслідком багатьох факторів, що мають випадковий характер. Натомість калібрування проводиться при досить визначених умовах. Під розрахунковою оцінкою розуміється процедура, при якій здійснюється сумування окремих складових.

Повна і коректна оцінка включає наступні етапи: виділення та дослідження джерел похибок; експериментальне або розрахункове визначення похибок; сумування складових узагальненої похибки.

Джерела похибок:

- вплив первинного перетворювача на об'єкт;

- технологічні відхилення конструктивних параметрів від їх номінальних значень (до конструктивних параметрів відносяться характеристики матеріалів, розміри деталей, показники якості виготовлення, параметри електронних компонентів).

- вплив факторів зовнішнього середовища (до них слід віднести динамічну похибку ПП фізичних величин, оскільки до таких факторів відноситься швидкість зміни вимірюваного середовища, а також відхилення характеристик ПП в часі – старіння, як результат впливу часу);

- гістерезис функції перетворення;

- квантування вихідного сигналу, якщо в ПП здійснюється кодова модуляція;

- неточність калібрування.

Якщо параметри і фактори, що діють на давач є випадковими величинами, необхідним є визначення законів їх розподілу. Визначення цих законів є найбільш трудомістким етапом метрологічного аналізу.

Характеристика розподілу значень конструктивних параметрів в межах їх технологічних допусків визначається прийнятими технологіями і контрольно-вимірювальними засобами, що використовуються. При цьому користуються трьома найбільш вживаними законами розподілу, що мають чіткі границі, за межами яких вироби бракуються:

- нормальний закон, що усікається в межах допуску;

- рівномірний закон у визначених межах;

- рівномірний закон на всьому діапазоні.

Можна виділити наступні методи оцінки похибок [5]: метод середньоквадратичних значень; векторно-аналітичний метод; статистичний метод.

Методи на основі середньоквадратичних значень дають можливість простого, але приблизного аналізу, до результатів якого не ставляться високі вимоги.

Векторно-аналітичний метод є найбільш складним і відповідно найбільш інформативним. Даний метод використовується у відповідальних випадках, коли вплив джерел похибок повинен бути вивчений глибоко і всесторонньо. При цьому повинні бути передбачені різні умови експлуатації, а експеримент є практично неможливим, або пов'язаний з великими затратами.

Для більшості випадків доцільним є використання статистичного методу, який забезпечує простоту та інформативність метрологічного аналізу.

При оцінці похибок первинних перетворювачів фізичних величин, показано переваги розрахункової оцінки похибок ПП (процедура сумування окремих складових приведеної похибки), яка зменшує затрати і час на оцінку, виключає необхідність складних експериментів, або обмежує їх кількість.

Крім того в сучасній схемотехніці первинних перетворювачів фізичних величин формується новий клас, який передбачає інтегроване виконання первинних перетворювачів фізичних величин разом із схемами підсилення, лінеаризації, нормування, аналого-цифрового перетворення (АЦП), калібрування та цифрової обробки сигналів. Даний клас відносять перетворювачів до “інтелектуальних” сенсорів, для яких доцільно вводити додаткові класифікаційні ознаки такі як: програмований коефіцієнт підсилення, розрядність та швидкість перетворення АЦП, наявність схем калібрування та фільтрації сигналів, тип процесора цифрової обробки даних, вихідний інтерфейс та інш.

2.2 Організація струмової петлі 4-20 мА в системах збору даних на базі інтелектуальних ПП

Для систем збору даних та управління промисловим обладнанням широко використовують в якості лінії передачі даних струмову петлю 4-20 мА. Більшість первинних перетворювачів і виконавчі механізми створюються спеціально під даний режим управління [6].

На рис. 2.4 показано як дистанційно керований виконавчий механізм управляється за допомогою струмової петлі зі сторони приміщення центрального пульта управління. Слід відмітити, що вихід передавача на виконавчий механізм регулюється ЦАП, в даному випадку AD420.

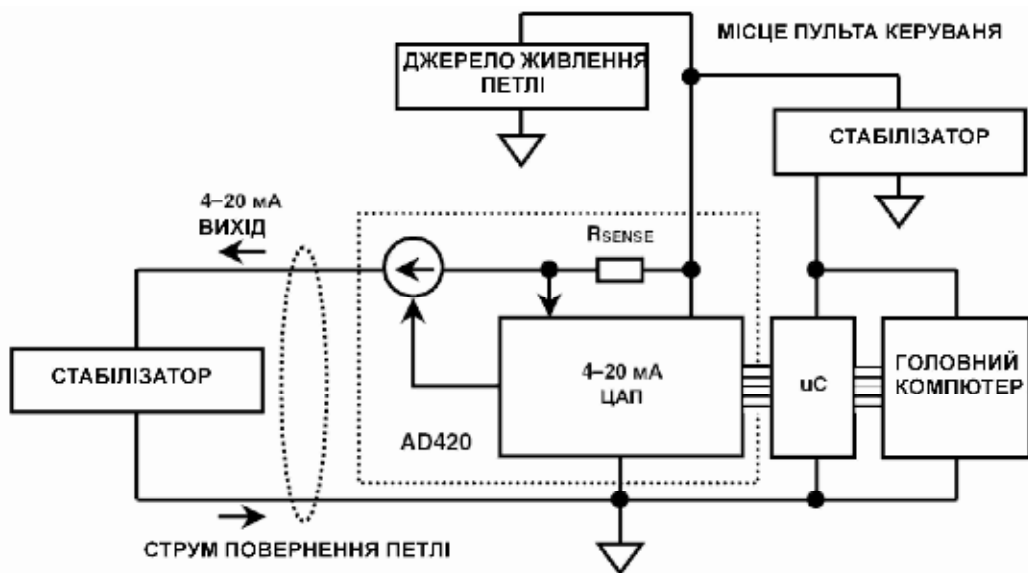


Рисунок 2.4 - Використання струмової петлі 4-20 мА для дистанційного управління виконавчим механізмом

Весь процес відбувається під управлінням центрального комп'ютера, який підключається до мікроконтролера і AD420. На даній схемі показано тільки один виконавчий механізм, але реальна система промислового управління містить більше число виконавчих механізмів і первинних перетворювачів фізичних величин. Вихід нуля шкали ЦАП складає 4 мА (а не нуль), а його верхня границя (повна шкала) – 20 мА. Вибір ненульового вихідного струму для нульової точки дозволяє передавачеві визначити факт розриву кола і одночасно дозволяє жити віддалений перетворювач через ту ж саму петлю, якщо струм споживання останнього менше 4 мА.

Багато з кіл, що входять до складу пульта управління, живляться безпосередньо від джерела живлення петлі, напруга якого знаходиться в діапазоні від 12 В до 36 В. Але часто цю напругу необхідно стабілізувати для живлення таких пристроїв як підсилювачі, АЦП і мікроконтролери. Струм петлі вимірюється за допомогою резистора R_{sense} , який фактично входить до складу IC AD420. Внутрішній ЦАП AD420 представляє собою 16-розрядний сигма-дельта ЦАП. Наявність послідовного цифрового інтерфейсу дозволяє легко з'єднати його з мікроконтролером.

На рис. 2.5 показано “інтелектуальний” первинний перетворювач з виходом 4-20 мА з живленням від струмової петлі. Для того щоб, дана схема працювала, повний сумарний струм всіх елементів її схеми повинен бути не більшим 4 мА. Ядром цієї схеми є ІС AD421, 16-розрядний ЦАП, що живиться від струмової петлі. Струм внутрішнього ЦАП 4-20 мА, а також частина струму повернення, що залишилася, яка вимагає для живлення AD421 та інших елементів схеми, протікає через вимірювальний резистор R_{sense} . Вимірювальне коло компенсує цю залишкову частину струму повернення і гарантує, що повний струм повернення буде дорівнювати струму ЦАП, який відповідає коду, встановленому на ньому мікроконтролером.

Вихід первинного перетворювача квантується сигма-дельта АЦП AD7714/AD7715. Слід відмітити, що повний струм, який споживається колом є меншим необхідного максимуму 4 мА. AD421 містить коло стабілізатора живлення, який керує затвором внутрішнього МОН-польового транзистора і встановлює напругу живлення із ряду 3, 3.3 або 5 В. Таким чином, максимальна напруга в петлі обмежується тільки напругою пробою МОН транзистора.

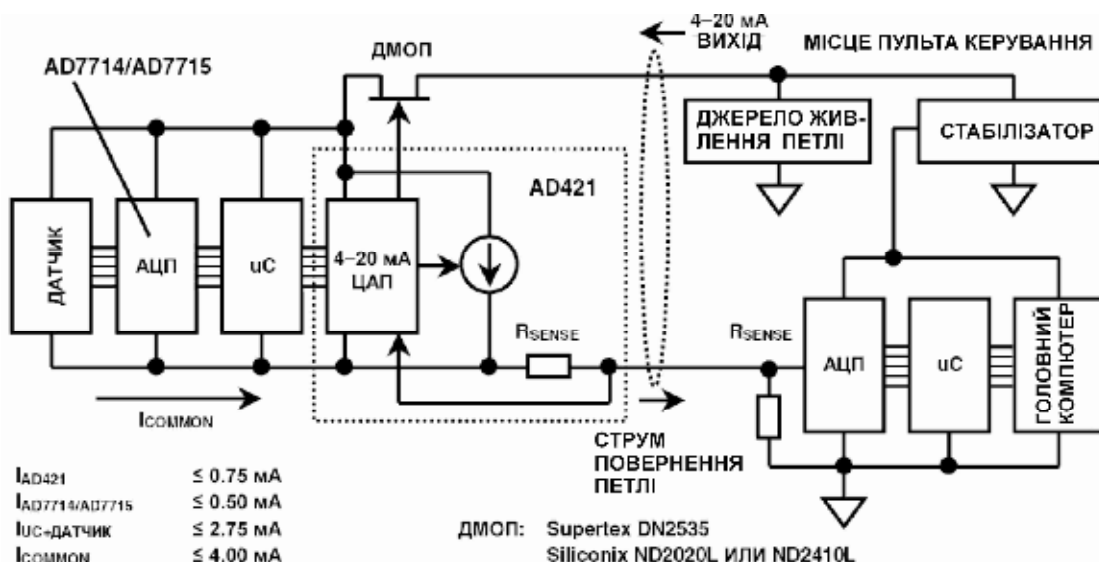


Рисунок 2.5 - Інтелектуальний первинний перетворювач з живленням від струмової петлі 4-20 мА

Протокол HART використовує метод частотної модуляції у відповідності з комунікаційним стандартом (Bell202), який є одним із декількох стандартів, що

використовуються при створенні систем передачі цифрових сигналів по телефонних лініях. Цей метод використовується для накладання сигналів цифрового зв'язку на струмову петлю 4-20 мА, яка з'єднує приміщення пульта управління з віддаленим передавачем. Для представлення двійкових "1" і "0" в протоколі використовуються дві різні частоти 1200 Гц і 2200 Гц відповідно. Ці гармонічні сигнали низького рівня, з середньою величиною рівною нулю, накладаються на сигнал постійного струму. Дана схема дозволяє одночасно використовувати аналогову і цифрову підсистему зв'язку.

При цьому, ніяких складових постійного струму не додається до діючого струму петлі 4-20 мА, не враховуючи цифрові дані, які передаються по цій лінії. Фаза сигналу частотної модуляції постійна, таким чином, в петлі 4-20 мА не будуть наводитися високочастотні складові (в результаті процесу модуляції). Тому відповідні аналогові схеми будуть продовжувати нормально працювати в системі, яка використовує протокол HART, оскільки низькочастотна фільтрація (і без того постійно існуюча) ефективно режектує (виключає) цифровий сигнал. Низькочастотний однополюсний фільтр з частотою зрізу 10 Гц зменшує величину впливу від зв'язного сигналу до $\pm 0.01\%$ від верхньої границі шкали. Протокол HART передбачає, щоб головні пристрої (головна система управління) передавали в лінію сигнал напруги в той час, як другорядний (або локальний, периферійний, цеховий) пристрій повинен повертати струмовий сигнал. Струмовий сигнал перетворюється у відповідну напругу резистором навантаження петлі в приміщенні пульта управління.

На рис. 2.6 наведена блок-схема інтелектуального інформаційно-вимірювального передавача. Інформаційно-вимірювальний передавач – це такий передавач, в якому функції його мікропроцесора розділяються між виконанням первинних вимірювань з генерацією вимірювального сигналу, і управлінням підсистемою зв'язку, яка дозволяє встановлювати двосторонній зв'язок по тих самих лініях, по яких передається вимірювальна інформація.

Інтелектуальний передавач, з протоколом HART, є прикладом такого інтелектуального інформаційно-вимірювального передавача.

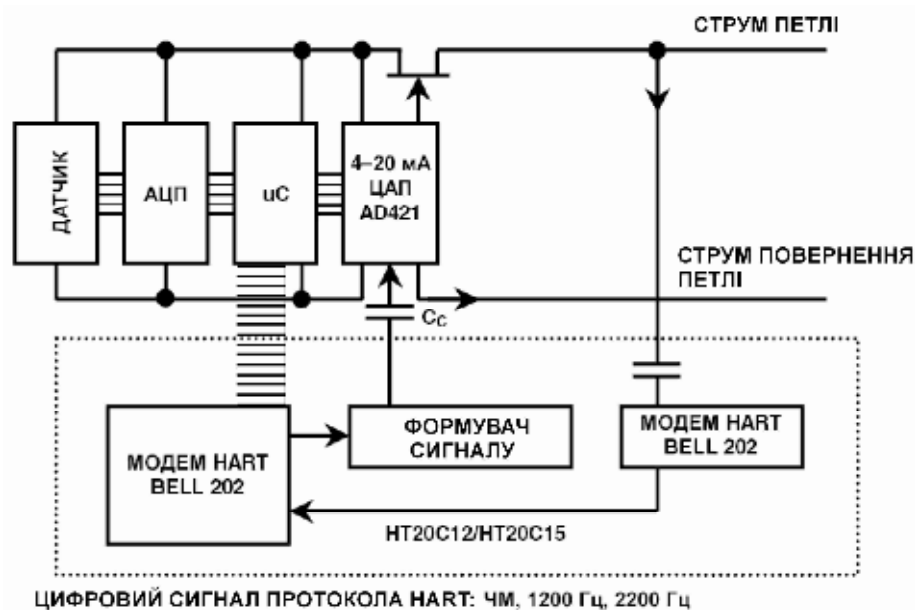


Рисунок 2.6 - Дистанційний інтелектуальний передавач з протоколом HART, що використовує ЦАП AD421 зі струмовою петлею 4-20 мА

Дані, які передаються у відповідності з HART-протоколом в струмову петлю, зображену на рис. 2.6, приймаються передавачем, використовуючи смуговий фільтр та модем і далі поступають в асинхронний послідовний порт мікроконтролера або в порт модему. В зворотньому напрямку тональні сигнали з HART-модему формуються і через розділювальний конденсатор C_c передаються на вихід AD421. Блок, який містить модем BELL202, формувач сигналу і смуговий фільтр, випускається у вигляді закінченої конструкції фірмою Symbios Logic, Inc., модель 20C15 і фірмою SMAR Research Corporation, модель HT2012.

2.3 Протоколи обміну даними з інтелектуальними ПП

HART-протокол є лише одним з багатьох стандартів, які використовуються в промислових мережах. Більшість промислових мереж працюють незалежно від аналогових ліній 4-20 мА і багато з них призначені для

підключення (прямого або непрямого, вторинного) інтелектуальних датчиків, як зображено на рис. 2.7.

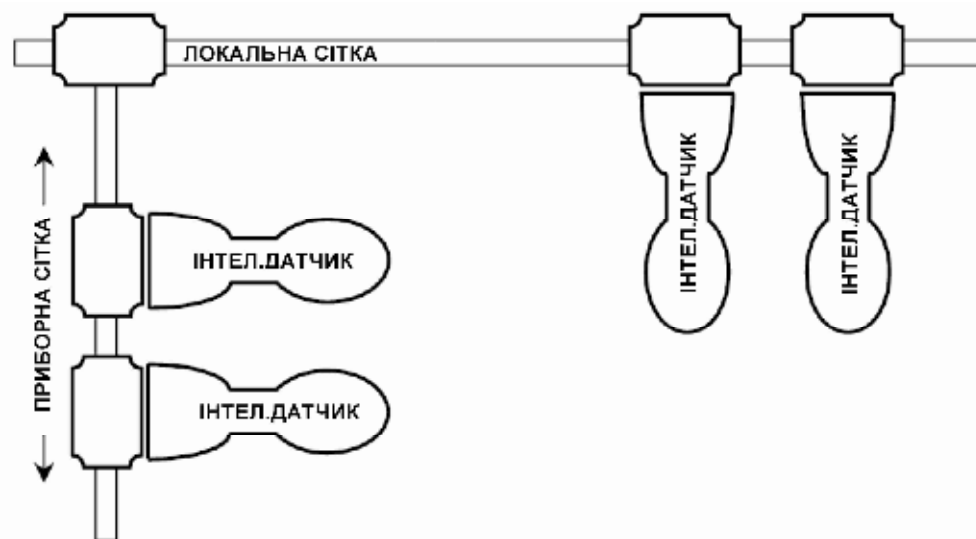


Рисунок 2.7 – Промислова мережа з інтелектуальними ПП

Індустріальні мережі можуть приймати різноманітні конфігурації. “Цехова мережа”, показана на рис. 2.7 представляє собою широкосмугову розподілену мережу як, наприклад, ”Ethernet” або “Lonwork”. Цехова мережа в такому вигляді звичайно не призначена для прямого підключення інтелектуальних датчиків. З іншого боку, “Приладна мережа” спеціально призначена для підключення інтелектуальних датчиків. Більшість “приладних мереж” (таких як ASI-bus, CAN-bus і HART), крім того, подають живлення на інтелектуальні датчики по тій самій лінії, по якій передаються послідовні дані.

