

Анотація

Розробка та дослідження автоматизованої системи для оперативного контролю та керування газорозподільними станціями. Кваліфікаційна робота магістра. Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». ТНТУ ім. Івана Пулюя м. Тернопіль, 2020р.

Метою даної роботи є розроблення та моделювання інформаційно-управляючої системи лінійної частини магістральних газопроводів.

У число основних задач системи управління лінійної частини магістральних газопроводів входять наступні:

- збір інформації про поточні значення параметрів технологічного процесу (тиск, температура і т. д.);
- збір інформації про стан технологічних об'єктів;
- доставка зібраної інформації споживачам на всіх рівнях системи;
- прийом керуючих сигналів із усіх рівнів системи і формування керуючих впливів для запірної арматури й інших технологічних об'єктів.

ЗМІСТ

Анотація	4
Перелік умовних позначень, скорочень і термінів	7
Вступ	9
1 Аналітична частина.....	13
1.1 Загальні характеристики системи автоматизації	13
1.2 Задачі автоматизації.....	21
1.3 Існуючі системи та запропоновані рішення	26
2 Технологічна частина.....	40
2.1 Структура системи	40
2.2 Опис елементів системи.....	45
2.3 Вибір компонентів та опис системи безпроводного зв'язку.....	52
2.4 Вибір датчиків та виконавчих механізмів.....	64
3 Конструкторська частина	68
3.1 Структурно-функціональна схема контрольованого пункту	68
3.2 Організація протоколу передачі даних.....	71
3.3 Моделювання процесу передачі інформації.....	79
3.4 Розрахунок основних показників каналу зв'язку	84
4 Науково-дослідна частина.....	88
4.1 Розрахунок завадостійкості системи зв'язку з кодуванням	88
4.2 Надійність протоколу передачі даних	91
5 Спеціальна частина. Використання засобів САПР	98
6 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	110
6.1 Аналіз потенційних небезпечних та шкідливих умов праці.....	110

6.2 Забезпечення нормальних умов праці	114
6.3 Забезпечення безпеки користувача ПЕОМ	118
6.2 Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях. Вимоги до системи газопостачання на випадок виникнення надзвичайних ситуацій, заходи щодо забезпечення безпеки персоналу і стійкості об'єктів газоперекачувальної станції.	121
Висновки	127
Перелік посилань	129

Перелік умовних позначень, скорочень і термінів

АБ – акумуляторна батарея;

АРМ – автоматизоване робоче місце;

АС – абонентська станція;

АСУ ТП – автоматизована система управління технологічним процесом;

АЦП – аналогово-цифровий перетворювач;

БР – базова радіостанція;

ВДЖ – вторинне джерело живлення;

ВК – віртуальний канал;

ВШ – віртуальний шлях;

ГПА – газоперекачувальний агрегат;

ГРС – газорозподільна станція;

ГТС – газотранспортна система;

КІ – концентратор інформації;

КП – контрольований пункт (кранова площадка);

КС – компресорна станція.

МГ – магістральний газопровід;

МДЖ – мережеве джерело живлення;

ПЕОМ – переносна електронно-обчислювальна машина;

ПЗ – програмне забезпечення;

ПЗО – пристрій зв'язку з об'єктом;

ПЗП – постійний запам'ятовуючий пристрій;

ПК – персональний комп'ютер;

ППЗП – постійний перезапам'ятовуючий пристрій;

ПР/ПД. – приймально-передавальний пристрій;

ПУ – пункт управління;

СКЗ – станції катодного захисту;

ФГЗ – фільтр грозозахисту;

ЦАП – цифро-аналоговий перетворювач;

ЦКС – центральний комутатор системи;

АІ/О – аналоговий ввід-вивід;

АТМ – asynchronous transfer mode;

ДІ/О – дискретний ввід-вивід;

PVC – постійне віртуальне з'єднання (permanent virtual connection);

SVC – комутоване віртуальне з'єднання (switched virtual connection);

Вступ

Газотранспортна система України. — одна з найбільших, але разом з тим і найстаріших в Європі. Розвиток української системи проходив одночасно з розвитком загальноєвропейської мережі. Сьогодні ГТС України є невід'ємною частиною міжнародного транспорту газу.

З метою ефективної експлуатації газотранспортної системи необхідно виконувати роботи за затвердженими програмами реконструкції по технічному переозброєнню лінійної частини магістральних газопроводів (ЛЧМГ), газорозподільних станцій (ГРС), компресорних станцій (КС), плану капітальних ремонтів ділянок комерційного заміру газу на пунктах виміру газу та газорозподільних станціях.

Виконання згаданих програм, як і взагалі стабільне функціонування такої наукоємної галузі, як газова, неможливе без відповідного науково-технічного забезпечення.

Особливості науково-технічного забезпечення газотранспортної галузі на сьогоднішньому етапі полягають у тому, що в силу історичних обставин в свій час Укргазпром, а тепер Укртрансгаз вимушений самотужки фінансувати розробку газотурбінних двигунів та іншого високотехнологічного обладнання, яке в часи СРСР розроблялось за рахунок потенціалу всієї газотранспортної системи.

Протягом останніх років виконано цілий ряд важливих науково-дослідних і експериментально-конструкторських робіт. Розроблено технологію ремонту магістральних газопроводів під тиском із застосуванням дугового зварювання (ІЕЗ ім. Є.О. Патона).

Розроблено та впроваджено систему вібраційної та параметричної діагностики практично всіх типів ГПА та агрегатів на АГНКС (розробники – УкрНДІгаз та НДПІАСУтрансгаз, м.Харків).