Деякі із стандартів індустріальних мереж, найбільш популярних в теперішній час, представлені нижче [6]: Ethernet; Foundation Fieldbus; Lonwork; Profibus; Interbus-S; Universal Serial Bus (USB); CAN-Bus; Device-Net; WorldFIP; P-NET; HART; ASI.

Кожен з них має власні переваги і недоліки, і кожен має свою власну апаратуру і послідовний протокол обміну. Це означає, що інтелектуальний первинний перетворювач, призначений для роботи в одній індустріальній мережі, не обов’язково буде коректно працювати в іншій.

Оскільки підприємства і багато інших об'єктів з мережами часто мають набір різних мереж і підмереж, для них найбільш правильним (гнучким) вирішенням буде використання датчиків в режимі авто-конфігурації ("встанови і працюй"), сумісних з різними цеховими і приладними мережами. Перевага інтерфейсного стандарту IEEE 1451.2 полягає в тому, що він зробив реальністю існування первинних перетворювачів незалежних від мережі.

На рис. 2.8 зображені основні компоненти системи сумісної з IEEE 1451.2. Інтелектуальний первинний перетворювач (або інтелектуальний виконавчий пристрій) називають "STIM" (Smart Transducer Interface Module - Інтерфейсний Модуль Інтелектуального Перетворювача – (ІМІП)). Він містить один чи більше датчиків і / або виконавчих пристроїв з пристроями нормування сигналів, АЦП чи ЦАП для узгодження датчиків/виконавчих пристроїв з резидентним мікроконтролером. Мікроконтролер має доступ до постійної пам'яті ROM, яка містить в собі зону "TEDS" (Transducer Electronic Data Sheet - Електронний Опис Перетворювача (ЕОП)), яка містить описи первинного перетворювача/виконавчого пристрою і який можна прочитати через мережу NCAP (Network Capable Application Processor - Мережевий Прикладний Процесор (NCAP)) представляє собою вузол мережі, до якого буде підключатися STIM.

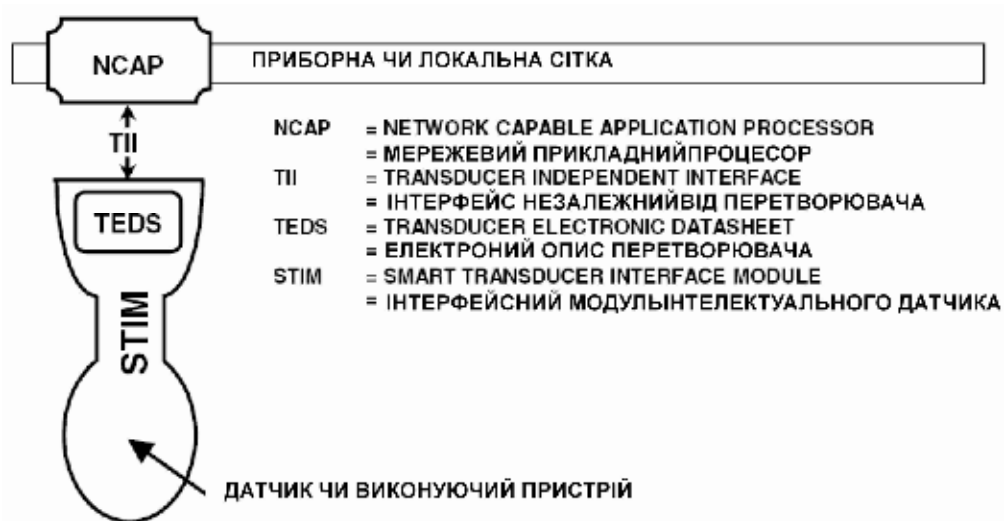


Рисунок 2.8 - Стандарт підключення датчика IEEE 1451.2

Основою IEEE 1451.2 є стандартний 10-провідний послідовний інтерфейс між первинним перетворювачем і вузлом мережі, який називається ТІ (Transducer Independent Interface - Інтерфейс Незалежний від Перетворювача – (ІНІ)). На об'єктах з розгалуженими мережами інтерфейс ТІ дозволяє встановлювати будь-який модуль STIM на будь-який вузол NCAP будь якої мережі, як зображено на рис. 2.9. Коли модуль STIM перший раз підключається до нового вузла NCAP, цифрова інформація модуля, включаючи його зони TEDS, стає доступною для даної мережі. Мережа ідентифікує, який тип первинного перетворювача чи виконавчого пристрою був підключений, які з його даних доступні і яка розмірність вхідних і вихідних даних (кубічні метри в секунду, градуси Кельвіна, Кіло-Паскалі і т.д.), яка абсолютна точність пристрою (наприклад, $\pm 2^{\circ}\text{C}$) і іншу інформацію, що стосується первинного перетворювача чи виконавчого пристрою.

Такий метод виключає необхідність виконання програмних кроків по конфігурації мережі, які потрібні при заміні чи доповненні датчика в систему, здійснюючи тим самим роботу в режимі "встановлюй і працюй" незалежно від мережі.

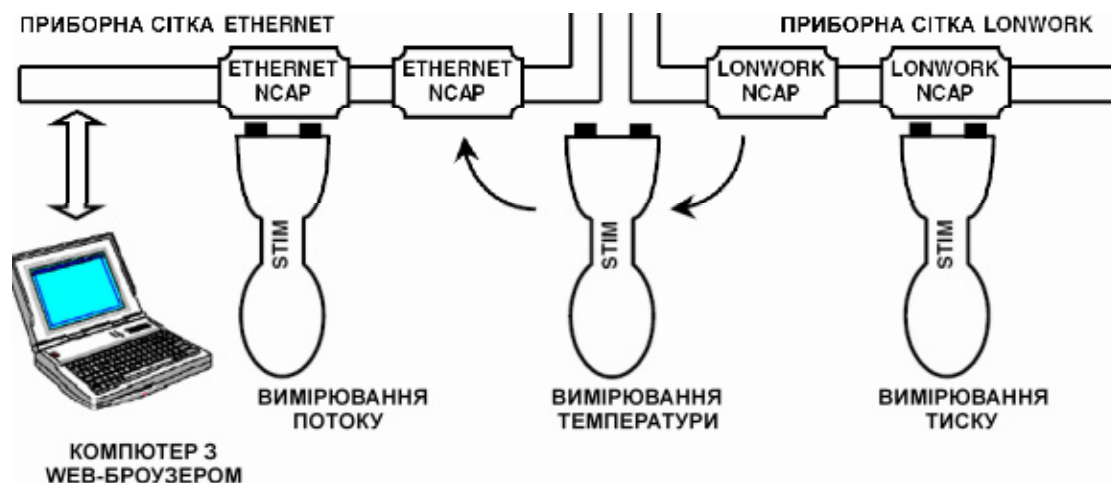


Рисунок 2.9 - Режим авто-конфігурації "plug & play"

Більшість інтелектуальних первинних перетворювачів (не обмежених модулями під 1451.2) містять наступні основні компоненти, показані на рис. 2.10.

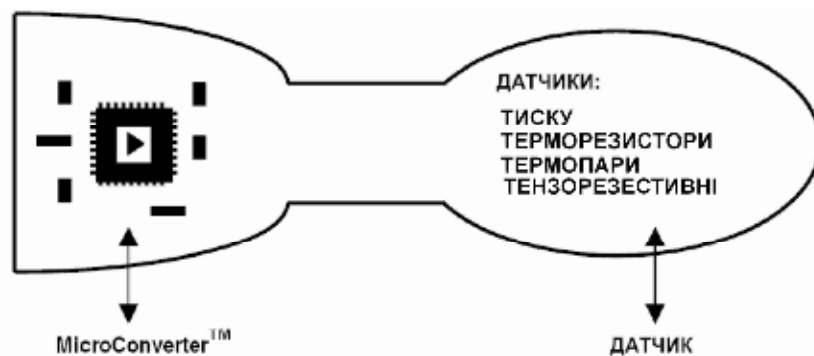


Рисунок 2.10 – Інтелектуальний первинний перетворювач

2.4 Системи збору, обробки та передачі даних MicroConverter™

Три переваги, які характеризують кожний пристрій із серії MicroConverter™ (рис. 2.11): висока роздільна здатність при цифрово-аналоговому і аналого-цифровому перетворенні, наявність постійної пам'яті (FLASH EEPROM) програм і даних та наявність мікроконтролера [7]. MicroConverter™ AD μ C812 містить 12-ти розрядний ЦАП з виходами в вигляді напруги, прицевійне джерело опорної напруги (ДОН) по забороненій зоні і вмонтований первинний перетворювач температури. В табл. 1.1 наведено основні характеристики аналогового входу/виходу пристрою. Всі прилади мають FLASH-пам'ять і мікропроцесорне ядро.



Рисунок 2.11 – Переваги MicroConverter™

Таблиця 2.1 – Основні характеристики MicroConverter™ AD μ C812

Параметр	Значення
Наявність АЦП	8-канальний з РПП 12 розрядів, 5 мкс, <1/2 МЗР INL. Наявність режиму ПДП. Самокалібрування.
Два 12-розрядні Наявність ЦАП	Два 12-розрядні, напруговий вихід, <1/2 МЗР DNL
Наявність внутрішнього джерела опорної напруги (ДОН)	+
Наявність вбудованого первинного перетворювача температури	+

Нижче наведені характеристики внутрішньої FLASH-пам'яті AD μ C812:

- 8 Кбайт постійної FLASH-пам'яті;
- програми і фіксовані дані табличних розрахунків;
- програмується ззовні через паралельний або послідовний порт;
- доступна мікропроцесорному ядру тільки для читання;
- 640 Кбайт постійної FLASH-пам'яті даних;
- "блокнот користувача" для запису оперативних даних;
- доступний для запису/читання через регістр спеціального призначення;
- напруга програмування (V_{pp}) генерується на кристалі.

Нижче наведені технічні характеристики внутрішнього мікроконтролера MicroConverter™ AD μ C812:

- ядро промислового стандарту 8052;
- 12 машинних циклів на команду, при тактовій частоті до 16 МГц;
- 32 цифрових порти входу/виходу;
- три 16-бітних лічильники/таймери;

- універсальний послідовний асинхронний порт (UART), а також деякі додаткові елементи;
- послідовний інтерфейс, сумісний з PSI або I²C;
- монітор джерела живлення;
- сторожевий таймер;
- лічильник часових інтервалів.

AD μ C812 має швидкий 12-розрядний АЦП послідовного наближення на 8 вхідних каналів, при цьому велика частина його периферії відповідає AD μ C816. Оскільки 8-розрядний мікроконтролер з продуктивністю 1 MIPS не може обслуговувати 12-розрядний АЦП на максимальній частоті 200 КГц, то до складу кристалу ввели контролер прямого доступу до пам'яті (ПДП) для автоматичного запису результатів перетворення АЦП у внутрішню пам'ять, звільняючи тим самим мікропроцесорне ядро для виконання інших операцій. Незалежно від того в якому режимі знаходиться АЦП (прямий доступ до пам'яті чи нормальний режим) перетворення можна запускати декількома способами. Перетворення можна запускати програмно або автоматично по переповненню таймера, дозволяючи тим самим точно встановити частоту вибірок. Для застосувань, які потребують точної взаємної синхронізації можна також використовувати апаратний запуск перетворення.

AD μ C812 містить два 12-розрядних ЦАП, які можна включати і виключати незалежно один від одного і модифікувати їх або одночасно або незалежно один від одного. Вхідний діапазон ЦАП можна встановити або від 0 до V_{DD} , або від 0 до V_{REF} , при цьому V_{REF} може бути або внутрішнім джерелом опорної напруги по забароненій зоні 2.5 В, або зовнішнім опорним джерелом. Внутрішнє опорне джерело, якщо воно використовується, потрібно буферизувати, якщо воно керує зовнішніми колами.

3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Динаміка розповсюдження розчинів ПАР

Будь-яка штучно створена речовина чи сполука вважається забруднювачем в тому випадку коли її вміст у довкіллі чи частині довкілля стає настільки великим, що вона починає впливати на всю систему. У випадку, коли кількість накопиченої речовини перевищує її вилучення дана речовина стає забруднювачем, а рівень її вмісту називають “пороговим рівнем”. Нижче порогового рівня забруднення екосистема адаптується до введеної речовини за рахунок властивих їй природних процесів. Вище цього рівня природні процеси не в змозі регулювати систему й екологічна структура в тій чи іншій мірі порушується в залежності від відносної концентрації речовини. Отже, головна задача при визначенні рівня безпечності речовини чи сполуки для довкілля це встановлення порогових концентрацій та допустимих об’ємів скиду при яких не відбувається незворотних змін у екосистемі. При визначенні порогових рівнів екологічна система повинна розглядатись як єдине ціле, а саме необхідно визначити всі можливі шляхи потрапляння речовини у довкілля та фактори, які впливають на її розподіл у навколишньому середовищі.

ПАР потрапляючи в навколишнє середовище викликають у ньому зміни як в цілому, так і в кожному його частині зокрема. Труднощі при дослідженні впливу ПАР на навколишнє середовище зумовлені в основному такими причинами:

- потрапляючи в навколишнє середовище ПАР зазнають складних змін (розклад, сполучення з іншими речовинами, що містяться в навколишньому середовищі; біохімічні реакції; ізомерні трансформації та ін.);

- для більшості ПАР спостерігається досить вузький інтервал між токсичної і не токсичною концентрацією для водних організмів;

- на даний час відсутня можливість контролю ступеня впливу ПАР на елементи довкілля;

– органічні з'єднання в більшості випадків при визначенні якості води не розділяються на окремі сполуки і розглядаються як частина скиду, яка поглинає кисень, тобто визначаються показники хімічного та біологічного споживання кисню стічними водами.

Найбільш складним є визначення взаємодії природних об'єктів та антропогенних факторів впливу ПАР. Специфічними властивостями ПАР є здатність зменшувати поверхневий натяг на границі розділу фаз, здатність створювати емульсії та стійкі піни. Об'єктами впливу речовин, що потрапляють у довкілля є: ґрунти, поверхневі та ґрунтові води, атмосфера та біологічні об'єкти. В даному випадку найбільшого впливу, в наслідок особливостей ПАР, зазнають поверхневі води а саме, системи з проточною водою.

Розглянемо основні процеси, які можуть змінювати ступінь забруднення води, переміщення водних мас (переважно в річках) - значення відповідних фізико-хімічних і бактеріологічних показників її якості може знижуватися або збільшуватися.

Зміна значень показників забруднення води може здійснюватись багатьма шляхами, як наприклад простими – розбавлення та перемішування, так і більш складними (багатоетапними) – біохімічне перетворення

Серед простих шляхів зменшення значень хімічних показників можна виділити такі:

– змішування забрудненої води з чистою або менш забрудненою в результаті молекулярної та турбулентної дифузії, як за течією, так і перпендикулярно;

- осідання;
- поглинання речовин водними тваринами (краби, риби та ін.) та вищими водними рослинами (коти, очерет, устриці, елодея, качки та ін.);
- поглинання хімічних речовин завислими речовинами.

Комплексні методи зниження значення хімічних показників складаються з перерахованих вище процесів, до яких відносяться наступні:

- хімічне перетворення. Деградація речовин, що викидаються в атмосферу, поглинаються гідробіонтами, або поглинаються завислими речовинами;

- хімічне перетворення речовин з наступним осадженням;
- біохімічне перетворення, розкладання мікробних речовин.

Зменшення значень хімічних показників теоретично може відбуватись також іншими шляхами, наприклад:

- адсорбція хімічних речовин ґрунтом;
- процеси випаровування води разом з розчиненими в ній солями;
- винесення вітром солей з дрібними краплями води з гребенів хвиль або під час руйнування повітряних бульбашок піни, яка утворюється на поверхні водойми.

Однак, за винятком деяких випадків, внесок вищезгаданих шляхів є незначним порівняно з основними шляхами. Тож їх можна ігнорувати.

Сукупність усіх гідрологічних, гідрохімічних та гідробіологічних процесів в результаті яких відбувається зменшення вмісту забруднюючої речовини у водоймі характеризує здатність її екосистеми до самоочищення. Здатність до самоочищення водної екосистеми в деякій мірі характеризує її екологічну ємність, яка визначається як показник максимальної кількості енергії і речовини, які можуть бути залучені у кругообіг екосистеми без суттєвих порушень її структури та функціональних особливостей. Екологічна ємність характеризує потенційну можливість екосистеми до адаптації та стійкості в нових умовах. Тоді як здатність до самоочищення – це результат функціонування екосистеми у визначених конкретних умовах. При цьому обидва показники мають зміст тільки на визначеній ділянці простору який займає окрема водойма і тільки в період того проміжку часу, на протязі якого розглядаються (вивчаються чи прогнозуються) процеси та явища які в ній відбуваються. Слід зазначити, що визначення кількісного показника екологічної ємності є складним, оскільки труднощі виникають при вимірюванні потоків енергії та речовини, які здійснюють кругообіг в екосистемі. Визначення

кількісної характеристики здатності до самоочищення екосистеми, не є складним, якщо відомі концентрації інгредієнтів на вході та виході системи.

Поряд із процесом зменшення значення концентрації хімічних речовин відбувається процес їх підвищення. Найважливіші з них:

- поглинання газу з атмосфери, тобто процеси аерації та реаерації;
- розкладання донних відкладень і виділення в річкову воду різних хімічних елементів, що містяться в них.

Процеси розкладу придонних мулових відкладень стає більш інтенсивним, тоді, коли в річці різко посилюються процеси відмирання біоти, як правило після надходження до водойми великої кількості забруднюючих речовин.

Звичайно, поглинання більшості газів з атмосфери відбувається настільки повільно, що ним можна знехтувати.

Речовини, які потрапляють у водопровідну систему разом зі стічними водами, концентруються в зонах так званої підвищеної реактивності і зазнають подальшої трансформації. До них відносяться поверхневі плівки, придонні водні маси і донні відкладення. У водні об'єкти ПАР поступають у великих кількостях з господарсько-побутовими (використання синтетичних миючих засобів у побуті) і промисловими стічними водами (текстильна, нафтова, хімічна промисловість, виробництво синтетичних каучуків тощо), а також із стоками з сільськогосподарських угідь (ПАР в якості емульгаторів входять в склад інсектицидів, фунгіцидів, гербіцидів та дефоліантів).

Придонні водні маси та донні відкладення виявилися вільними від ПАР. Тому процеси, що відбуваються в цій частині водойми, враховуються лише в разі термінового відбору води з підвищеною концентрацією ПАР.

Адсорбція є основним процесом у циклі перетворення ПАР у середовищі. Адсорбція - це поверхневе явище, яке в основному зумовлене зміною хімічного складу поверхневого шару через наявність на поверхні поверхнево-активних речовин, що пов'язано зі зниженням рівня вільної поверхневої енергії. Крім того, поверхневе явище включає різні випадки хімічного поглинання

(хемосорбції), в результаті яких на поверхні утворюються хімічні сполуки у вигляді шарів, іноді досить товстих.

До фізичної трансформації ПАР відносять коалісценцію, коагуляцію, утворення високодисперсних колоїдних систем.

Фізичні та хімічні перетворення ПАР, а також зменшення поверхневого натягу є похідними від процесу адсорбції.

Більшість поверхнево-активних речовин і продуктів їх неповного розпаду зосереджена в поверхневій плівці. Поверхнева плівка - це особлива частина, де відбуваються всі процеси масообміну між повітрям і водою.

Хімія реакцій, що відбуваються в перехідному шарі «повітря-вода», дуже складна і ще недостатньо вивчена. У поверхневій плівці зосереджена більшість фітопланктону і біопланктону - мікроорганізмів, які забезпечують процес самоочищення водойми, і є основою харчового ланцюга в біоценозі. Під час скидання стічних вод, забруднених ПАР, розчинність кисню знижується.

Оскільки поверхнево-активні речовини мають бактерицидні властивості, які визначають здатність руйнувати біологічні мембрани, порушується самоочисна здатність водойм, оскільки вони руйнують харчовий ланцюг у водоймах. Все це впливає на питні та рибальські якості водойми.

3.2 Методи очищення промислових стоків з вмістом розчинів ПАР

Ці методи включають: іонний обмін, адсорбцію на інертних матеріалах і природних сорбентах, коагуляцію з додаванням різних коагуляцій, екстракцію, пінну сепарацію, хімічне осадження у вигляді нерозчинних з'єднань, деструктивне руйнування.

Вибір і ефективність методу очищення стічних вод від ПАР залежать від типу і концентрації ПАР, складу інших забруднень, вимог до ступеня очищення.

Абсорційні методи очищення стічних вод від ПАР забезпечують високий ступінь витягання розчинених органічних забруднень при підборі відповідних оптимальних сорбентів

Сорбція ПАР нерозчинними речовинами має ряд особливостей: молекули асоціюють в колоїдні агрегати, впливає на сорбцію ПАР і обумовлює складний вид ізотерм сорбції ПАР різними сорбентами, сприяє пептизації і солюбілізації сорбентів.

Тому при концентрації розчину, рівній критичній концентрації міцеллоутворення, різко посилюється адсорбція, унаслідок чого крива ізотерми адсорбційної рівноваги набуває східчасту форму. Перегини на кривих ізотерм адсорбції з'являються навіть при відносно невеликій асоціації розчинених речовин.

Для очищення стічних вод використовують матеріали, у яких енергія взаємодії з молекулами води якомога менше. З цієї точки зору гідрофільні неорганічні адсорбенти, на поверхні яких є гідроксильні групи, практично непридатні для адсорбції більшості органічних речовин з водних розчинів.

Адсорбція ПАР природними сорбентами доцільна через широку поширеність і дешевизну останніх. До них відносяться глини, активні землі, природні неорганічні продукти реакцій осадження (боксити, латерити, ферроліти і ін.), а також осідання органічного походження і продукти перетворення органічних речовин рослинного і тваринного походження (або озер і морів, гумус, торф, лігніт і т. п.). Сорбційна здатність природних сорбентів обумовлена фізичною адсорбцією (на розвинутій пористій або шаруватій поверхні адсорбенту) або іонним обміном або тим і іншим разом.

Для очищення стічних вод від неионогенних ПАР застосовують глини різних родовищ, наприклад бурі і червоні глини, що використовуються для виробництва будівельної цеглини, торфи, бентоніти. Особливо ефективний в порівнянні з іншими глинистими мінералами бентоніт Черкаського родовища. Для очищення стічних вод від аніонних ПАР представляє інтерес використання доломіту природного і особливо обпаленого. Для очищення

стічних вод від ПАР, в основному -аніоноактивних, ефективно використання різних виробничих відходів, раніше всього шлаку і золи котелен і теплових електростанцій.

Найефективнішими адсорбентами ПАР з водних розчинів є гідрофобні адсорбенти—активоване вугілля. Вугілля володіє достатньо жорсткою пористою структурою, механічною міцністю, високою хімічною і термічною стійкістю.

Для очищення промислових стічних вод від ПАР потрібне можливо більш великопористе активованевугілля, внутрішня поверхня якого доступна для великих іонів і іонних асоціатів ПАР. При будь-яких концентраціях неорганічних солей в розчині ізотерма адсорбції ПАР на вуглецевих матеріалах має опуклу по відношенню до осі концентрацій форму. Отже, мінералізовані стічні води можна очищати від ПАР практично до будь-якої мінімальної залишкової їх концентрації, що дуже важливо при використуванні ПАР в процесах добування нафти. Але враховуючи невелику адсорбційну властивість активованого вугілля по відношенню до ПАР, доцільно використовувати їх для очистки стічних вод після витягання основної частини ПАР яким-небудь іншим способом, коли вміст ПАР у воді не перевищує 80—100 мг/л. Для успішного використання вугілля необхідно підібрати умови сорбційних процесів і розробити оптимальні режими регенерації вугілля.

Сорбція іонів сильних електролітів на розі обумовлена наявністю на його поверхні хімічно активних адсорбованих газів. Іонообмінні властивості вугілля мають важливе значення для правильного встановлення технологічного режиму очищення стічних вод від ПАР, оскільки катіоноактивні і аніоноактивні ПАР в певних умовах ведуть себе як електроліти. Ступінь очищення від ПАР, що проявляють властивості електролітів, тим більше, чим менше їх ступінь дисоціації. Останню можна регулювати зміною рН середовища або солевим вмістом, а також додаванням неорганічних електролітів.

Як впливає з приведених даних, лише вугілля АГ-5 і активний антрацит володіють динамічною місткістю до проскакування ПАР більше 1,5%.

Динамічна місткість решти вугілля не перевищує 0,2% від власної маси, тобто їх практично не можна використовувати.

Найбільш просте очищення стічних вод від ПАР пропусканням їх від низу до верху через шар активованого вугілля, завантаженого в колону. Оптимальна швидкість фільтрування 2—6 м/ч. Необхідна умова — попереднє ретельне видалення із стічних вод частинок відстоюванням, оскільки навіть невеликий зміст суспензій (10 мг/л) приводить до забивання сорбента і помітного зниження ефективності роботи сорбційних колон.

Була розроблена ефективна сорбційна апаратура пульсації, яка характеризується більшою (в 2—5 разів) продуктивністю, ніж інші апарати, дозволяє понизити капітальні витрати на будівництво очисних споруд і спростити їх обслуговування.

В деяких технологічних схемах очищення стічних вод від невеликих кількостей ПАР використовують порошкоподібне активоване вугілля. Адсорбцію проводять в апаратах з перемішуванням. Ступінь використання місткості адсорбенту в таких апаратах звичайно низький, вугілля після адсорбції ПАР не регенерують.

Вугілля можна регенерувати різними методами. При регенеративному методі застосовують екстракцію ПАР органічними розчинниками, звичайно з малими температурами кипіння: метанолом і іншими низькомолекулярними спиртами, ацетоном, диоксаном, хлороформом, чотирьоххлористим вуглецем і ін. Поглинені ПАР витягують з сорбента їх молекул в форму, змінюючи рН розчину. Іони катіоноактивних ПАР можуть бути вимиті розчинами кислот (наприклад, сарною), аніоноактивних—розчинами лугів.

Деструктивний метод регенерації адсорбентів доцільно застосовувати в тих випадках, коли повторне використання ПАР, виділених із стічних вод, утруднено. Термічну регенерацію здійснюють сумішшю продуктів горіння газу з водяною парою при 700—800 °С у відсутність кисню протягом 10—40 мін. Особливо швидко (за 10—20) регенерація протікає в псевдозрідженому шарі регенованого адсорбенту.

Для регенерації порошкоподібного вугілля застосовують метод каталітичного окислення адсорбованих ПАР через суспензію активного вугілля у водному розчині сульфату міді.

Більш ефективним сорбентом для аніонних ПАР, ніж гідроксид алюмінію, є алюмінат кальцію. Його можна отримати з хлориду алюмінію і вапняного молока або безпосередньо в стічній воді, що очищається, додаванням коагуляції (сульфату або хлориду алюмінію) і доведенням рН розчину до 12—12,4. Використовування хлориду алюмінію для приготування алюмінату кальцію замість сульфату алюмінію покращує очищення стічних вод від ПАР. Але використання хлориду алюмінію затруднено через його дорожнечу і сильне розігрівання і розбризкування розчинів при змішенні води з сіллю.

Мінералізація стічних вод негативно впливає на іонообмінне поглинання ПАР. Наприклад, при поступовому підвищенні змісту мінеральних солей в розчині до 16 мг экв/л спостерігається різке падіння динамічної місткості аніоніта ЕДЕ-10П. При подальшому підвищенні концентрації мінеральних солей в розчині зниження місткості аніоніта сповільнюється і в області концентрацій 20—40 мг экв/л динамічна місткість стає практично постійною.

Промислові стічні води, забруднені поверхнево-активними речовинами, характеризуються високим вмістом зважених частинок, які ізолюють фільтруючий шар. Шкідливий вплив зважених частинок на іонообмінне очищення вод від ПАР можна усунути створенням псевдозрідженого шару іонообмінних матеріалів. Використання іонообмінних смол в псевдозрідженому шарі достатньо перспективно для очищення стоків, що містять більше 500—600 мг/л ПАР, особливо якщо можна повторно використовувати очищені ПАР.

Регенерація іонітів після насичення їх ПАР можлива тільки за допомогою органічних розчинників або їх сумішей і невеликими кількостями насичених водних розчинів електролітів, оскільки ПАР не витісняються з іонообмінних смол водними розчинами електролітів—лугів, кислот або солей. Для цієї мети можна використовувати метиловий або етиловий спирти, ацетон, етилацетат, водні, що містять, розчини електролітів, наприклад MgCl_2 , H_2SO_4 , NaOH .

Метод пінного фракціонування полягає в адсорбції ПАР на межі розділу фаз вода—повітря і безперервному забиранні поверхневого шару. При барботуванні дрібних пухирців газу через водний розчин ПАР останні концентруються на стінках пухирців і з ними несуться до поверхні води, захоплюючи за собою супутні їм забруднення.

Концентрований ПАР на поверхні розділу рідина— газ характеризується ізотермою адсорбції Гіббса — виразом, що зв'язує надмірний натяг ПАР на межі розділу рідина—газ (по відношенню до вмісту його в об'ємі розчину) і зменшення поверхневого натягнення на межі розділу розчин—газ

Як впливає з рівняння ізотерми адсорбції Гіббса, надмірна адсорбція ПАР позитивна ($\Gamma > 0$), якщо з збільшенням концентрації розчину його поверхневе натягнення зменшується, що характерне для всіх ПАР.

Методи диспергування газу в рідині наступні: флотація з подачею повітря через малопористі, матеріали; виділення газу з пересиченого розчину різким зниженням парціального тиску над рідиною; механічне стискування повітря; електроліз води в умовах утворення дрібних газових пухирців; біологічна флотація.

Для очищення стічних вод переважно застосовують апарати, в яких високодисперсні пухирці повітря виділяються з розчинів при зниженні тиску. До таких апаратів відносяться вакуумні, напірні. Напірна флотація найбільш перспективна для очищення стічних вод, оскільки дозволяє регулювати ступінь насичення рідини газом відповідно до концентрації ПАР в стічній воді і необхідного ступеня очищення.

Ступінь виділення ПАР із стічних вод методом пінного фракціонування залежить від ряду чинників: інтенсивності газу через рідину: при інтенсифікації ступінь витягання росте до деякого критичного значення швидкості продування газу, за межами якого ефективність пінного фракціонування різко падає; концентрації ПАР в розчині: з підвищенням концентрації збільшується рівноважна питома адсорбція ПАР на межі розділу газ—рідина відповідно до ізотерми Гіббса але до відомої межі, оскільки при збільшенні концентрації ПАР

посилюється піноутворення і зменшується коефіцієнт дифузії, що приводить до зниження швидкості пінної концентрації;

Мінералізації стічних вод: при невеликих концентраціях солі зменшенням ККМ ПАР в розчині уповільнюють кінетику пінного фракціонування, при більш високих концентраціях кінетична крива пінного фракціонування проходить через максимум; рН середовища: найбільш ефективно і повно ПАР витягуються в кислих і лужних середовищах, оптимальні значення рН залежать від структури ПАР; температури: як правило, збільшення температури знижує стабільність піни ПАР.

Перспективно використання пінного фракціонування і радіаційної обробки стічних вод. Дослідження радіаційного очищення стічних вод у вспіненому стані від спиртів Ос-20 показали високу ефективність одночасного використання обох методів і незалежного радіаційного окислення від будови ПАР. При подальшому біохімічному очищенні ступінь розкладання ПАР досягає 95%.

Радіаційне очищення має ряд важливих достоїнств: універсальність, одностадійність, мала чутливість до зміни стану стічних вод, відсутність хімічних реактивів і відходів, потребуючих в додатковій переробці. Проте цей метод дорогий через високу вартість іонізуючого випромінювання. Вартість обробки 1 м³ стічних вод складає 15—20 грн. Крім того, ступінь розкладання забруднень радіаційним методом ще дуже низький.

Інші методи очищення стічних вод від ПАР—зворотній осмос, або гиперфільтрація, екстракція, руйнування ПАР окислювачами (зокрема, озонування), осадження ПАР у вигляді нерозчинних з'єднань, випаровування.

Зворотний осмос був застосований для очищення стічних вод, що містять біологічно жорсткі ЛГШИ ОП-7 і ОП-10, для яких немає надійних методів очищення. При гиперфільтрації з відповідним підбором мембран воду можна очистити від вказаних ПАР до концентрацій, допустимих для скидання води у водоймище. Були проведені експерименти по видаленню зворотним осмосом з водних розчинів аніоноактивних ПАР типу ал-кілсульфатів натрію. У разі

використовування щільних мембран при одному ступені очищення ступінь затримання ПАР з дистилірованою водою (рН=6,0) склав 93—98% при 18—20°C.

Екстракція як метод очищення стічних вод від ПАР була вивчена поки недостатньо. Видалення аніоноактивних ПАР із стічних вод екстракцією передбачає підкислення стічних вод і потім додавання амінів або високомолекулярного аміна в органічному розчиннику. Для підвищення ефективності процесу через стічну воду стискають повітря. Воду після екстрактора нейтралізують вапном і освітлюють. Після екстракції ПАР можна виділити з органічного шару лугами або кислотами.

Руйнування ПАР окислювачами — один з перспективних методів очищення стічних вод. При окисненні ПАР озоном не потрібен концентрований ПАР на межах розподілу фаз, на чому була заснована більшість вживаних методів. В процесі озонування можливе окислення до повної мінералізації або неповне деструктивне окислення, при якому із стійких біохімічних ПАР можуть утворюватися продукти, значно швидше що окислюються в біологічних очисних спорудах.

Осадження ПАР у вигляді нерозчинних з'єднань економічно доцільно при відносно невеликому об'ємі стічних вод. Цей метод не знайшов широкого використання через необхідність підбирати для кожної групи ПАР специфічні реагенти—осадження.

Вітчизняний препарат катапин для осадження аніонних ПАР є сумішшю 42% розчину алкилдиметилбензолхлорида амонія, 8% розчину диалкилбензолхлорида амонія і 50% інертних добавок. Цей препарат аналогічний по своєму складу осадження, відомому під комерційною назвою ВТС-776. Для підвищення економічності методу очищення стічних вод від ПАР осадженням як осадителя аніонні ПАРИ був запропонований цинкаміачний комплекс. З осаду ПАР легко регенерується розкладанням комплексу 15—20%-ний хлорною кислотою при 20—100 °C.

Таким чином, широке використання ПАР в нафтовій промисловості повинне супроводитися впровадженням нових методів синтезу біологічно розщеплених ПАР, нових биореагентних методів очищення стічних вод. У всіх випадках використання біологічно жорстких ПАР типу ОП-10 повинно бути вжитий заходів по виключенню забруднення навколишнього середовища. Використання розчинів ОП-10 і інших біологічно «жорстких ПАР для заводнювання пластів на морських родовищах забороняється. Забороняється також використання цих речовин для заводнювання нафтових покладів, пластові води яких служать сировиною для хімічної промисловості або потенційним джерелом водопостачання населення без погодження з відповідними органами. При розливі ПАР на нафтопромислах на ґрунт їх слід спалювати або знешкоджувати.