Продовжується виконуватись міждержавна програма “Високонадійний трубопровідний транспорт”. В рамках Програми розроблено, виготовлено та проведено приймальні випробування експериментального зразка самохідної установки (НКЗ–10) для зовнішнього ультразвукового контролю трубопроводів Ду 720–820 мм. (ІЕЗ ім. Є.О. Патона).

Для забезпечення необхідного технічного рівня і підвищення безпеки та надійності роботи лінійної частини газотранспортної системи України розроблено і впроваджується Трубопровідною інтеграційною компанією “Єдина трьохрівнева геоінформаційна система паспортизації лінійної частини магістральних газопроводів ГТС”.

В умовах тривалої безперервної експлуатації та природного старіння металу трубопроводу впроваджується “Єдина інформаційна система”, що містить всю різнопланову інформацію про трубопровід та комунікації, яка змінюється в часі, і яка дає можливість проводити комплексну оцінку і багатофакторний локальний і глобальний аналіз технічного стану лінійної частини газотранспортної системи та приймати економічно-ефективні і науково-обгрунтовані рішення в залежності від ступеня дефекту для забезпечення надійної і безпечної експлуатації ГТС. Необхідно звернути увагу, що головною перевагою “Єдиної інформаційної системи” є простота роботи з великою кількістю різнотипних даних, які в системі знаходяться в логічному зв'язку, що дає можливість здійснити багатофакторний аналіз стану труби на підставі, даних по геодезії, по результатах внутрішньотрубної діагностики і замірів потенціалів катодного захисту.

Продовжуються роботи по розробці ультразвукового інтелектуального поршня "Аул-Газ", який не має аналогів у світі, що дозволить зняти проблему внутрішньотрубної дефектоскопії газопроводів.

Визначальна роль в науково-технічному забезпеченні галузі належить головній науковій організації ДК "Укртрансгаз" – Науково-дослідному та проектно-конструкторському інституту автоматизованих систем управління транспортом газу (НДПІАСУтрансгаз), м.Харків. За останні роки інститутом

створено цілий ряд найважливіших розробок.

Розроблено та виготовлено дослідний зразок і проведено дослідно-промислову експлуатацію автоматизованої системи керування кранами з електронними блоками керування на КС Шебелинка, яка дозволяє підвищити надійність та ефективність роботи АСУТП, провести заміну застарілих систем типу “Вега” та щитів керування, реалізувати в повній мірі дистанційне та автоматичне керування газовими кранами КС та інших об’єктів газотранспортної системи.

Газова промисловість становить хребет сучасної економіки. Забезпечення ресурсами нафти і газу основа енергетичної безпеки і запорука розвитку економіки будь-якої держави світу.

Газова промисловість, являючись одним із рушіїв економіки, завжди вимагала значних вкладень капіталу, матеріальних і трудових ресурсів, які складають лівову частку собівартості продукції.

Розроблено та розпочато виготовлення дослідних зразків уніфікованої повнофункціональної САУ (системи автоматизованого керування) ГПА нового покоління, яка має покращені експлуатаційно-технічні характеристики та значно меншу вартість порівняно з аналогами інших вітчизняних та зарубіжних розробників; системи автоматичного керування режимом роботи та антипомпажного регулювання КЦ та підсистеми антипомпажного регулювання ГПА, що не мають вітчизняних аналогів, мають покращені експлуатаційно-технічні характеристики та значно меншу вартість порівняно з аналогічними зразками зарубіжних розробників; імітаційно-моделюючого стенду для відпрацювання та оптимізації алгоритмів керування САУ ГПА і САУ КЦ, що не має аналогів в Україні, який дозволяє моделювати в лабораторних умовах газодинамічні процеси на компресорній станції та прилеглих мережах магістральних газопроводів .

Проведено інженерне забезпечення реконструкції системи керування експортними газопроводами на базі програмно-технічного забезпечення фірми “Серк Контролз”, у тому числі виконано роботи з уніфікації кодування

вимірювальних параметрів та структур бази даних в реальному часі на всіх 3-х рівнях, а також відпрацьовано механізм підключення автоматичних витратомірів газу і передачі інформації до бази даних створеної інтегрованої АСУ ДК “Укртрансгаз” на базі СУБД “Oracle”.

Незважаючи на труднощі, пов’язані з перехідним періодом економічного розвитку держави і переходом економіки на ринкові відносини, науково-технічне забезпечення дозволяє підтримувати газотранспортну систему в належному стані, забезпечувати надійне постачання газу як внутрішнім споживачам, так і здійснювати транзит газу в країни Європи згідно з контрактними зобов’язаннями.

1 Аналітична частина

1.1 Загальні характеристики системи автоматизації

Цілодобовий моніторинг і автоматизоване керування технологічними процесами є найважливішими задачами сучасного виробництва. В даний час для рішення цих задач використовуються різні стандартні і специфічні апаратні засоби і програмне забезпечення, створене як за допомогою універсальних засобів розробки (компілятори з різних мов програмування), так і за допомогою специфічних засобів, таких як SCADA-системи, що дозволяють розробляти алгоритми управління і забезпечувати візуальний інтерфейс системи. У будь-якому випадку створення ПЗ для моніторингу і керування вимагає високої кваліфікації програміста-розроблювача.

Досить тривалий час у процесі розробки алгоритмів керування займає налагодження на реальному керованому об'єкті, оскільки не завжди можна вірогідно моделювати поведінку об'єкта на віртуальних моделях. Здійснюючи таке налагодження за допомогою описаних засобів, приходиться вирішувати масу побічних задач, зв'язаних зі специфікою засобів розробки. Проект, що включає в себе використання АСУ ТП дозволяє полегшити налагодження і проводити попередні дослідження поведінки об'єкта керування без залучення кваліфікованого програміста: основні налаштування системи моніторингу можуть виконуватися оператором, що обслуговує об'єкт. Крім того, даний проект може бути корисний у випадках, коли приходиться часто змінювати конфігурацію системи, що вимагає переробки програмного забезпечення.