4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

4.1 Вимоги до системи

Розробка загальної структури системи полягає в виборі компактного розташування блоків збору інформації про концентрацію поверхнево-активних речовин в стоках і відповідно до цього каналів зв'язку і комп'ютера. Основний підхід який використовувався в при проектуванні даної інформаційно-вимірювальної системи це оптимальне розташування, щоб кількість комп'ютерів була мінімальна. Система має працювати одночасно з усіма блоками одночасно, щоб оператор за комп'ютером мав змогу аналізувати отримані данні. Спочатку визначалися кількість і місця розташування блоків по збору інформації про концентрацію:

- на вході стоків з цехів до відстійника, перед біологічною очисткою, в кількості 10 блоків ;
- на вході до біологічної очистки, з відстійників – 1 блок;
- на виході з біологічної очистки до відстійників остаточної очистки в кількості 1 блок.

Тому оптимальне розташування системи буде саме в цеху біологічної очистки. Це місце задовольняє меті основного підходу до розробки. Водночас це місце буде оптимальним у відношенні:

- довжини каналів зв'язку;
- вирішенні проблеми визначення концентрації поверхнево-активних речовин в стоках з кожного цеху;
- визначення концентрації в відстійниках;
- визначення концентрації на вході до відстійників остаточної очистки.

4.2 Структурні елементи інформаційної системи

Особливості апаратної реалізації перед усім полягали в визначені методу вводу інформації з блоків збору інформації про концентрацію до комп'ютера. Так як система має працювати з усіма блоками одночасно і відстані між блоком і комп'ютером невеликі, то апаратно це реалізувалося в використанні стандартного інтерфейсу RS-232C [2]. Через невеликі відстані в системі не має потреби в завадостійкому кодуванні даних, а також в підсиленні сигналу в каналах зв'язку. Кількість каналів вводу інформації перевищує стандартний набір COM портів в комп'ютері тому вирішено використати два восьми канальних RS-232C розширювачі COM портів. Який забезпечить отримання даних з усіх 12 блоків і резервування 4 каналів вводу інформації для майбутнього встановлення блоків на потрібних ділянках виробництва.

4.2.1 Інформаційні мережі

На сучасному етапі розвитку мережевих технологій швидко розвиваються середовище передачі даних, інформаційно-розрахункова, інформаційно-вимірювальна система тощо в комп'ютерній мережі. В даний час існує багато типів каналів зв'язку з різними техніко-експлуатаційними характеристиками: ступенем загасання сигналу на одиницю довжини кабелю, опором на метр і масою на метр з урахуванням часу поширення, швидкості, вартості і частоти. сигнал. лічильник, стійкість до перешкод у різних середовищах, випромінювання в навколишньому середовищі [3].

Наведемо приклад самих розповсюджених з них:

Коаксіальний кабель. Коаксіальний кабель є найпоширенішим засобом передачі даних поряд з витою парою. Вони мають високу швидкість передачі, перешкодостійкість, довговічність і помірну вартість. Для них розроблено простий інструмент інтеграції. Ширококутні і вузькокутні коаксіальні кабелі відрізняються технічними та експлуатаційними характеристиками.

Широкосмуговий коаксіальний кабель зі швидкістю передачі сигналу 300-500 Мбіт/с, загасання сигналу на частоті 100 МГц - до 7 дБ на 100 м. Термін зберігання - 10-12 років. Лінійна затримка поширення сигналу становить 2-5 нс/м.

Вузькосмуговий кабель має швидкість передачі до 50 Мбіт/с, загасання сигналу на 10 МГц становить 4 дБ на 100 м. Решта параметрів такі ж, як у широкосмугових кабелів.

Волоконно-оптичний кабель. У цих кабелях як фізичне середовище використовується прозоре оптоволокно. Найпростіший кабель складається з кварцової жили діаметром 20-60 мкм, оточеної тонкою плівкою з низьким коефіцієнтом відбиття. Швидкість передачі сигналу по кабелю 0,2-150,0 Гбіт/с. Протяжність сполучення 110 км. Волоконно-оптичний кабель має значно нижче загасання сигналу (порівняно з коаксіальним), вищу швидкість передачі та ширший діапазон частот передачі. При цьому такі кабелі мають низьку механічну стійкість, не витримують згинання, тертя, переміщення і вібрації. Для їх обслуговування потрібне дороге обладнання.

Вита пара. Такий вид кабелю є найдешевшим і найпоширенішим. Максимальна дальність передачі всередину становить 1,5-2,0 км, а максимальна швидкість - 1,2 Гбіт / с. Він має гірший захист від перешкод, ніж коаксіальний кабель. Тривалість поширення сигналу 8-12 нс/м. Ослаблення сигналу становить 12-28 дБ на 100 м на частоті 10 МГц. Термін використання 2-6 років. Повітропровід найдешевший в установці. Існує кілька видів кручених пар: неекрановані, фольговані, екрановані, а також їх комбінації.

Зважаючи на всі переваги та недоліки кабелів вибираємо екрановану виту пару, в якій є канали прийом/передача і канал "земля".

4.2.2 Інтерфейс передачі і прийняття інформаційних потоків

Розглядаючи головні способи передачі і прийому даних в комп'ютер можна виділити три принципово різні підходи до організації цих операцій:

- через послідовний порт, виконаний згідно зі стандартом RS-232C;

- через послідовний порт;
- з використанням спеціальної адаптерної плати, яку безпосередньо вмикають у роз'єднувач материнської плати комп'ютера і через нього приєднують до шини введення-виведення.

Так як останній підхід в даній системі потребує значних матеріальних витрат, а другий підхід характеризується передачею на невеликі відстані, то доцільно використати перший підхід. Хоча передавання даних через послідовний порт відбуваються з нижчою швидкістю, чим в інших, проте апаратура послідовного порту є в кожному комп'ютері, тому додаткові витрати на організацію передавання невеликі. Розглянемо детальніше стандарт послідовного порта RS-232C [3].

Спочатку інтерфейс RS-232C був призначений для приєднання терміналів. Зараз до послідовного порту приєднують модеми, віддалені принтери, плотери, мишку та інше обладнання. У комп'ютері реалізовано до чотирьох послідовних портів (COM1 – COM4). Роз'єднувач послідовного порту на панелі комп'ютера має 25 або 9 контактів (найчастіше використовують тільки дев'ять з них). Основою послідовного порту є мікросхема UART (універсальний асинхронний приймач-передавач). Вона перетворює паралельний код у послідовний та передає його побітно у лінію, додаючи біти старту, зупинки та контролю. Через послідовний порт дані можна передавати на відстань до 30 м.

Для передавання даних у даному випадку потрібно тільки три сигнали: TxD – передати дані; RxD – прийняти дані; GND – “земля”. Решта шість сигналів – допоміжні і в даній системі не використовуються. Швидкість передавання вибирається з ряду: 50, 75, 110, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200 бод. Вибираємо швидкість 9600 бод для забезпечення досить швидкого передавання даних від блока вимірювання інформації до комп'ютера.

Так як в комп'ютері реалізовано тільки 2 послідовних інтерфейса (COM1 і COM2), а в даній системі потрібно не менше 12 роз'ємів послідовного порту,

скористаємося розширенням послідовних портів (мультипортовою кварточкою). Використаємо два стандартних восьми канальних RS-232C розширювачі COM портів “MONNET-8” [4].

Плата послідовних портів MONNET8, при установці в ISA слот комп'ютера типу IBM PC, забезпечує роботу восьми асинхронних послідовних портів зв'язку RS-232C, які з'єднують комп'ютер і такі послідовні пристрої як: модеми, послідовні принтери, графопобудовувачі (плоттери), термінали та інші, які використовують послідовний інтерфейс. Кожний з портів зв'язку RS-232C плати має повний набір модемних сигналів (TxD, RxD, RTS, CTS, DSR, SG, DCD, DTR, RI). Плата являється повним аналогом виробу ARNETS.

Плата може бути налагоджена таким чином, що кожен з портів отримає особисту адресу на будь-якому комп'ютері типу IBM PC/XT, PC/AT, PC/386 під керівництвом операційної системи MS-DOS, а також багатокористувачевих операційних систем, таких як: MLINK, XENIX, PC-MOS,/386, Concurrent DOS, PICK, MUMPS, DR DOS Multiuser та інших операційних систем.

Перевагами плати є:

- вісім RS-232C портів для асинхронних зв'язків;
- повний набір модемних сигналів;
- можливість кожного з каналів працювати інтерфейсом RS-232C;
- апаратна сумісність з будь-яким комп'ютером типу IBM PC;
- вибір лінії переривання (IRQ2, IRQ3, IRQ4, IRQ5, IRQ6, IRQ7);
- вибір значень адресів вводу/виводу;
- працює під керівництвом XENIX/UNIX, PICK, MS-DOS, Concurrent DOS, MLINK, DR DOS Multiuser та інші;
- адресний простір відповідає платі ARNET-S.

Плата спроектована для встановлення у ISA гніздо на системній платі комп'ютера. При встановленні двох плат можна використовувати вісімнадцять портів (рахуючи COM1 та COM2). Нижче подана таблиця 4.1 нумерація COM портів при використанні двох плат.

Таблиця 4.1 – Нумерація COM-портів при використанні двох плат.

Плати	Порти
Стандартні порти	COM1 COM2
Перша плата	COM3 COM4 COM5 COM6 COM7 COM8 COM9 COM10
Друга плата	COM11 COM12 COM13 COM14 COM15 COM16 COM17 COM18

Розглянемо особливості настройки восьми каналного RS-232C розширювача MONNET-8. Нижче на рисунку 4.1 приведена схема розміщення перемикачів на платі.

Перемички “x1” визначають стан очікування (частота менше або більше 16 МГц. Перемички “x2” відповідають вибору режиму (нормальний режим або режим РС-MOS/386. Фабрично встановлені параметри – частота більше 16 МГц, нормальний режим. В таблиці 4.2 подано адресацію портів і вектор переривання в залежності від встановлення перемичок SW7 і SW8, а в таблиці 4.3 подано вибір лінії запиту переривання в залежності від встановлення перемичок SW1, SW2, SW3, SW4, SW5, SW6.

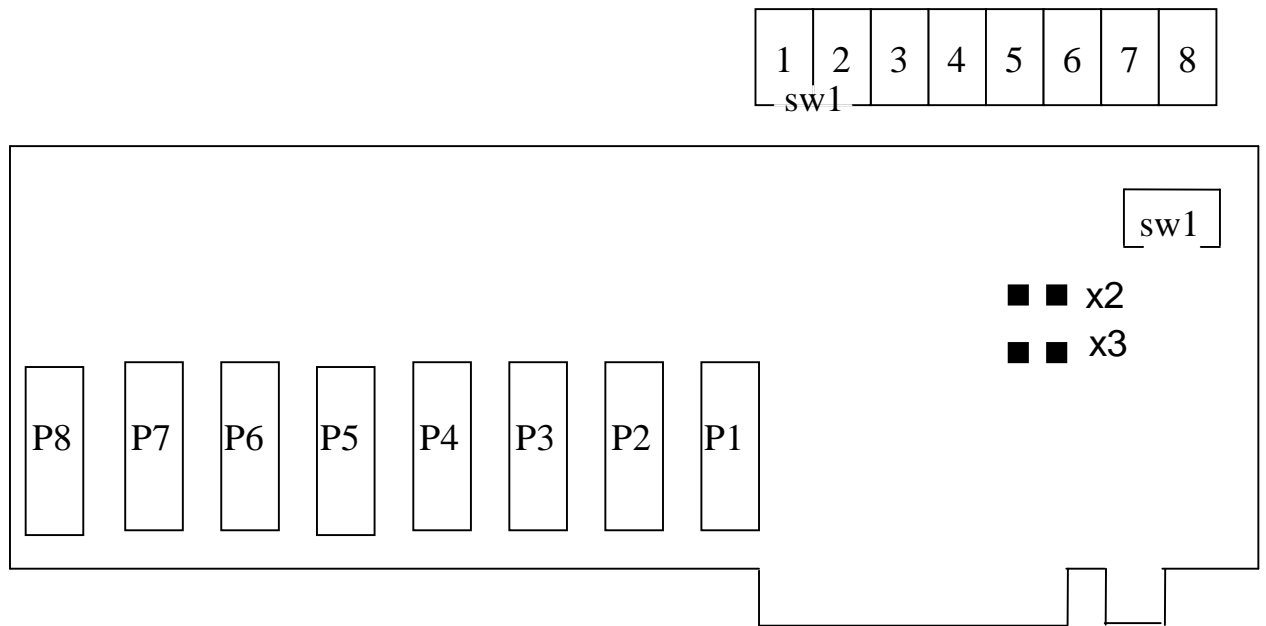


Рисунок 4.1 – Розміщення перемикачів на платі MONNET-8.

Таблиця 4.2 – Адресація портів розширювача.

S7	S8	Пор	Пор	Пор	Пор	Век
OFF	OFF	200-207	208-20F	210-217	218-21F	242
ON	OFF	280-287	288-28F	290-297	298-29F	2C2
OFF	ON	100-107	108-10F	110-117	118-11F	142
ON	ON	180-187	188-18F	190-197	198-19F	1C2
ON	OFF	2A0-2AF	2A8-2AF	2B0-2B7	2B8-2BF	2C2
OFF	ON	120-127	128-12F	130-137	138-13F	142
ON	ON	1A0-1A7	1A8-1AF	1B0-1B7	1B8-1BF	1C2

Таблиця 4.3 – Вибір лінії запиту переривання.

Перемичка ON	SW1	SW2	SW3	SW4	SW5	SW6
Запит переривання	IRQ2	IRQ3	IRQ4	IRQ5	IRQ6	IRQ7

Адреса портів, вектор і лінія запиту переривання вибирається в відповідності до конфігурації комп'ютера

4.2.3 Спряження з головною мережею

З метою передачі зібраної інформації, звітів і повідомлення про небезпечну концентрацію далі до керівництва по локальній мережі, а також з метою під'єднання до глобальних мереж використаємо модемний зв'язок [5].

Модем — пристрій для прийому та передачі даних по каналу телефонного зв'язку. Є група протоколів для роботи з модемами. Основне призначення цих протоколів - забезпечення надійності передачі даних по ненадійних лініях зв'язку. Кожен набір даних має фіксовану довжину та захищений контрольною сумою. Різні протоколи надають різні послуги передачі. Більш складні забезпечують відновлення підключення, автентифікацію підключення та автентифікацію за паролем.

До протоколів без захисту від помилок належать Xmodem, Ymodem, Kermit. Протоколом, що реалізує захист від помилок, є Zmodem. Розглянемо їх детальніше.

Xmodem – один з перших модемних. Приймач постійно передає в канал символ “кадр має помилку і треба передати ще раз”. Передавач, прийнявши цей символ з каналу, починає передавання (заголовок кадру, два номери інформаційного блоку, блок інформації (128 байт) і байт контрольної суми). Останній формується як залишок від ділення суми всіх байтів блоку на 255. Контрольну суму повторно обчислює приймач. Якщо передане та обчислене значення не збігаються, то приймач передає в канал символ “кадр має помилку і треба передати ще раз”, у протилежному випадку – “символ підтвердження”. Завершується передавання подвійним надсиланням символу “кінець сеансу зв'язку”. Відсоток виявлення помилок протоколом Xmodem досить значний (99.6%). Однак цей протокол має суттєві недоліки: малу швидкодію, великий обсяг службової інформації.

Ymodem – є протоколом Xmodem з додатковою реалізацією групового передавання файлів. Ім'я файлу та шлях до нього передаються в нульовому інформаційному блоці. В кінці кожного файлу передається до десяти разів символ “кінець сеансу зв'язку.. Кінець сеансу позначається нульовим іменем шляху. Протокол використовують в операційних системах CP/M, RZ/SZ, пакеті MTEZ. Це обумовлює його непоширене використання.

Kermit – застосовують для передавання файлів між комп'ютерами різних типів, у тому числі між великими та міні комп'ютерами. Він оптимізований для роботи в умовах великих завад та затримок сигналу. Протокол Super-Kermit використовує змінне вікно передавання від 1 до 32 пакетів. Але в ньому не реалізований захист від помилок тому це обмежує його використання.

Zmodem є продовженням протоколів Xmodem та Ymodem. У ньому реалізовано таке: віконний механізм захисту від спотворення кадрів; динамічна адаптація до якості каналу зв'язку шляхом зміни розміру блоку та швидкості передавання; захист інформації керування та доступу до передавання від імітації сигналів керування. Достовірність передавання підвищується завдяки 32-розрядній контрольній комбінації. Якщо передавання файлу було припинене, то воно відновлюється з місця переривання. Протокол Zmodem використовують у каналах з високою імовірністю помилки та у високоякісних каналах як самостійно, так і з протоколами канального рівня X.25, V.42.