Проект призначений для цілодобової автоматичної реєстрації даних, а також керування технологічними процесами в ручному режимі, а при використанні додаткових програмних засобів — і в автоматичному.

Він є частиною програмно-апаратного проекту, що складається з центрального комп'ютера системи, периферійних пристроїв реєстрації, вимірювальних і керуючих модулів, зв'язаних між собою польовою мережею на базі інтерфейсу RS-485 і/або радіоканалом на базі радіомодемів і шлюзових модулів типу. Програмні додатки проекту дозволяють також працювати і при відсутності зв'язку з периферійними пристроями, тобто при їхній роботі в автономному режимі

Якщо не передбачається використання специфічних алгоритмів керування зі зворотним зв'язком, то конфігурування і налаштування проекту можуть здійснюватися кваліфікованим оператором системи без залучення програмістів. Для створення специфічних алгоритмів керування системою залучається програміст середньої кваліфікації — мови програмування Visual Basic, Visual Basic for Application (Excel, Access), — добре знайомий з керованою системою. Розробку драйверів периферійних пристроїв може здійснювати програміст у середовищі Borland C++, знайомий з об'єктно-орієнтованим програмуванням. Програмний проект найбільше зручно використовувати на етапі дослідження динаміки керованої системи, для розробки і налагодження алгоритмів керування в системах з характерними часами від десятків секунд до декількох тижнів і більш.

У складі проекту також використовувався додаток стороннього розроблювача «Консоль оператора» — додаток Windows, установлене на центральному комп'ютері системи реєстрації. Воно є додатком-клієнтом центрального сервера реєстрації і служить для оперативного спостереження за контрольованими даними, сигналізації і керування у виді, специфічному для конкретної системи. Для системи контролю ділянки нафтового родовища показує карту ділянки і демонструє на ній поточні значення параметрів шпар — тиску і витрати газу.

При створенні системи автоматизації технологічних процесів на трубопроводному транспорті приходиться враховувати ряд основних

експлуатаційних вимог і факторів:

- значну територіальну розсіяність об'єктів контролю і керування з великим видаленням їх від диспетчерського пункту;
- необхідність взаємодії елементів системи через різні типи каналів зв'язку (провідний виділений, провідний що комутується або радіоканал);
- необхідність інтегрування в інформаційні системи більш високого рівня;
- створення можливості для адаптації програмно-апаратних засобів системи до зміни протягом усього терміну експлуатації кількості об'єктів контролю і складу їх вхідних і вихідних сигналів;
- потреба в комерційному обліку енергоносія, що транспортується, для розрахунку зі споживачами;
- попередження або виявлення позаштатних і аварійних ситуацій за мінімально можливий час;
- забезпечення функціонування елементів системи протягом досить тривалого часу при відсутності основної електромережі.

Облік перерахованих вимог при розробці системи багато в чому визначає структуру системи й окремих її елементів, а також алгоритми їхнього функціонування.

Ця система повинна являти собою багаторівневу розподілену багатопроцесорну інформаційно-вимірювальну систему відкритого типу з модульною побудовою апаратних засобів, що має стандартні інтерфейси і програмне забезпечення для адаптації її до різних об'єктів контролю і керування.

Область застосування і функціональні можливості системи

Як правило об'єктами контролю і керування системи є:

- кранові вузли на лінійних ділянках і відводах газопроводів;
- кранові вузли на газорозподільних станціях (ГРС) і пунктах виміру газу;

- ГРС у частині комерційного обліку споживаного газу;
- установки катодного захисту уздовж газопроводів;
- об'єкти видобутку газу;
- котельні, що працюють на газоподібному паливі;
- інші технологічні об'єкти, що мають уніфіковані із системою входи і виходи.

Стосовно об'єктів контролю і керування система повинна забезпечувати виконання наступних основних функцій:

- безперервне циклічне перетворення і нормування вихідних сигналів датчиків технологічних параметрів з обробкою по визначеному алгоритмі;
- безперервне циклічне опитування датчиків станів технологічного устаткування і сигналізування при виявленні зміни;
- керування технологічним устаткуванням по командах диспетчера;
- обчислення в комерційних цілях об'ємної витрати, обсягу і теплоємності газу методом перемінного перепаду тиску відповідно до стандартів;
- по можливості обчислення об'ємної витрати й обсягу газу при застосуванні турбінних і ротаційних лічильників;
- виявлення відмовлень датчиків технологічних параметрів, ланцюгів зв'язку з технологічним устаткуванням і каналів зв'язку;
- передачу інформації про значення технологічних параметрів і стан устаткування об'єкта контролю з рівня виробничого керування в інформаційно-вимірвальні системи рівня виробничого об'єднання.

Стосовно власних ресурсів система повинна би забезпечувати:

- автоматичний або автоматизований (по розсуді диспетчера) тестовий контроль устаткування;
- захист інформації при передачі і контроль її правильності при прийомі через канали зв'язку;
- запобігання конфліктних ситуацій у каналах зв'язку при необхідності одночасної передачі інформації з різних об'єктів нижнього рівня;

- контроль вірогідності вводу диспетчером інформації;
- постачання резервним електроживленням апаратних засобів нижнього рівня протягом необхідного часу;
- контроль стану власного устаткування (стан дверей приладового контейнера, наявність акумуляторної батареї, стан ланцюгів її заряду і розряду, наявність мережі -220 В) і сигналізування при виявленні відхилення.

Основним елементом автоматизованої системи управління лінійним участком магістрального газопроводу являється контрольний пункт (КП).

КП забезпечує безпосередню взаємодію з об'єктом контролю і керування. КП може бути також використаний як обчислювач обсягу газу.

КП забезпечує виконання в реальному масштабі часу наступних функцій:

- тестова перевірка апаратури;
- опитування, вимір і контроль сигналів від датчиків;
- опитування і сигналізування про стан і режими роботи технологічного устаткування;
- керування виконавчими механізмами;
- регулювання параметрів технологічних об'єктів;
- по можливості - обчислення об'ємної витрати й обсягу газу;
- нагромадження й архівування в енергонезалежній пам'яті миттєвих, інтегральних і середніх значень параметрів;
- передача інформації на переносну ПЕОМ, а також через модем і канал зв'язку на пункт управління (ПУ);
- висновок інформації на дисплеї;
- керування резервним джерелом живлення.

КП є модульним IBM PC сумісним промисловим контролером, що у залежності від виконуваних функцій, кількості і типів контрольованих технологічних параметрів і об'єктів керування має кілька варіантів виконання, що відрізняються набором процесорних, периферійних і комутаційних модулів.

З урахуванням особливостей об'єктів автоматизації і пропонованих твердих експлуатаційних вимог перші варіанти КП були виконані на базі модулів 5025A, 5710-1, 5600-48 і каркаса 5204RM серії MicroPC фірми Octagon Systems.

Надалі з метою зменшення вартості апаратури КП і зниження вагових та габаритних характеристик, а також у зв'язку з необхідністю корекції програмного забезпечення обчислювача витрати газу був розроблений КП на базі модуля мікроконтролера CPU 188-5MX фірми Fastwel.

Модуль CPU188-5MX по своїм надійним і експлуатаційним показникам не уступає процесорним модулям фірми Octagon Systems, а по функціональній насиченості і комутаційних можливостях еквівалентний 2-3 периферійним платам.

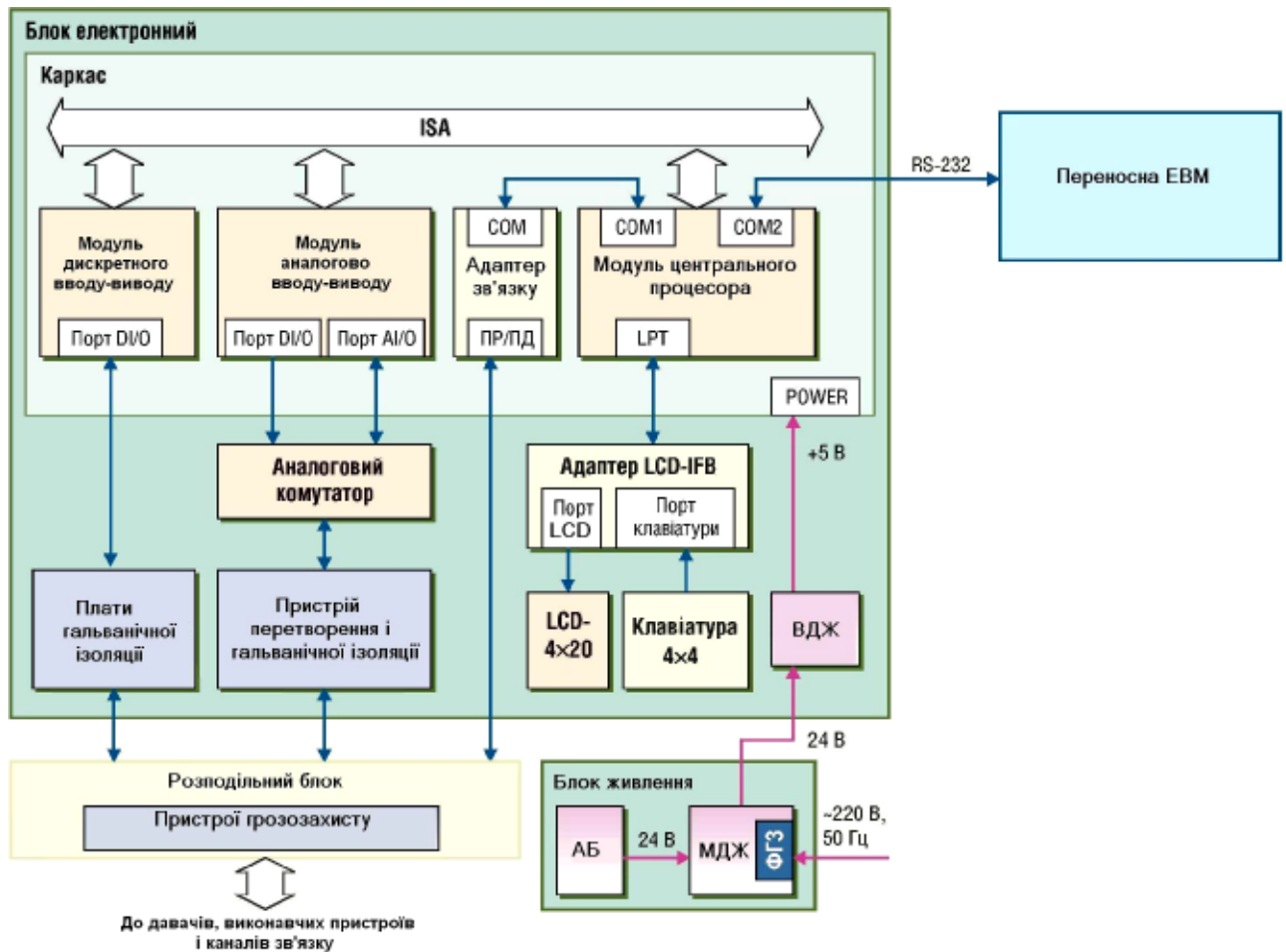
Структурна схема такого КП приведена на рис. 1.1 .