4.2.4 Алгоритм функціонування системи

Основа управління роботою даної інформаційної системи по визначенню концентрації поверхнево-активних речовин є – програма драйвера збору даних, алгоритм і робота якої детальніше розглядається в наступному розділі. Програма періодично з частотою, яку має змогу задавати оператор, послідовно збирає данні з усіх блоків давачів. Спочатку з комп'ютера послідовно через розширювач СОМ портів, в якому кожному блоку відповідає певний номер СОМ порта (СОМ3–СОМ14), відправляється запит на збір інформації на усі блоки. Отримавши цей запит блоки давачів починають збір інформації в місцях

розташування. Комп'ютер після відправки запитів переходить в режим простою на час, який потрібен одному блоку на заміру даних в стоках. Після закінчення цього часу давачі починають відправку зібраних даних, а комп'ютер послідовно починає збір інформації на кожному порті – відповідного блоку, записуючи її в базу даних. З цієї бази данні обробляються іншою програмою і в формі зручній для оператора висвічується на екрані дисплея. Якщо від якогось давача не поступає даних програма обробки результатів формує повідомлення про несправність відповідного блоку давачів. На підприємстві встановлено внутрішню АТС, тому в системі встановлено модем для підключення до локальної мережі обміну даними по підприємству, а в випадку надмірних викидів поверхнево-активних речовин в р.Дністер прямий вихід на глобальний рівень (обласний штаб цивільної оборони, міністерство надзвичайних ситуацій).

Вважається, що інші відомі візуальні засоби розробки прикладного програмного забезпечення для Windows також «компілюють» програми. Однак це не зовсім вірно, в дійсності виконується компіляція тільки частини програмного коду та подальша компоновка програми-інтерпретатора та Р-коду в програмний модуль. Delphi не використовує ні інтерпретатор, ні Р-код та створює дійсно відкомпільовані програми, написані мовами третього покоління. Delphi є найшвидшим засобом розробки баз даних. Прості програми Delphi можуть поставлятися у вигляді одного виконуваного модуля без додаткових бібліотек DLL, які є невід'ємними атрибутом інших засобів розробки.

Існує дві важливих різниці між EXE-файлами, створеними в Delphi, та EXE-файлами, створеними в інших середовищах. Delphi створює чисто машинний код ,який безпосередньо виконується комп'ютером, в той же час як інші транслюють вихідний код в проміжну форму (р-код), EXE-файл, з генерований в дійсності є програмою-інтерпретатором р-коду із добавленим в кінці р-кодом програми користувача.

До складу Delphi входять наступні засоби для розробки та використання програм, які використовують бази даних:

BDE (Borland Database Engine). Це набір бібліотек, встановлених на всіх комп'ютерах, які використовують програми баз даних, написані на мові Delphi. Виконує доступ до даних і перевірки узгодженості. Центральний інструмент бази даних для програм, розроблених за допомогою Delphi.

SQL Links. Драйвер для роботи з рознесеними промисловими СУБД, такими як Sybase, MS SQL Server, Oracle. Доступ до таблиць локальних СУБД типу Paradox, dBase виконується BDE напряму, без використання SQL Links.

BDE Administrator. Утіліта для встановлення псевдоімені БД, параметрів БД і драйверів БД на певному комп'ютері. В ході роботи з БД з програми, створеного за допомогою Delphi, доступ до БД виконується по її псевдоніму. Параметри БД, які визначаються псевдонімом, діють тільки для цієї БД; параметри, встановлені для драйвера БД, діють для всіх баз даних, які використовують драйвер. Також за допомогою BDE Administrator можна виконати встановлення таких спільних для всіх БД параметрів, як формат дати і часу, формати представлення чисельних значень і т.д.

Робочий стіл бази даних (DBD). Інструмент для створення, модифікації та перегляду баз даних. Цей інструмент в першу чергу орієнтований на роботу з внутрішніми таблицями СУБД (Paradox, dBase).

Загальна модель взаємодії програми, реалізованої за допомогою Delphi, з засобами БД зображена на рисунку 4.4.

Database Explorer (SQL Explorer). Утіліта для конфігурації псевдонімів БД, переглядання структури БД, таблиць БД, виведення запитів до БД, утворення словників даних.

SQL Monitor. Засіб для відлагодження SQL-запитів.

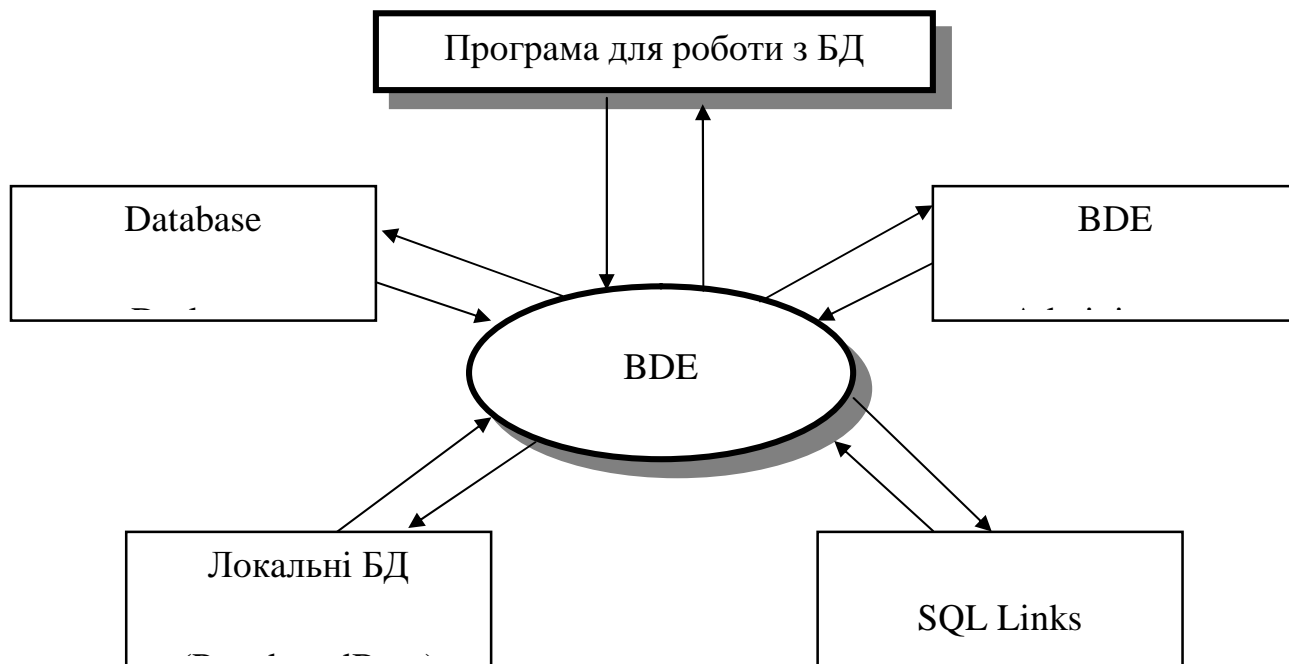


Рисунок 4.4 – Загальна модель взаємодії програми з засобами Delphi.

Visual Query Builder. Засіб в складі інтегрованого середовища Delphi для автоматичного проектування SQL-запитів методом QBE (запит по зразку).

Data Dictionary (словник даних). Засіб для зберігання атрибутів полів таблиці БД окремо від самих БД і програм. Інформація про поля може використовуватись різними програмами.

Data Module. Не візуальні компоненти використовуються для централізованого зберігання масиву даних в програмі, яка працює з базою даних.

Object Repository. Бібліотека створених вами компонентів, вони можуть використовуватись при розробці нових програм.

Не візуальні компоненти для роботи з БД. Використовуються для з'єднання програм з таблицями БД.

Візуальні компоненти для роботи з БД. Призначені для візуалізації записів набору даних чи окремих полів поточного запису.

Компоненти для побудови звітів. Призначені для розробки і компановки різних форм звітів по БД.

На рисунку 4.5 зображено основні засоби в складі інтегрованого середовища Delphi для роботи БД.

Інтегроване середовище розробника Delphi

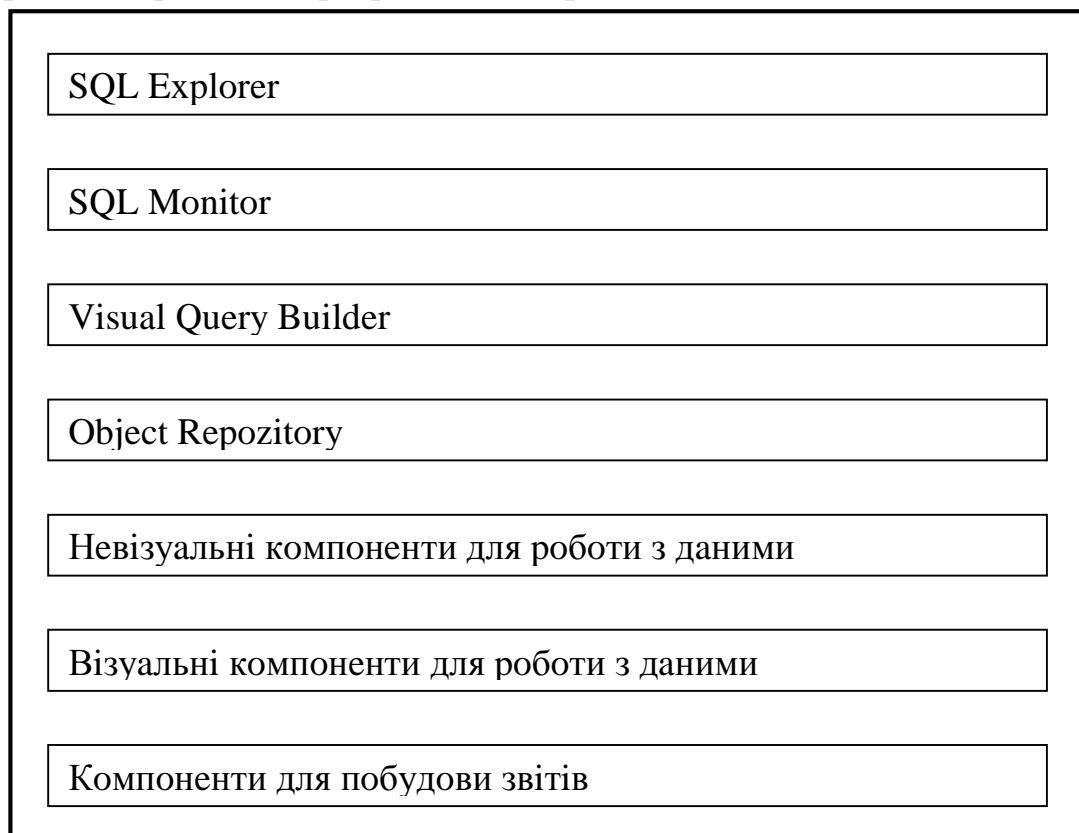


Рисунок 4.5 – Засоби візуального середовища розробки Delphi для роботи з даними

При роботі з локальними БД самі бази даних розташовані на тому ж самому комп'ютері, що і програми, які працюють з ними. Робота з БД виконується в однокористувацькому режимі . BDE розташована на комп'ютері користувача. Програма відповідає за підтримання цілісності БД і за виконання запитів до БД [12]. Загальна Схема однокористувацької будови зображена на рисунку 4.6.

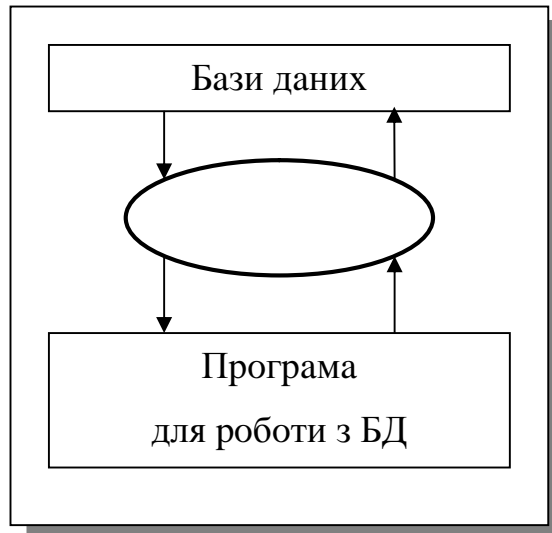


Рисунок 4.6 – Однокористувацька будова Delphi при роботі з локальними БД

Комп'ютер користувача

Для створення програм було використано пакету Delphi 5Client/Server Suite, який включає:

- Оптимізуючий 32-бітний компілятор Object Pascal;
- Visual Component Library (VCL), що містить нові управляючі елементи Windows;
- Підтримку пакетів, що дозволяє створювати малі по розміру виконувани файли та бібліотеки компонентів;
- Об'єктно-орієнтований конструктор форм;
- Компоненти баз даних та підключення до таблиць Paradox і dBase;
- Повну підтримку Win32 API, включаючи COM, використання управляючих елементів ActiveX, багатопоточність та різноманітні Software Development Kit (SDK) від Microsoft та інших виробників програмного забезпечення;
- Інструментарій для інтеграції звітів користувача QuickReport;
- Графічні компоненти TeeChart для представлення даних у вигляді графіків та діаграм;

- Управляючі елементи Actives Internet Solution Pack для розробки Internet- програм;
 - WinSight32 – засіб для моніторингу інформації щодо вікон та повідомлень;
 - Драйвери доступу до баз даних InterBase, Oracle, Microsoft SQL Server, Sybase, Informix та DB2.
 - SQL Database Explorer, що дозволяє переглядати та редагувати специфічні метадані сервера;
 - SQL Monitor, що забезпечує перегляд повідомлень обміну інформацією із сервером та полегшує процес відлагодження та настроювання програм;
 - Data Pump Expert для швидкого перенесення даних;
 - Ліцензію InterBase для Windows NT для чотирьох користувачів;
- Засоби розробки Delphi 5 включають ряд розширень та доповнень, що мають забезпечити максимальну зручність для розробника.

Зараз розглянемо загальну структуру програми написаної на мові Delphi будь-якої версії, яка зображена рисунком 4.7.

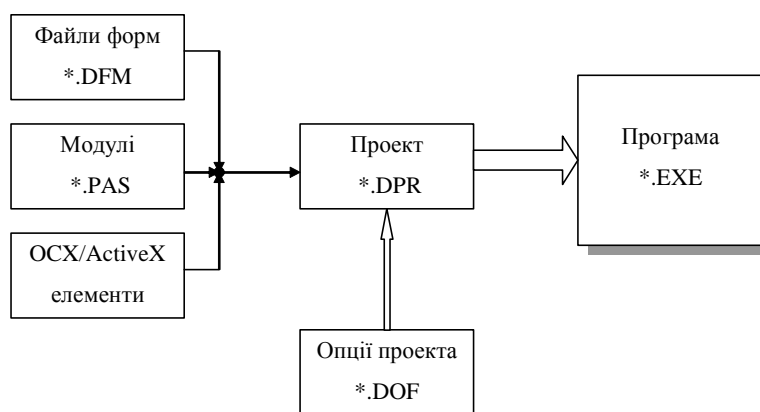


Рисунок 4.7 – Процес утворення файлу, який виконується в Delphi.

В середовищі Delphi ми працюємо з проектами – наборами файлів, з яких складається програма яка розробляється. Ними можуть бути файли, утворені в середовищі Delphi:

– Файли проектів (розширення *.dpr). Коли починається розробка нового проекту, середовище Delphi утворює файл проектів і керує ним в процесі розробки програми. Файл проектів може бути тільки один для кожного проекту. Одночасно з створенням нового проекту створюється нова форма інтерфейсу для реалізації програми.

– Файли з вихідним текстом модулів (розширення *.pas). Для кожної форми, яка включається в проект, утворюється окремий модуль. Саме в цьому файлі зберігається код, який написаний в процесі розробки програми – об'явлення змінних, типів, код процедури обробки повідомлень для інтерфейсних елементів, доповнюючий код і т.д. В проект можна включати і модулі не зв'язаних з формами.

– Форми, які являються графічним представленням програми (розширення *.dfm). Форма зберігається в вигляді Windows-ресурса. Цей файл – бінарний і він безпосередньо підключається до виконавчого файлу в момент компіляції програми. Файл форми це перелік властивостей всіх компонентів, включених в форму, значення яких були змінені порівняно з значеннями по замовчуванню (в конструкторі відповідного об'єкта). Файл форми зв'язує графічні представлення форми з процедурою обробки подій.

– Файл опцій проекту (розширення *.dof). Для кожного проекту утворюється файл опцій, в який записуються значення опцій компілятора компанувальника і назву робочих каталогів.

Результатом компіляції усіх Delphi-проектів є програмний файл. Це може бути чи програма (файл з розширенням *.EXE), чи бібліотека, що динамічно загрузається (файл з розширенням *.DLL).

4.3 Функціональний синтез програмного продукту

Для програмної реалізації алгоритму збору даних, тобто драйвера, який буде відповідати за правильну роботу плати розширення послідовних портів MONNET-8 скористаємося програмним компонентом управління ActiveX. Він може легко використовуватися в середовищах візуального програмування, отже

і в Delphi. Щоб використовувати компонент управління ActiveX, він повинен спершу бути встановленим в середовищі, яке використовується для розробки. Після завершення розробки використання ActiveX є недоцільним, так як він інтегрується в програмний файл. Нижче приведений зміст операторів та функцій використаних в драйвері.

`Open(PortName,Setup)`. Відкриває порт для виконання введення і виведення даних. Параметри: `PortName` – ім'я порту який буде відкриватися. Не стандартні імена портів і порти, вищі, ніж 9, потребують додаткового префікса “\\.”. `Setup` – рядок, який встановить режим опцій для послідовного порту. Функція не використовується з паралельними портами. Вертає результат: “1” – успішне відкриття, “0” – помилкове відкриття, ”2”, якщо успішні, але установки порта можуть бути помилкові тоді, коли інший пристрій використовує порт.

`WriteByte(Data)` – записує байт/символ до заделегідь відкритого порту. Параметри: `Data` – байт/символ, який записується. Вертає результат: “1” – успішний запис і “0” – помилковий запис.

`ReadData(Lenght)` - зчитує байти з попередньо відкритого порту і повертає їх як рядок (string). Дані можуть мати порожні байти. Параметри: `Lenght` - кількість байтів, що зчитується з порту. Повертає результат - двійкові дані результату як рядок (string).