До складу КП входять:

- блок електронний;
- блок живлення;
- блок розподільний;
- радіостанція (при роботі з радіоканалу).

До складу блоку електронного, крім базових модулів, входять:

- адаптер зв'язку;
- рідкокристалічний індикатор;
- матрична клавіатура (4x4);
- вторинне джерело живлення, виконане на базі DC/DC перетворювача;
- плати гальванічної ізоляції дискретних сигналів;
- пристрій перетворення і гальванічної ізоляції аналогових;
- комутатор аналогових сигналів.



де ВДЖ – вторинне джерело живлення;

МДЖ – мережене джерело живлення;

ФГЗ – фільтр грозозахисту;

АБ – акумуляторна батарея;

ПР/ПД. – приймально-передавальний пристрій;

DI/O – дискретний ввід-вивід;

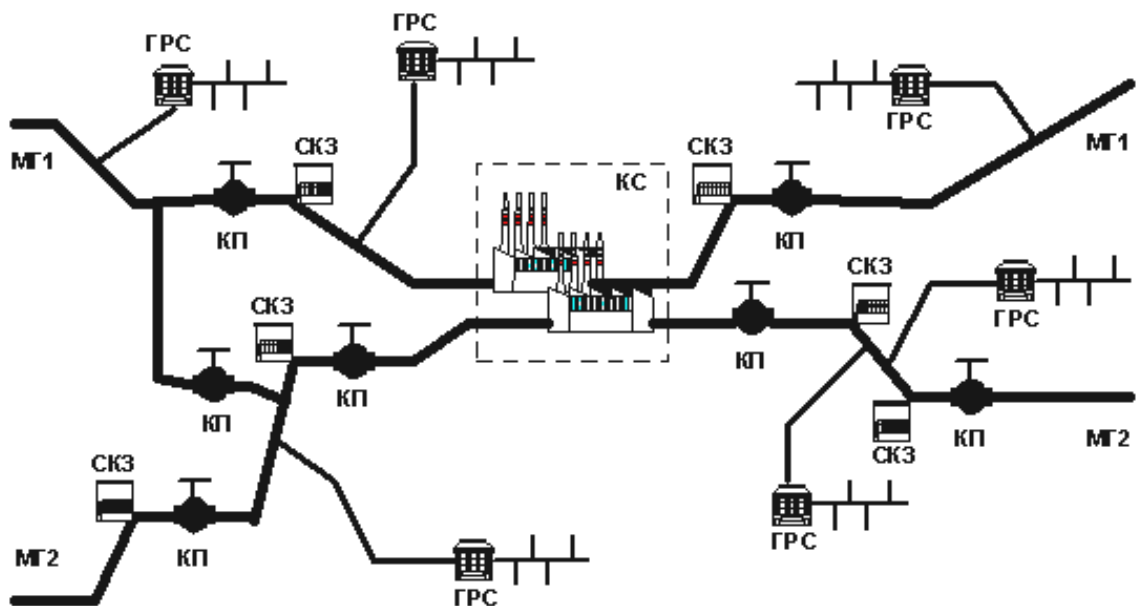
AI/O – аналоговий ввід-вивід.

Рисунок 1.1 – Приклад структурної схеми контрольного пункту

До складу блоку живлення входять мережене джерело живлення і дві акумуляторні батареї напругою 12 В і ємністю 88 А·год. Мережене джерело живлення, виконане на основі AC/DC, містить фільтр грозозахисту і пристрій підзарядки акумуляторних батарей.

Отже, узагальнивши даний матеріал робимо висновки, що газотранспортна система складається з лінійної частини (трубопроводів) і газокompресорних станцій (насосів). Під лінійною частиною маються на увазі магістральні газопроводи і газопроводи-відводи, а також деякі інші технологічні об'єкти, що будуть описані далі. Газокompресорні станції, названі для простоти насосами, являють собою надзвичайно складні технологічні об'єкти. При цьому необхідно відзначити, що центром керування і компресорною станцією, і лінійною частиною (у визначеній зоні відповідальності) є саме газокompресорна станція, на якій є відповідний диспетчерський пункт. Згадана зона може займати площу 90000 кв. км.

До найбільш розповсюджених технологічних об'єктів лінійної частини газотранспортної системи можна віднести: кранові площадки (КП), газорозподільні станції (ГРС), станції катодного захисту (СКЗ). Приклад фрагменту газотранспортної системи наведено на рис. 1.2.



де МГ1, МГ2 – магістральні газопроводи; ГРС – газорозподільна станція; КП – контрольні пункти (кранові площадки); СКЗ – станції катодного захисту; КС – компресорні станції.

Рисунок 1.2 – Приклад фрагменту газотранспортної системи

КП служать для перерозподілу газових потоків між газопроводами, локалізації деяких ділянок газопроводів при аварійних ситуаціях або ремонтних роботах і т.п. СКЗ установлюються для захисту труб магістрального газопроводу від корозії. На ГРС виробляється підготовка газу для кінцевого споживача: зниження і регулювання тиску. Усі перераховані об'єкти, за винятком ГРС, працюють без участі людини, в автономному режимі й у тому або іншому ступені автоматизовані.

1.2 Задачі автоматизації

Основними задачами автоматизації технологічного процесу контролю та управління лінійних ділянок магістральних газопроводів являються задачі, що забезпечують автоматизований і автоматичний режими роботи устаткування, поліпшують інформаційне забезпечення оперативного і керівного персоналу. Далі перераховані основні задачі автоматизації:

- первинний збір і контроль технологічних параметрів та безперервне циклічне перетворення і нормування вихідних сигналів датчиків технологічних параметрів з обробкою по визначеному алгоритмі;
- безперервне циклічне опитування датчиків станів технологічного устаткування і сигналізування при виявленні зміни;
- відображення на екрані робочої станції інформації про хід технологічного процесу, значеннях параметрів і стані устаткування;
- керування технологічним устаткуванням по командах диспетчера;
- надання по кожнім контурі регулювання повної інформації, що включають значення параметра, завдання і керуючого впливу, шкалу приладу, одиниці виміру і граничні значення;
- по можливості обчислення об'ємної витрати й обсягу газу;
- зміна режиму роботи і завдання контурам регулювання;
- автоматичне регулювання технологічних параметрів відповідно до

регламентних вимог;

- дистанційне керування аналоговими і позиційними виконавчими механізмами: клапанами, засувками, насосами і компресорами;

- висновок інформації про виконання команди керування електроустаткуванням: насосами і компресорами, електрозасувними та електророзсувними механізмами;

- висновок інформації про параметри і керуючі впливи у виді трендів і графіків з можливістю печатки і зміни масштабу;

- реєстрація й оповіщення про відхилення технологічних параметрів за граничні значення;

- протиаварійний захист устаткування;

- фіксація дій оператора при роботі із системою;

- архівація аналогових і дискретних технологічних параметрів, завдань і величин керуючих впливів;

- реєстрація повідомлень, формованих програмами керування і системою протиаварійного захисту, з можливістю їхнього висновку на печатку;

- виявлення відмовлень датчиків технологічних параметрів, ланцюгів зв'язку з технологічним устаткуванням і каналів зв'язку;

- фіксація й оповіщення про порушення зв'язку з контролерами й обриві вимірювального каналу з указівкою несправного датчика;

- діагностування системи на всіх рівнях;

- зміна настроювань контурів регулювання;

- аналітичний контроль показників виробництва;

- ведення таблиць лабораторних аналізів технологічних потоків;

- передачу інформації про значення технологічних параметрів і стан устаткування об'єкта контролю з рівня виробничого керування в інформаційно-вимірювальні системи рівня виробничого об'єднання.

Керування об'єктами здійснюється з диспетчерського пункту компресорної станції. Зважаючи на те, що вони можуть бути віддалені від

інших КС на 150-200 км, задача організації каналу передачі даних є нетривіальною. Крім того, між диспетчером, що знаходиться на КС, і оператором, що знаходиться на ГРС, необхідно додатково організувати і голосовий зв'язок.

Для забезпечення диспетчерського голосового зв'язку аж до останніх декількох років використовувалися в основному мідні чотирьохпровідні кабелі. Коли виникла необхідність передачі даних до технологічних об'єктів, на них почали встановлювати спеціалізовані адаптери, що дозволяють передавати дані зі швидкістю до 2,4 кбіт/с. Швидкість відносно невелика, але достатня для рішення основних задач. Проблема насправді полягає в іншому: як розділити один кабель між голосовим зв'язком і передачею даних, що виробляється в режимі on-line, тобто не епізодично, а постійно? Існує кілька варіантів рішення даної проблеми:

- встановити на кабель апаратуру ущільнення;
- прокласти ще один кабель;
- використовувати додатково радіо канал.

Останнім часом усе більше поширення одержує радіоканал як для організації голосового зв'язку, так і для передачі даних.

Типовим варіантом рішення задачі керування територіально розподіленими об'єктами є установка майстра-контролера (комп'ютера з SCADA-системою) на КС. При цьому на технологічних об'єктах встановлюються відповідні модеми і контролери (рис. 1.3).

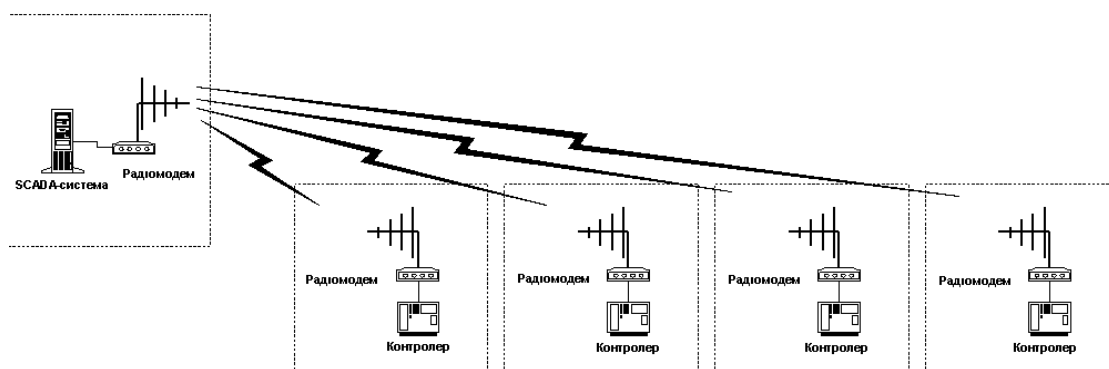


Рисунок 1.3 – Типова схема підключення віддалених контролерів

Для збільшення дальності зв'язки можуть бути застосовані ретранслятори або регенератори (рис. 1.4).