`Close()` – закриває відкритий порт. Вертає результат: “1” – успішне закриття і “0” – помилкове закриття.

`Wait(NumMilliseconds)` – при виклику встановлює час затримки `NumMilliseconds`.

`SerialStatus (Property)` – відображає поточний стан порту.

`NumBytesRead (Property)` – повертає кількість зчитаних байтів.

Детальніше розглянемо роботу драйвера. З запуском програми користувача одночасно активізується драйвер збору даних. Першим кроком він починає послідовно відкривати всі порти за допомогою блоку операцій, якій наведений нижче.

```
Result := IO4.Open('\\.\COM4', 'baud=9600 parity=N data=8 stop=1');  
if (result=0) then MessageDlg('Порт COM4 неможливо відкрити !!' , mtError,  
[mbOk], 0);  
if (result=2) then MessageDlg('Порт COM4 вже відкритий іншою задачею  
!!',mtWarning , [mbOk], 0);
```

При виникненні помилок в цьому процесі на екрані висвічується віконечко на зразок приведеного нижче на рисунку 4.8 з повідомленням про зміст виявленої помилки.

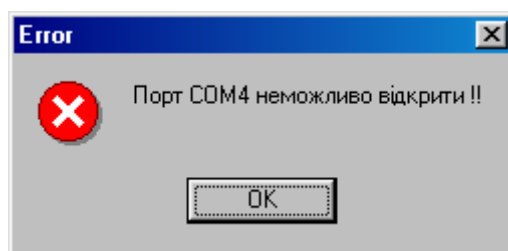


Рисунок 4.8 – Вікно помилка відкриття порту

Активізація процедури прийому даних покладено на внутрішній таймер драйвера, в якому можна виставити час, з якою частотою буде відбуватися відправка сигналу про збір даних на блоки датчиків. На нижче наведеному рисунку 4.9. показано місце і спосіб розташування компонента установки.

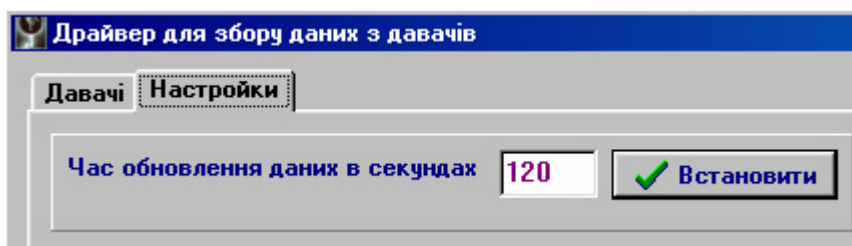


Рисунок 4.9 – Встановлення часу оновлення даних

На зняття показів блоку датчика потрібно близько 25с часу, системі для збору і обрахунку інформації потрібно близько 10с. Отже реальний час не може бути нижчий за 35с, але так як в дійсності концентрація збільшується поступово

не потрібно такої частоти збору. Тому вирішено поставити час в 120с, який задовольняє всім умовам.

Отже через кожних 120с будуть відбуватися наступні дії:

– Спочатку відбувається передача сигналу послідовно всім пристроям на збір даних за допомогою функції, тобто програмно в кожний порт записується сигнал -

```
Result:=IO4.WriteByte(194);
```

– Після відправки повідомлень система переходить в стан очікування на 30с, проте це не приводить до зупинки всіх інших програм які в даний час активні.

```
IO3.Wait(30000);
```

– Далі починається послідовне приймання пакетів даних наступним чином з порта зчитуються перші два байти в яких закладена довжина пакету, потім відбувається саме читання, а потім перевірка кількості зчитаної інформації.

```
LongMess := StrToInt(IO4.ReadData(2));
```

```
Table1Com4.Value:=StrToFloat(IO4.ReadData(LongMess));
```

```
NumBytes = IO4.BytesRead();
```

Весь пакет даних одразу ж записується в базу даних COMxxTMP.db. Якщо зчитана кількість не відповідає переданій кількості видається повідомлення про помилку в віконці аналогічному до зображеного на рисунку 3.6.

Весь цей процес повторюється до тих пір поки буде працювати програма користувача. В випадку її закриття драйвер виконує послідовне закриття всіх відкритих портів, з передбаченою видачею повідомлення про помилку “Порт COM4 неможливо закрити !!”.

```
Result := IO4.Close;
```

```
if (result=0) then MessageDlg('Порт COM4 неможливо закрити !!',  
mtConfirmation, [mbOk], 0);
```

В драйвері також реалізовані наступні можливості:

– Можливість тестування вибраного з переліку порта. Результат цього тестування це висвітлення на екрані параметрів порта (швидкість передачі даних, парність), інтерфейс приведено на рисунку 4.10.

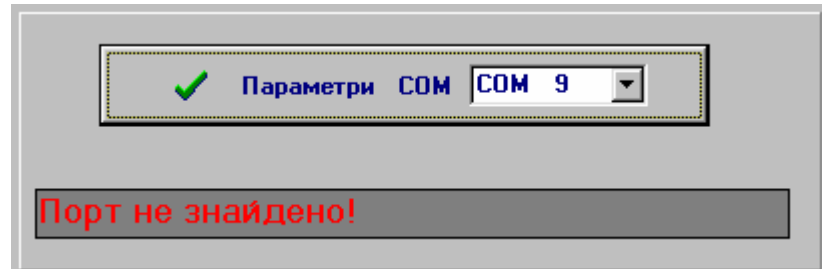


Рисунок 4.10 – Тестування вибраного порта.

– Реалізовано можливість редагування назви порта яка використовується в програмі користувача, як місце розташування пристроїв збору інформації. Поле для редагування зображено на рисунку 4.11.

Порт	Опис
COM3	# 1
COM4	# 2
COM5	# 3
COM6	# 4
COM7	# 5
COM8	# 6
COM9	# 7
COM10	# 8
COM11	# 9
COM12	# 10
COM13	# 11
COM14	# 12

Рисунок 4.11 – Редагування опису портів.

– В програмі користувача інтерфейсно реалізовано процедуру драйвера по визначенню статусу порта тобто стану в якому перебуває порт на данному етапі. Тобто тут закладено можливість визначення цілісності пристрою збору

даних. Ця процедура викликається за допомогою меню зображеної на рисунку 4.12.



Рисунок 4.12 – Визначення статусу порта.

Робота драйвера тестувалася на комп'ютері Pentium-133 з мультикартою MONNET-8.

4.4 Інтерфейс користувача інформації.

Програма користувача для обробки і представлення даних складається з трьох основних блоків: інтерфейсний, математичний і представлення даних. Детальніше розглянемо кожен з них.

Інтерфейсний – сам зовнішній вигляд програми. Це самий важкий блок тому, що він має забезпечити легке сприйняття користувачем потрібної інформації. Інтерфейсний блок і блок представлення даних тісно перетинаються тому розглянемо їх одночасно. Для кожних програм вони різні і в данній системі я зобразив прийнятні для мене ці блоки. За мету ставилося вибір оператора даних будь-якого пристрою в зручній формі, реалізація зображена на рисунку 4.13.

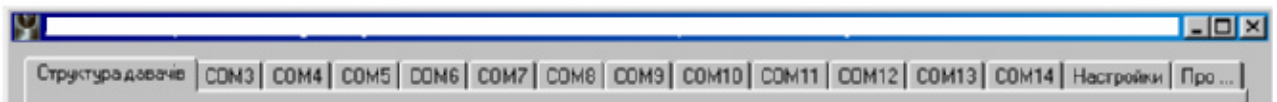


Рисунок 4.13 – Сторінкове меню програми користувача.

На першій сторінці “Структура давачів” реалізовано ще додаткові можливості.

Візуально зображено загальну структуру системи з показами концентрації по кожному пристрою збору даних. В формі пристроїв реалізовано процедуру натискання лівої кнопки миші, після чого в правому нижньому кутку з'являється опис, звідки прийшли дані, а також концентрація на цьому пристрої рисунок 4.14.

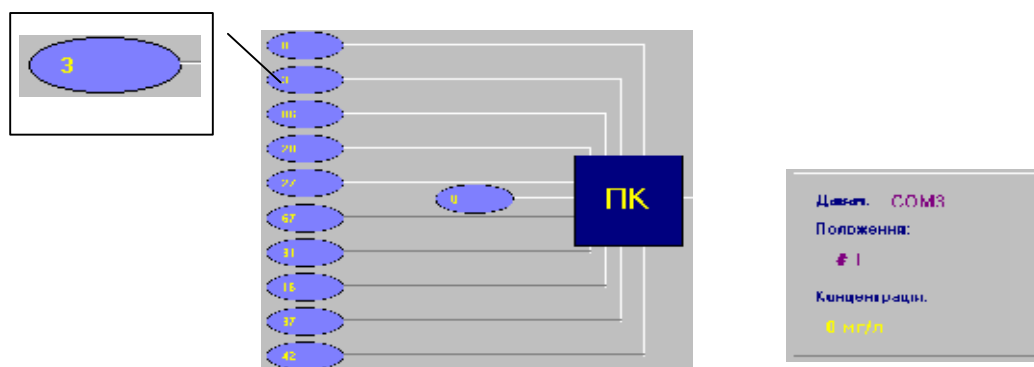


Рисунок 4.14 – Сторінка “Структура давачів”.

В правому верхньому кутку зображено таблицю формування вибору часу вимірів рисунок 4.15. Оператор в будь-який момент може вибрати покази, які надійшли годину-дві тому. Вони з'являються на структурі давачів.

The screenshot shows a dialog box titled "Вибір часу вимірів" (Selection of measurement time). It contains a table with two columns: "ДАТА" (DATE) and "ЧАС" (TIME). The first row is highlighted in blue and shows the date "14.10.2022" and the time "0:59:57". Below this, there are two rows highlighted in yellow and green, representing previous measurements. The table has a scroll bar on the right side.

ДАТА	ЧАС
14.10.2022	0:59:57

Рисунок 4.15 – Вибір часу вимірів

На сторінках “COM3” – “COM14” реалізовано графічне представлення зміни концентрації від кількості знятих показів, а також можливість виводу цього графіку на друку (активізація форми друк), рисунок 4.16.

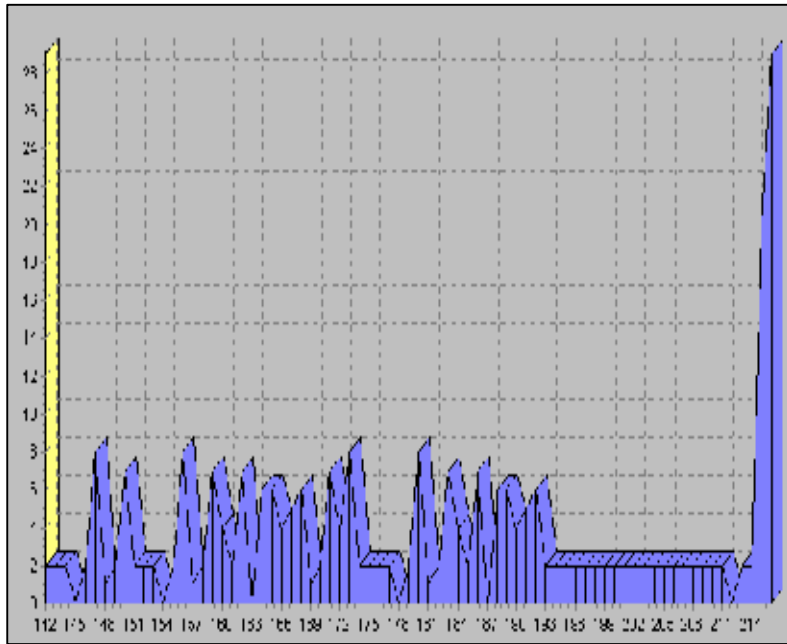


Рисунок 4.16 – Графічне представлення отриманих даних.

На сторінці “Настройки” визначені основні функції управління розподілом даних. За допомогою кнопки “Параметри драйвера” викликається форма драйвера, яка розглядалася вище. Кнопка “Закриття місяця” активізує процедуру програми пакування даних. Вона використовує програму arj.exe і упаковує базу даних COMxxSTAT.db в архів в директорії “\DataBase\2000_xx.arj”, де xx – номер місяця. Кнопка “Передача даних” запускає процедуру відправки даних за допомогою модему далі на глобальний рівень. Форму лістинга звітів і графіків активізує кнопка “Друк звітів” на сторінці “Настройки”, або “Друк” на сторінках “COM3” – “COM4”. Форма роздрук звітів містить в собі виклик діалогового меню установок принтера, активізується при натиску на кнопку “Параметри принтера”. Форма “Роздрук” приведена на рисунку 4.17.

Id	Com3	Com4	Com5	Com6	Com7	Com8	Com9	Com10	Com11	Com12
1	0	150	4300	1000	1350	3350	1550	800	1850	21
2	1900	4650	2200	2200	3800	3650	1700	2900	4650	44
3	3150	4650	1350	4050	3050	1350	2700	4000	3000	24
4	0	3	86	20	27	67	31	16	37	

Buttons: ДРУК, Параметри принтера, ВИХІД

Рисунок 4.17 – Форма “Роздрук”.

Математичний блок реалізовано в процедурі “Math” і виконується без інтерфейсного відображення. Данні вибираються з бази COMxxTMP.db, робляться обрахунки і заносяться в базу COMxxSTAT.db, звідки вибираються для використання всіма іншими процедурами і формами.

5 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

5.1 Розрахунок надійності програмного забезпечення

Програмне забезпечення характеризується випадковим характером помилок, які є результатом випадкових комбінацій вхідних даних, і дозволяє говорити про системні збої, викликані програмними помилками, як про випадкові події [13]. Це дозволяє використовувати ті ж методи для аналізу апаратних збоїв. Однак помилки, викликані помилками програмного забезпечення, є досить важливими, що призвело до розробки спеціальних методів аналізу надійності програмного забезпечення.

Джерелом помилок програмного забезпечення є логічні помилки в проекті чи його недосконалість, неправильне кодування.

Повна перевірка програми на наявність в ній помилок можлива лише після об'єднання її частин. Крім того, якщо в програмі використовуються блоки, які були складені раніше, то це значно ускладнює вдосконалення даної програми. Можливі також ситуації, коли безпомилково працююча програма на інших вихідних даних дає неприйнятні по точності і часу обчислення результати. Крім вище перерахованих є ще ряд причин, що призводять до появи помилок у програмі [14].

По складності програми можна поділити на декілька типів. Довжина стандартних програм для обчислення елементарних функцій не перевищує сотні команд. Найбільш складними є програми керування в реальному масштабі часу, що реалізуються на мультипроцесорних обчислювальних машинах і містять сотні тисяч команд. Повна перевірка таких програм в процесі налагодження неможлива. Функціонування програм перевіряється лише в процесі застосування. Помилки програм виявляються при дії тестових вхідних сигналів.

Щоб застосувати до оцінки надійності програм математичний апарат, розглядають відмови програми – події, що містяться в переході до неправильної

роботи програми. Після появи відмови програмісти досліджують програму з метою пошуку помилки і вдосконалення програми.

На даний момент не існує стандартного методу розрахунку надійності програмного забезпечення, тому для аналізу надійності програмного забезпечення використовуються експериментальні та аналітичні методи прогнозування надійності програмного забезпечення на основі результатів тестування на основі конкретних припущень. Найпростішою є модель Шумана.

Для прогнозування надійності програмного забезпечення в цій моделі використовуються дані про число помилок, що були виправлені в процесі компонування програм в систему програмного забезпечення і налагодження програм. За цими даними обчислюються параметри моделі надійності, яка може бути використана для прогнозування показника надійності в процесі використання програмного забезпечення.

Модель заснована на наступних припущеннях:

- в початковий момент компонування програм в систему програмного забезпечення в них міститься E_0 помилок; в процесі коректування нові помилки не вносяться,
- загальне число машинних команд I в програмах постійне,
- інтенсивність відмов програми λ пропорційна числу помилок, що залишилися в ній після відлагодження на протязі часу τ , тобто:

$$\lambda = C\varrho(\tau) = [E_0 / I - \varepsilon_c(\tau)] C, \quad (5.1)$$

де $\varepsilon_c(\tau)$ – відношення числа помилок, що усунені впродовж часу налагодження τ , до загального числа команд на машинній мові.

Таким чином, в моделі розрізняють два значення часу: час відлагодження τ (становить декілька місяців) і час роботи програми t – сумарне напрацювання програми (становить декілька годин). Час налагодження містить затрати на контрольні перевірки, виявлення помилок за допомогою тестів та інше. Час справного функціонування при цьому не враховується.

Таким чином, значення інтенсивності відмов λ вважається постійним впродовж всього часу функціонування $(0, t)$.

В силу прийнятих припущень для фіксованого τ ймовірність відсутності помилок програми впродовж часу напрацювання $(0, t)$ визначається наступним співвідношенням:

$$p(t, \tau) = \exp\{-\lambda t\}. \quad (5.2)$$

Середнє напрацювання програми до відмови рівне:

$$m_t = I / \lambda. \quad (5.3)$$

Для практичного використання формул необхідно оцінити C і E_0 по експериментальним даним. Застосовуючи метод моментів і розглядаючи два періоди відлагодження програми $\tau_1 < \tau_2$, отримаємо наступні співвідношення:

$$E_0^* = \frac{I[\gamma \varepsilon_C(\tau_1) - \varepsilon_C(\tau_2)]}{\gamma - 1}, \quad (5.4)$$

$$\gamma = \frac{T_1 n_2}{T_2 n_1}, \quad (5.5)$$

$$C^* = \frac{n_1}{T_1 [E_0 / I - \varepsilon_C(\tau_1)]}, \quad (5.6)$$

де n_1 і n_2 – кількість помилок в програмному забезпеченні, виявлених відповідно в періодах τ_1 і τ_2 ,

T_1 і T_2 – тривалості роботи системи, що відповідають τ_1 і τ_2 .