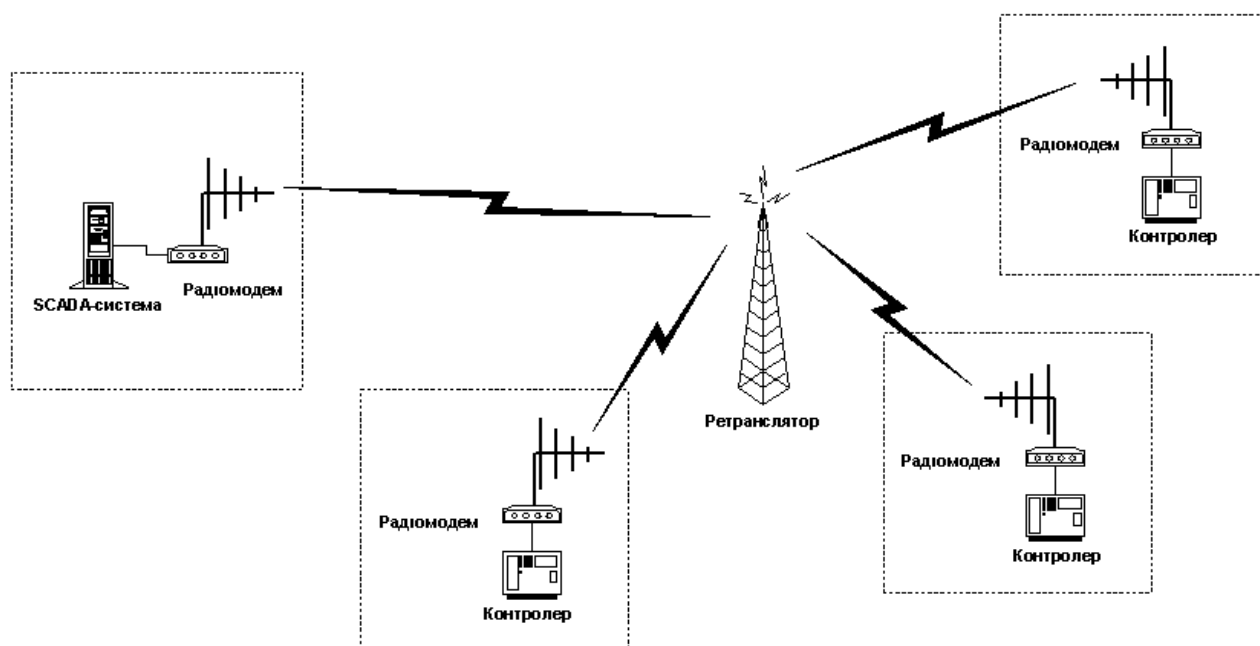


Рисунок 1.4 – Використання ретранслятора при передачі даних

Обмін з вилученими контролерами здійснюється за схемою "запит-відповідь". Частота запитів визначає час доступу вилученого контролера до середовища передачі і затримку одержання даних від визначеного контролера.

Достоїнства такого технічного рішення - простота і відносна дешевина, але воно не вирішує всіх задач і працює тільки за певних умов. Що мається на увазі? Обов'язковою умовою нормальної роботи такої схеми є підтримка кожним вилученим контролером єдиного протоколу обміну з майстром-контролером. Це умова важко здійснити навіть при будівництві нового газопроводу і разом з ним нової системи зв'язку, коли і для контролера КП, і для контролера СКЗ, і для контролера автоматики ГРС можна, здавалося б, передбачити єдиний протокол обміну. Але навіть при цих умовах обчислювач комерційного обліку газу, установлюваний на ГРС, буде мати інший, "засекречений", тобто нікому не відомий протокол. На практиці ж

контролери для цих технологічних об'єктів виявляються різних типів, встановлюються в різний час і реально підтримують різні протоколи обміну.

До чого це приводить? Наприклад, контролер КП підтримує протокол ModBus, автоматика ГРС - DNP3 а контролер СКЗ - якийсь вітчизняний "нестандартний" протокол. Бувають також ситуації, коли одна частина контролерів КП використовує один протокол, а інша частина - іншої. Виникає проблема: SCADA-система на майстру-контролері не дозволяє "зв'язати" кілька протоколів з одним COM-портом, до якого підключений радіомодем. Вирішити таку проблему надзвичайно складно. Але якщо навіть вдалося її вирішити, то виникає інша проблема: одне фізичне середовище (кабель або радіоканал) передає пакети різних протоколів. Як при цьому будуть реагувати вилучені контролери на пакети "не свого" протоколу, пророчити дуже складно. Є, звичайно, контрольні суми, CRC і т.п. Але, без сумнівів, імовірність збігу контрольних сум значно зростає. На практиці цю задачу вирішують за допомогою ущільнення каналу (кабельного або радіоканалу), що в остаточному підсумку приводить до значного подорожчання проекту.

При розгляді питань передачі даних не враховувалося, що, на відміну від КП і СКЗ, газорозподільні станції є технологічними об'єктами, що обслуговуються людьми (операторами). Це зв'язано не тільки з їхньою технологічною складністю, але і з їх низьким, як правило рівнем автоматизації. В основному все керування на ГРС реалізується в ручному режимі оператором по командах диспетчера, що знаходиться на КС. У зв'язку з цим виникає задача забезпечення додаткового голосового зв'язку оператора ГРС із диспетчером.

На практиці оператор ГРС може чергувати не тільки в будинку ГРС, але й у своєму будинку, що, як правило, знаходиться поблизу. Це значить, що голосовий зв'язок з диспетчером потрібна не тільки на ГРС, але й у будинку оператора. Крім того, потрібно забезпечити передачу в будинок оператора від ГРС різних даних аварійної, пожежної й охоронної сигналізації.

Голосовий зв'язок також потрібна для сервісних і аварійних бригад, причому в будь-якій частині газопроводу. Вимоги до пропускнув здатності системи голосового зв'язку - мінімальні, але вона потрібна.