Застосуємо вищенаведені міркування для розрахунку показників надійності програми.

Розроблена програма містить близько двох тисяч команд, тому $I=7000$.

Для оцінки надійності програми було обрано два періоди тестування, на яких:

$$T_1=110 \text{ год}, T_2=300 \text{ год}, n_1=3, n_2=5.$$

$$\text{Тому } \varepsilon_C(\tau_1) = 3/7000 = 0,0004, \varepsilon_C(\tau_2) = 5/7000 = 0,0007.$$

Враховавши отримані значення за формулами (5.5) і (5.4), знайдемо:

$$\gamma = \frac{110 \cdot 5}{300 \cdot 3} = 0,61,$$

$$E_0^* = \frac{7000[0,61 \cdot 0,0004 - 0,0007]}{0,61 - 1} = 8,2.$$

Звідси знаходимо коефіцієнт C^* за формулою (5.6):

$$C^* = \frac{3}{110[8,2/7000 - 0,0004]} = 35,4.$$

За період тестування в програмі усунено $n=n_1+n_2$ помилок, тому $n=3+5=8$:

$$\varepsilon_c(\tau) = 8/7000 = 0,0012.$$

Інтенсивність відмов програми:

$$\lambda = 35,4(8,2/7000 - 0,0012) = 0,0025.$$

Середня напрацювання програми до відмови визначається з формули (5.3):

$$m_i = 1/0,0025 = 400 \text{ год.}$$

Ймовірність відсутності помилок програм впродовж часу напрацювання $(0, t)$ з формули (5.2) визначиться:

$$p(t, \tau) = \exp\{-0,0025 \cdot t\}.$$

По мірі напрацювання і виправлення помилок середнє напрацювання буде зростати.

6 БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ, ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Охорона праці

6.1.1 Характеристика приміщення та фактори, що мають вплив на оператора в процесі його праці

Вибір приміщення й організація робочого місця здійснюється згідно СН 245-71. Мінімальна площа на одну людину в Інформаційному Центрі становить $4,5 \text{ м}^2$ вільного від обладнання, а об'єм робочої зони на одну людину – 15 м^3 . Фактично на одну людину припадає $4,8 \text{ м}^2$, а об'єм робочої зони – $16,7 \text{ м}^3$.

Приміщення, в якому знаходиться робоче місце оператора, має такі характеристики:

довжина приміщення: 6.5 м;

ширина приміщення: 3.7 м;

висота приміщення: 3.5 м;

кількість вікон: 4;

число робочих місць: 2;

освітлення: природне (через бокові вікна) та загальне штучне;

вид виконуючих робіт: безперервна робота з прикладною програмою в діалоговому режимі.

Напруження зору:

освітленість робочого місця, лк 300;

розмір об'єкта, мм 0.3 – 0.5;

розряд зорової роботи III – IV.

При плануванні робочого приміщення необхідно, щоб:

ПК біли б розташовані таким чином, щоб уникнути випромінювання від цокольної частини кінескопу дисплею.

Відстань між сусідніми операторами, які працюють на ПК, не повинна бути меншою ніж 1,2 м.

Відстань від екрану дисплею до оператора повинна, по можливості, становити 0.7 м.

Тривалість роботи за комп'ютером не повинна перевищувати 4 години. Після кожної години роботи необхідно робити 10-ти хвилинні перерви.

Проектанти та виробники комп'ютерної техніки передбачають ефективні міри для усунення несприятливих впливів на здоров'я людини, але не дивлячись на ці обставини, у людей, які інтенсивно працюють за комп'ютером досить часто виникають головні болі, загальна втома. Причому, на перший план виходять симптоми здорового напруження та перенапруження, потім втомленість, болі в групах м'язів, які підтримують вимушену позу. Довготривала робота за комп'ютером може викликати послаблення зору, та як дисплей відображає всю інформацію в яскравих, різноманітних кольорах, крім того екран, випромінює рентгенівське проміння. Центральний блок комп'ютера і всі його периферійні пристрої живляться від мережі змінного струму 220 В. Тому потрібно прийняти відповідні міри, щоб уникнути враження електричним струмом.

На робочому місці оператор є під впливом таких шкідливих факторів:

- недостатнє освітлення;
- шум працюючих комп'ютерів;
- електромагнітне випромінювання;
- виділення надлишків теплоти.

Аналіз потенційно шкідливих факторів наведено в таблиці 6.1.

Тому необхідно розробити засоби захисту від цих шкідливих факторів. До таких засобів захисту відносять: вентиляція, штучне освітлення, звукоізоляція. Існують нормативи, що визначають комфортні умови та гранично допустимі норми запиленості, температури повітря, шуму, освітленості. В системі мір, що забезпечують безпечні умови праці, значну увагу приділяють естетичним факторам: оформлення виробничого інтер'єру, обладнання, застосування функціональної музики та інш., які здійснюють певний вплив на організм людини. Важливу роль грає побілка приміщень, яка повинна бути світлою. В

даному розділі дипломного проекту розраховується необхідна освітленість робочого місця та інформаційне навантаження оператора.

Таблиця 6.1 – Аналіз потенційно шкідливих виробничих

Джерело небезпеки	Характеристика потенційно небезпечних виробничих факторів та їх допустимі значення	
Випромінювання дисплея:	Діапазон	Нормовані значення
рентгенівське	1,2 Кев	75 мкг/г
ультрафіолетове	220 - 280 нм	0,01 Вт/м ²
видимий діапазон	320 – 700 нм	10,0 Вт/ м ²
яскравість	-	Не менше 35 кД/ м ²
ІК-	700 нм – 1 мм	100,0 Вт/ м ²
випромінювання		
Електростатичне поле	0 Гц	20 – 60 кВ/ м ²
Живлення центрального блоку	I = 2,5 А; U = 220 В; f = 50 Гц	
Виробничий шум	< 50 дБА	

Розвитку втомлюваності на виробництві сприяють такі фактори:

– неправильна ергономічна організація робочого місця, нераціональні зони розміщення обладнання по висоті від підлоги, по фронту від осі симетрії та інш.;

– характер протікання процесу праці. Трудовий процес організований таким чином, що оператор змушений з перших же хвилин робочого дня вирішувати найбільш важкі задачі, в той час, коли в перші хвилини роботи функціональна рухливість нервових клітин мозку надзвичайно низька. Важливе

значення має чергування праці та відпочинку, зміна одних форм роботи іншими.

У відповідності з ГОСТ 12.1.005-88 (Повітря робочої зони) в приміщенні повинен дотримуватись такий мікроклімат (таблиця 6.2):

Таблиця 6.2 – Оптимальні значення метеорологічних умов в робочих зонах виробничих приміщень

Характер ис-тика примі-щення	Катег орія робіт	Періо д року	Темпе ратура (°С)	Відносна пологість	Швидкість руху повітря, м/с
Місце оператора	Легка	Теплий	21 – 23	55 – 65	0,1
	Легка	Холодний	19 – 21	55 – 65	Не більше 0,2

Для підтримання необхідного мікроклімату в приміщенні встановлюються пристрої опалювання та вентиляції, які відповідають вимогам СНіП 2.04.05-86 та СН 245-71. В приміщенні використовують водяну систему опалення з нагрівними приладами підвіконних панелей. Температура поверхні цих панелей не повинна перевищувати 85 °С. розміри цих панелей повинні забезпечувати зручність та безпеку праці. В приміщенні застосовують природну-витяжну та штучну-припливну вентиляцію.

Мінімальна кількість свіжого повітря, яка подається системою вентиляції складає 60 м³ на одного працюючого.

6.1.2 Розрахунок освітлення робочого місця оператора

Одним з основних питань охорони праці є організація раціонального освітлення виробничих приміщень та робочих місць.

Для освітлення приміщення, в якому працює оператор, використовується змішане освітлення, тобто суміш природного та штучного освітлення.

Природне освітлення – створюється через вікна в зовнішніх стінах будівлі.

Штучне освітлення – використовується при недостатньому природному освітленню й створюється за допомогою двох систем: загального та місцевого освітлення. Загальним називають освітлення, світильники якого освітлюють всю площу приміщення. Місцевим називають освітлення, призначене для визначеного робочого місця [16].

Для приміщення, де знаходиться робоче місце оператора, використовується система загального освітлення.

Нормами для даних робіт встановлена необхідна освітленість робочого місця $E_H=300$ лк (для робіт високої точності, коли найменший розмір об'єкта розрізнення становить 0.3 – 0.5 мм).

Розрахунок системи освітлення виконується методом коефіцієнта використання світлового потоку, який виражається відношенням світлового потоку, що падає на розраховуємо поверхню, до сумарного потоку всіх ламп. Його величина залежить від характеристик світильника, розмірів приміщення, побілки стін та стелі, що характеризуються коефіцієнтами відбиття стін та стелі.

Загальний світловий потік визначається за формулою:

$$F_{\text{обц}} = E_H \cdot S \cdot z_1 \cdot z_2 / \eta, \quad (6.1)$$

де E_H – необхідна освітленість робочого місця згідно норми ($E_H=300$ лк);

S – площа приміщення, м^2 ;

z_1 – коефіцієнт запасу, який враховує напруцювання та забруднення світильників ($z_1=1.5$);

z_2 – коефіцієнт, що враховує нерівномірність освітлення ($z_2=1.1$);

η - коефіцієнт використання світлового потоку вибирається з таблиць в залежності від типу світильника, розмірів приміщення, коефіцієнтів відбиття стін та стелі приміщення.

Визначимо площу приміщення, якщо його довжина складає $L_d=6.5$ м, а ширина $L_{ш}=3.7$ м:

$$S = L_d \cdot L_{ш} = 6.5 \cdot 3.7 = 24 \text{ м}^2, \quad (6.2)$$

Виберемо з таблиці коефіцієнт використання світлового потоку по таких даних:

коефіцієнт відображення побіленої стелі $R_{п}=70\%$;

коефіцієнт відбиття від стін, помальованих у світлу фарбу $R_{ст}=50\%$;

$$i = \frac{L_d \cdot L_{ш}}{h_{п} \cdot (L_d + L_{ш})} = 0.7,$$

де $h_{п}$ – висота приміщення = 3.5 м. Тоді знаходимо (для люмінесцентних ламп $i=0.7$) $\eta=0.38$.

Визначаємо загальний світловий:

$$F_{заг} = 300 \cdot 24 \cdot 1.5 \cdot 1.1 / 0.38 = 31263.2 \text{ лм}, \quad (6.3)$$

Найбільш підходящими для приміщення ІЩ є люмінесцентні лампи білого світла чи тепло-білого світла, потужністю 20, 40 чи 80 Вт.

Світловий потік однієї лампи потужністю 40 Вт складає $F_1=3100$ лм, відповідно, щоб отримати світловий потік $F_{заг}=31263.2$ лм необхідно N ламп, число яких можна визначити за формулою:

$$N = F_{заг} / F_1, \quad (6.4)$$

Підставивши значення, отримаємо:

$$N = 31263.2 / 3100 = 10 \text{ ламп}, \quad (6.5)$$

Таким чином, необхідно встановити 10 ламп.

Електрична потужність усієї освітлювальної системи вираховується за формулою:

$$P_{заг} = P_1 \cdot N, \quad (6.6)$$

де P_1 – потужність однієї лампи = 40 Вт, N – число ламп = 10.

$$P_{\text{заг}} = 40 \cdot 10 = 400 \text{ Вт}, \quad (6.7)$$

Для уникнення засвітки екранів дисплеїв прямими світловими потоками світильники загального освітлення розміщують збоку від робочого місця, паралельно лінії зору оператора та стіні з вікнами. Таке розміщення світильників дозволяє проводити їх послідовне включення в залежності від величини природного освітлення та виключає подразнення очей чередуючими смугами світла та тіні, що виникають при поперечному розміщенні світильників.

Розрахунок місцевого світлового потоку не виконується, так як в даному випадку рекомендується система загального освітлення для уникнення відбиття світла від поверхонь столу та екрану монітора.

Коефіцієнт пульсації освітленості:

$$K_{\text{П}} = \frac{E_{\text{max}} - E_{\text{min}}}{2E_{\text{cp}}} \cdot 100\% , \quad (7.8)$$

де E_{max} , E_{min} та E_{cp} показники освітленості для газорозрядних ламп при їх живленні змінним струмом – відповідно максимальна, мінімальна та середня.

Візьмемо по аналогії люмінесцентну лампу ЛХБ приблизно тієї ж потужності. Включенням суміжних ламп в різні фази (групи) трьох фазної електричної мережі можна досягти зменшення коефіцієнта пульсації КП с 35 до 3 – тобто майже в 12 раз .

6.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

З розвитком науково-технічного прогресу важливу роль грає можливість безпечного виконання людьми своїх трудових обов'язків. У цьому сенсі була створена та розвивається наука про безпеку праці та життєдіяльності людини. Безпека життєдіяльності (БЖД) — це комплекс заходів, вкладених у забезпечення безпеки людини у середовища проживання, збереження здоров'я, розробку методів і засобів захисту за допомогою зниження впливу шкідливих і

найнебезпечніших чинників до допустимих значень, вироблення заходів для обмеження шкоди на ліквідацію наслідків надзвичайних ситуацій мирного і війни.

Мету й зміст БЖД: виявлення вивчення чинників довкілля, які впливають для здоров'я людини; - ослаблення дії цих факторів до безпечних меж чи виняток їх якщо може бути; - ліквідація наслідків катастроф і стихійних лих. Коло практичних завдань БЖД передусім обумовлений вибором принципів захисту, із розробкою та раціональним використанням засобів захисту чоловіки й природного довкілля від впливу техногенних джерел постачання та стихійних явищ, і навіть коштів, які забезпечують комфортне стан середовища життєдіяльності. Охорона здоров'я працюючих, забезпечення безпеки умов праці, ліквідація професійних захворювань, і виробничого травматизму становитиме з головних турбот людського суспільства. Звертається увагу до необхідності широко він прогресивних форм наукової організації праці, відомості до мінімуму ручного, малокваліфікованого праці, створення обстановки, яка виключає професійні захворювання і виробничий травматизм. На робоче місце мають бути передбачені захисту від можливого впливу небезпечних і шкідливих факторів виробництва. Рівні цих факторів нічого неповинні перевищувати граничних значень, обумовлених правовими, технічними і санітарно-технічними нормами. Переважна частина вчених вважають, що і короткочасне, і тривале вплив всіх видів випромінювання від екрана монітора безпечно здоров'ю персоналу, обслуговуючого комп'ютери. Проте вичерпних даних щодо безпеки впливу випромінювання від моніторів на які працюють із комп'ютерами й не існує дослідження, у цьому напрямі тривають. Максимальний рівень рентгенівського випромінювання робочому місці оператора комп'ютера звичайно перевищує 10мкбэр/ч, а інтенсивність ультрафіолетового і інфрачервоного випромінювань від екрана монітора лежать у межах 10...100мВт/м². Для зниження впливу цих видів випромінювання рекомендується застосовувати монітори зі зниженим рівнем випромінювання

(MPR-II, TCO-92, TCO-99), встановлювати захисні екрани, і навіть дотримуватися регламентовані режими праці та відпочинку.

Виробничі аварії можуть бути різноманітними. Причинами їх можуть бути: стихійні лиха (землетруси, зсуви, повені, пожежі тощо). а також порушення технології виробництва і правил техніки безпеки.

Найбільш типовими наслідками аварій можуть бути: вибухи, пожежі, затоплення, завали шахт, зараження навколишнього середовища сильнодіючими отруйними речовинами.

Під стихійним лихом розуміють таке явище природи, яке не може бути відвернуте і характеризується порушенням нормальної життєдіяльності значної групи населення, загрози для їх життя, руйнуванням чи затопленням та знищенням матеріальних цінностей.

До них відносяться: повені; потоки; урагани; зсуви; землетруси та інші.

До стихійних лих відносяться також масові лісові пожежі по тим втратам, які вони завдають народному господарству і великій небезпеці для населення, що проживає у районах, охоплених пожежами.

Крупними аваріями на промислових підприємствах вважаються надзвичайні пригоди, які викликають раптову зупинку роботи. створюють небезпеку для життя людей і можуть призвести до руйнування виробничих будівель, ушкодження чи знищення устаткування, сировини і готової продукції, а також до зараження місцевості отруйними речовинами і загазованості атмосфери. Наслідком аварій, а іноді і причиною їх можуть бути вибухи і пожежі.

Такі стихійні явища природи, крупні аварії у промисловості і на транспорті, які спричинили загибель людей, великі руйнування і знищення матеріальних цінностей, відносяться до категорії катастроф.

Крупні виробничі аварії і катастрофи можуть призводити до загибелі людей і завдавати відчутних втрат народному господарству.

Тому забезпечення безаварійної роботи підприємств слід розглядати як важливу державну справу, яка потребує повсякденної уваги керівництва.

інженерно-технічних працівників. Аварії можуть трапитися на будь-яких промислових підприємствах і на транспорті, унаслідок безвідповідального відношення до своїх обов'язків усіх посадових осіб. а також робітників і службовців підприємства і недодержання ними правил техніки безпеки.

Однак, найбільшу небезпеку являють собою об'єкти, що виробляють чи застосовують у технології сильнодіючі отруйні речовини, вибухо і пожежонебезпечні матеріали і продукти. Небезпечними об'єктами є також склади, бази, залізничні станції і порти, де зберігаються чи маються запаси цих матеріалів і продуктів. Аварії можуть трапитися унаслідок:

- стихійних лих;
- допущення прорахунків у проектуванні будівництві і обладнанні підприємства;
- введення в експлуатацію промислових об'єктів з великими недоробками і відступами від проектів;
- прийняттям в експлуатацію вентиляційних систем без випробування на ефективність їх роботи;
- недоробок по техніці безпеки і охороні праці тощо.

Вони можуть бути також наслідком порушення технологічного процесу, несправності електропроводки і недостатнього впровадження надійних систем пожежогасіння.

Аварії виникають і унаслідок необачного поводження з вогнем.

Крім того, причинами аварії можуть бути: порушення вимог і правил техніки безпеки: низька трудова і технологічна дисципліна, відсутність належного контролю за процесом виробництва.

Аналіз причин аварій показує, що вони виникають головним чином унаслідок поганої навченості персоналу, допущеної халатності, порушень технологічного процесу виробництва і правил техніки безпеки.

Для запобігання аваріям на промислових підприємствах і транспорті заздалегідь розробляються і здійснюються організаційно-технічні заходи, спрямовані на підвищення стійкості і безаварійності роботи.

Вивчення причин виникнення аварій і всебічна оцінка ступеня їх небезпечності дасть можливість правильно визначити заходи, що до їх попередження, передбачити необхідні дії по захисту людей і зниженню втрат.

Важливим фактором забезпечення безаварійної роботи є вивчення і суворе дотримання всіма інженерно-технічними працівниками правил і норм техніки безпеки. Основними заходами по ліквідації наслідків аварій і стихійних лих є:

- оповіщення робітників і службовців, ЦО і населення, що проживає поблизу об'єкту, екстрена евакуація;
- комплексна розвідка об'єкту на якому виникла аварія;
- рятування людей з-під завалів, із оточуючих і ушкоджених будівель і споруд;
- надання медичної допомоги потерпілим від аварії, вивіз у лікувальні установи;
- гасіння пожеж;
- локалізація аварії на комунально-енергетичних мережах, перешкоджаючих веденню рятувальних робіт;
- улаштування проїздів і підходів до місць аварій;
- руйнування ненадійних конструкцій, розбирання завалів;
- демонтаж зберігшогося устаткування, якому загрожує небезпека;
- організація комендантської служби.

Задача кожного працюючого на підприємстві - знати основні правила поведінки при аваріях, вміти діяти в обставинах, що при цьому склалися. Ці правила і послідовність дій треба вивчати, постійно пам'ятати і вміти практично виконувати.

В аварійній ситуації важливою задачею є оповіщення про аварію. Кожний робітник і службовець будь-якого об'єкту народного господарства повинен вміти користуватися наявними на підприємстві оповіщувачами. Кожний робітник підприємства, пов'язаний з можливою газовою обстановкою, повинен знати способи виклику газорятівників.

Для ліквідації стихійних лих, виробничих аварій і рятування потерпілих на об'єктах народного господарства у першу чергу залучаються спеціальні підрозділи (газорятівників, пожежників і т. ін.), при необхідності можуть залучатися формування ЦО.

З виникненням аварій робітники і службовці, що входять до складу формування ЦО, зобов'язані негайно прибути на місце збору. Робітники і службовці підприємства, що не входять до складу формувань, повинні бути також готові вести роботи по ліквідації аварії, по спасінню потерпілих на об'єктах.

Ліквідація наслідків стихійних лих і аварій може здійснюватись одночасно на всьому об'єкті або по окремих його ділянках при наявності достатніх сил і засобів. При цьому розпочинають їх у першу чергу там, де необхідно надати допомогу людям, на ділянках, які становлять найбільшу небезпеку.

Перша медична і лікарська допомога надається перш за все потерпілим, що знаходяться у шоківому стані, а також вивільнені з-під уламків завалів. Вивільнення людей з-під великих завалів проводиться з додержанням особливих заходів перестороги, їм надається невідкладна медична допомога на місці з подальшою евакуацією у лікувальні установи.

Виробничим аваріям звичайно сприяють пожежі, що створюють у деяких випадках найбільшу небезпеку. Обстановка в осередку пожежі може створитися досить складна, особливо при наявності руйнувань, завалів, порушення і навіть припинення водопостачання. Боротьба з вогнем пов'язана із рятуванням людей, якщо частина персоналу підприємства опинилася у зоні, охопленій полум'ям. Наявність у виробництві вибухонебезпечних і швидко займистих матеріалів може погіршити становище. Тому до ліквідації пожежі необхідно залучити технічний персонал підприємства, який добре знає розташування апаратури, що знаходиться під великим тиском, місцезнаходження вибухонебезпечних чи отруйних речовин, а також можливості використання стаціонарних засобів пожежегасіння.

У першу чергу локалізують і гасять ті осередки пожежі, які становлять перешкоду рятувальним роботам і створюють загрозу подальшого поширення вогню.

Особовий склад формувань пожежегасіння повинен суворо дотримуватись правил безпеки, слідкувати за станом будівельних конструкцій, що загрожують обвалом, і не допускати, щоб вогонь оточував працюючих. При сильній задимленості особовий склад, що приймає участь у гасінні пожежі, повинен діяти у протигазах і використовувати інші захисні засоби.

Пожежі впливають на людей дуже сильним психологічним ефектом. Відомо, що паніка серед людей навіть при невеликих пожежах є причиною значних жертв. Знаючи правила поведінки, людина, захоплена цим лихом, у будь-якій обстановці зможе не лише врятувати своє життя, але й надати допомогу у рятуванні інших людей, матеріальних цінностей від вогню.

При самопорятунку і рятуванні інших людей у будинках охоплених вогнем, діяти слід швидко, оскільки основною небезпекою є висока температура повітря, задимлення, можливі обвалення будівельних конструкцій. Палаюче приміщення треба долати, накрившись з головою мокрою ковдрою, цупкою тканиною чи верхнім одягом, крізь сильно задимлене приміщення слід повзти чи рухатись пригинаючись. Двері у задимлене приміщення слід відчиняти обережно, бо швидкий потік повітря викличе спалах полум'я. Ввійшовши у приміщення, де можуть бути люди, слід гукнути їх, відшукуючи потерпілих, треба пам'ятати, що діти від переляку ховаються під ліжко, шафу, забиваються у кутки, в інші місця.

Під час пожежі на людях спалахує одяг. При невеликих ділянках палаючого одягу вогонь може бути погашений шляхом збивання його курткою, рукавицею. Не виключено, що у деяких випадках люди в палаючому одязі намагаються бігти. Необхідно зупинити їх, накинувши на таких потерпілих будь-яке полотнище, щільно притуливши його до тіла потерпілого. Цим може бути досягнуте припинення припливу повітря до місця горіння і самогоріння.

При виникненні пожежі на виробництві у першу чергу треба повідомити пожежну команду, а потім сміливо вступати у боротьбу з вогнем.

Для гасіння пожеж застосовуються : вода, пісок, вогнегасники і інші підручні засоби. Крім цих засобів треба застосовувати підготовлений протипожежний інвентар, пінні, порошкові і вуглекислотні вогнегасники, а також підручні матеріали, що мають вогнегасну дію.

Бензин, гас, різні органічні масла і розчинники, палаючу електропроводку водою гасити не можна, їх слід гасити за допомогою пінних і порошкових вогнегасників, шляхом засиплення піском і землею, а якщо вогнище пожежі невелике - накрити його брезентовим покривалом, важкою тканиною чи одягом, змоченим водою. Палаючу електропроводку гасити можна лише впевнившись, що з неї знята напруга.

Треба бути уважним при наявності обвислих проводів: не з'ясувавши, що провід знеструмлено, слід вважати його під напругою і вживати відповідні заходи безпеки.

На ряді об'єктів народного господарства здійснюється виробництво, використання, зберігання, а у деяких районах і перевезення сильнодіючих отруйних речовин (СДОР). Це стосується перш за все підприємств хімічної, нафтопереробної, нафтохімічної та інших споріднених з ним галузей промисловості, підприємств, що мають холодильні установки в яких застосовується як холодильний агент речовини типу аміаку, водопровідних і очисних споруд, що використовують хлор, залізничних станцій, що мають колії рухомого складу для СДОР, а також складів і баз з запасами отрутохімікатів, чи інших аналогічних речовин. Серед СДОР можуть бути: аміак, хлор, окис вуглецю, сірчастий ангідрид, сірковуглець, трихлористий фосфор, фтористий водень та. ін.

У наслідок стихійних лих (наприклад, під час землетрусу , пожежі чи залізничної катастрофи) чи при аварії на виробництві, можливі виливи (викиди) СДОР і пов'язані з ними зараження місцевості і повітря. При цьому не виключені ураження людей, що знаходяться у районах виливу (викиду) СДОР.

Після виявлення викиду в атмосферу СДОР чи розливу її по території слід негайно сповістити всіх, хто може опинитися у небезпечній зоні, включаючи і житловий сектор, який межує з об'єктом.

Робітники і службовці, а у деяких випадках і жителі прилеглих районів на випадок аварії повинні бути забезпечені промисловими фільтруючими протигазами, призначеними для захисту від даного виду СДОР.

Робота по ліквідації аварії у першу чергу спрямована на те, щоб припинити розповсюдження отруйної речовини в атмосферу і розтікання її по місцевості. Для цього потрібно відключити ушкоджену ділянку перекрити крани і інші запірні пристрої. На розриви, що утворилися у ємностях і трубопроводах, накласти пластирі, муфти, у необхідних випадках забити пробки із дерева чи металу, перекачати СДОР з ушкоджених ємностей у справні. Крім того, для збору отруйних речовин необхідно відкопати рови і канали.

Розвідники, як тільки виявлять зараження, визначають концентрацію СДОР, уточнюють зони небезпечного і надзвичайно небезпечного зараження, позначають їх межу, встановлюють шляхи підходу, характер і масштаби руйнувань, стан людей і обладнання. Район, де відбулася аварія обов'язково оточується, сторонні не допускаються.

Органи ЦО у цей час повинні уважно стежити за метеорологічною обстановкою. Напрямок вітру і температура повітря можуть змінюватись, і це відіб'ється на характері і напрямку розповсюдження отруйних парів.

Не менш важливою турботою при ліквідації зараження є дегазація зараженої території, споруд і устаткування. Як речовини для дегазації можуть бути використані, наприклад, хлор, гашене вапно, лужні відходи промисловості. Застосовують їх найчастіше у вигляді розчинів або кашки.

Усі хто приймає участь у ліквідації аварії, забезпечуються промисловими чи ізолюючими протигазами, захисним одягом, індивідуальними протихімічними пакетами, медичними засобами.

У зонах можливих затоплень на місцевості слід додержуватись встановленого порядку, зайняти підвищені місця. При рятувальних роботах

необхідно виявляти витримку і самовладання, суворо дотримуватись вимог рятувальників. Не можна переповнювати рятувальні засоби (катери, човни, плоти), оскільки це загрожує безпеці рятувальників і врятованих. Потрапивши у воду, слід скинути із себе важкий одяг і взуття, відшукати поблизу плаваючі чи підвищені над водою предмети, скористатися ними до отримання допомоги.

У випадку одержання сигналу сповіщення населення про наближення селевого потоку чи зсуву, а також при перших ознаках їх появи, треба якомога швидше залишити приміщення попередити про небезпеку оточуючих і вийти у безпечне місце. Залишаючи приміщення, слід загасити печі, перекрити газові крани, вимкнути світло і електроприлади. Це допоможе відвернути виникненні пожежі. Селеві потоки і зсуви являють серйозну небезпеку при їх раптовій появі. У цьому випадку страшнішим за все є паніка.

У випадку захоплення когось потоком селю, треба надати потерпілому допомогу усіма наявними засобами. Такими засобами можуть бути жердини, канати чи мотузки, що подають рятувальники. Виводити врятованих з потоку треба у напрямку потоку із поступовим наближенням до краю.

На кожній ділянці аварійних робіт виставляється охорона і спостерігачі, а біля небезпечних місць встановлюється огорожа і вивішуються плакати з попередженнями про небезпеку.

ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі розроблено інформаційну систему контролю поверхнево-активних речовин. Вона дозволяє визначати, вести аналіз і накопичення значень концентрації цих речовин в стічних вода підприємства, де система буде впроваджена.

Швидке та точне визначення концентрації приведе до зниження шкідливості викидів в навколишнє середовище.

Розроблено програмне забезпечення для управління системою з місця оператора і представлення даних в зручному для користувачів вигляді.

Проведено розрахунок надійності розробленого програмного забезпечення та визначено способи забезпечення безпечних та здорових умов праці.

.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адамсон А. Физическая химия поверхностей. Пер. с англ. - М. :Мир, 1979.-568 с.
2. Джейк М., Парфит Дж. Химия поверхности раздела фаз. Пер. с англ. - М.:Мир, 1984.-269 с.
3. Малько О. Г. Термодинамічні основи контролю концентрації мікрочастинок по зміні міжфазних характеристик. Н.т. журнал Методи та прилади контролю якості, №4, 1999. С.34 -35.
4. Малько О. Г., Дранчук М. М. Методологічний підхід щодо якісного і кількісного контролю середовища та речовин по зміні міжфазного натягу.Н.т. журнал Методи та прилади контролю якості, №8, 2002. С.30 - 34. Режим доступу- <http://elar.nung.edu.ua/bitstream/123456789/599/4/2206p.pdf>
5. Малько О. Г. Визначення динамічних характеристик між фазного натягу по зміні тиску у висячій краплі сталого об'єму. Н.т. журнал Методи та прилади контролю якості, №8, 2003. С.45 - 49.
6. Дж. Мартин. Организация баз данных в вычислительных системах.— М.: Мир, 1980.— 664 с.
7. Локальные вычислительные сети. Принципы построения, архитектура, коммуникационные средства. Под ред. Назарова С.В. – М.: Финансы и статистика, 1994.
8. Овчинников В.В., Рыбкин И.И. Техническая база интерфейсов локальных вычислительных сетей. – М.: Радио и связь, 1989.
9. Фролов А.В., Фролов Г.В. Локальные сети персональных компьютеров. Монтаж сети, установка программного обеспечения. – М.: ДИАЛОГ, 1995.
10. Рули Д. Сети Windows NT 4.0. – К.: ВНУ, 1998.
11. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы: Учеб. пособие для вузов. – М.: Наука, 1989. 14. Джейкок М., Парфит Дж. Химия поверхностей раздела фаз: Пер. с англ. – М.: Мир, 1984.

12. Модемы и их применение для передачи данных. / Уч.пос. Копейкина Л.А. Мирошников Д.Г., М.: МИФИ, 1994. – 348с.

13. Теория надежности радиоэлектронных систем в примерах и задачах: Учеб. пособие для ст. радиотех. спец. ВУЗов. Под ред. Г.В. Дружинина.- М.: Энергия, 1975.

14. Домин П.А. Справочник по технике безопасности.- М.: Энергоиздат, 1984.

15. Денисенко Г.Ф. Охрана труда.- М.: Высшая школа,1985.

ДОДАТОК А. ПРОГРАМА ІНТЕРФЕЙСУ

```
;
; This is a script file that demonstrates how
; to establish a PPP connection with a host
; that uses a menu system.
;
; A script file must have a 'main' procedure.
; All script execution starts with this 'main'
; procedure.
;
; Main entry point to script
;
proc main
    ; Change these variables to customize for your
    ; specific Internet service provider
    integer nTries = 3
    ; This is the login prompt and timeout values

    string szLogin = "username:"
    integer nLoginTimeout = 3

    ; This is the password prompt and timeout values

    string szPW = "password:"
    integer nPWTimeout = 3
    ; This is the prompt once your password is verified

    string szPrompt = "annex:"

    ; This is the command to send to establish the
    ; connection. This script assumes you only need
    ; to issue one command to continue. Feel free
    ; to add more commands if your provider requires
```



```

; it.
;
; This provider has a menu list like this:
;
; 1      : Our special GUI
; 2      : Establish slip connection
; 3      : Establish PPP connection
; 4      : Establish shell access
; 5      : Download our software
; 6      : Exit
;
; annex:
;

string szConnect = "3^M"

; Set this to FALSE if you don't want to get an IP
; address
boolean bUseSlip = FALSE

; -----

; Delay for 2 seconds first to make sure the
; host doesn't get confused when we send the
; two carriage-returns.

delay 2
transmit "^M^M"

; Attempt to login at most 'nTries' times

while 0 < nTries do

    ; Wait for the login prompt before entering
    ; the user ID, timeout after x seconds

```

```
waitfor szLogin then DoLogin
until nLoginTimeout
```

```
TryAgain:
```

```
transmit "^M" ; ping
nTries = nTries - 1
```

```
endwhile
goto BailOut
```

```
DoLogin:
```

```
; Enter user ID
```

```
transmit $USERID, raw
transmit "^M"
```

```
; Wait for the password prompt
```

```
waitfor szPW until nPWTimeout
if FALSE == $SUCCESS then
goto TryAgain
endif
```

```
; Send the password
```

```
transmit $PASSWORD, raw
transmit "^M"
```

```
; Wait for the prompt
```

```
waitfor szPrompt
```

```
transmit szConnect
```

```
if bUseSlip then
```

```
    ; An alternative to the following line is
```

```
    ;
```

```
    ;   waitfor "Your address is "
```

```
    ;   set ipaddr getip
```

```
    ;
```

```
    ; if we don't know the order of the IP addresses.
```

```
    set ipaddr getip 2
```

```
endif
```

```
goto Done
```

BailOut:

```
    ; Something isn't responding. Halt the script
```

```
    ; and let the user handle it manually.
```

```
    set screen keyboard on
```

```
    halt
```

Done:

```
endproc
```