1.3 Існуючі системи та запропоновані рішення

Газотранспортна система (ГТС) України є однією з найважливіших стратегічних галузей держави і являється основною доходною частиною бюджету країни.

Незважаючи на скрутний фінансовий стан реалізуються заходи щодо підвищення надійності та ефективності ГТС. Це стосується в першу чергу, впровадження високоефективних, світового рівня газоперекачувальних агрегатів на компресорних станціях, проведення діагностики лінійної частини газопроводів та основного технологічного обладнання, визначення їх залишкового ресурсу, впровадження новітніх систем керування технологічними процесами. Так Компанією розроблено "Комплексну програму перспективного розвитку НАК "Нафтогаз України", якою передбачено до 2004 року здійснити ряд організаційно-технічних заходів, в тому числі заміну 197 морально та фізично застарілих газотурбінних двигунів на сучасні з К.К.Д. 31-36% виробництва ВО "Зоря" та АТ "Мотор Січ". За останні роки встановлено 29 агрегатів виробництва цих підприємств, в т.ч. реконструйовано 4 ГПА у 2000 році. Станом на 01.04.01 ведуться пусконаладжувальні роботи на 3-х ГПА, проводяться будівельно-монтажні роботи на 11 ГПА.

Для забезпечення надійності ГТС України застосовуються сучасні технології діагностики та ремонту газопроводів без зміни технологічного режиму транспортування газу. Так за 1997-2000 роки уже обстежено більш ніж 2000 км газопроводів за допомогою внутрішньотрубних дефектоскопів (в т.ч. 885 км у 2000 році) та відремонтовано дефектні ділянки. Відповідно до

розробленої програми до 2005 року планується здійснити внутрішньотрубну діагностику за допомогою так званих “інтелектуальних поршнів” близько 10 тис. км. газопроводів, охопивши дослідженнями всі транзитні газопроводи.

Створення надійного технологічного устаткування - складна й актуальна задача. Сучасне її рішення полягає у включенні до складу устаткування керуючої їм системи й у забезпеченні інтегрування цієї керуючої системи в єдину систему керування цехом, виробництвом, підприємством.

Прикладом створення технологічного устаткування з убудованою керуючою системою є розробка регулятора потоку газу з умовним проходом від 300 до 1200 мм. Схема регулятора приведена на рис. 1.5.

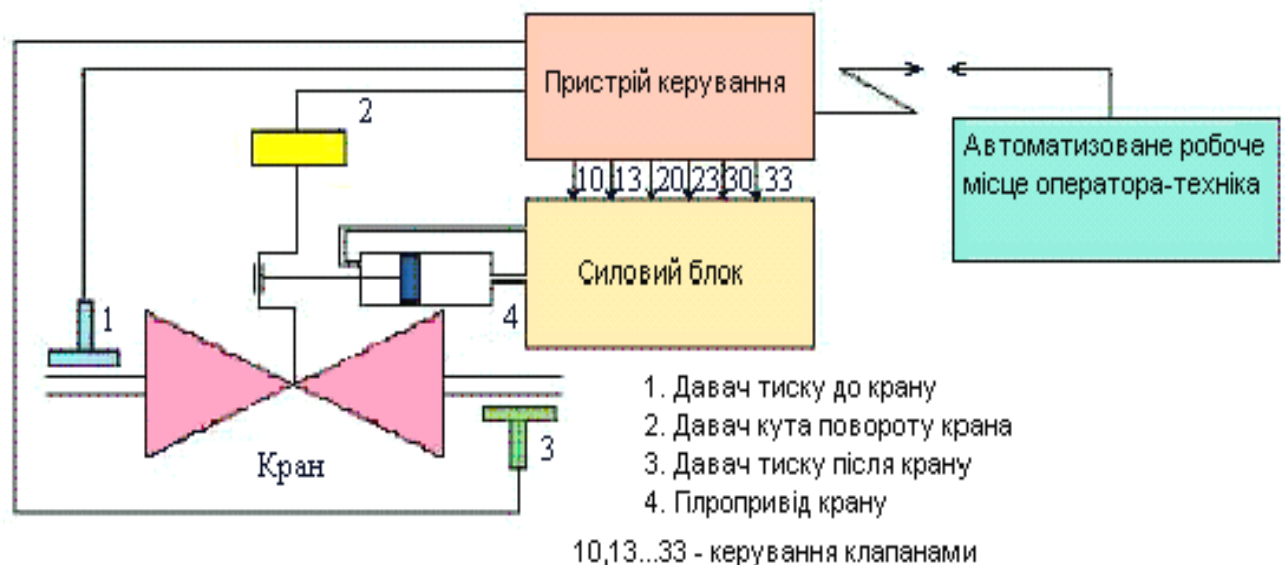


Рисунок 1.5 – Схема регулятора потоку газу

Як виконавчий пристрій може бути використаний будь-який кран, що має двосторонній пневмо або гідропривід із блоком керування типу БУЭП-160/8. На кран встановлюються спеціально розроблений датчик кута повороту затвора і загальнопромислові датчики тиску до і після крана. Основні функції керування здійснюються за допомогою силового блоку і керуючого пристрою.

Для повороту затвора крана використовується енергія природного газу.

Робочим агентом (енергоносієм) є рідина (олія з низькою температурою застывання). Силовий блок, що складається з двох акумуляторів і системи клапанів, перетворить енергію природного газу в енергію гідравлічного носія, а також здійснює блокування мимовільного обертання затвора.

Силовий блок керується мікропроцесорним пристроєм, що стежить за зміною тиску (витрати) газу і по спеціальному алгоритмі робить розрахунок кута, на який потрібно "довернуть" затвор крана, щоб досягти заданого показника. Керуючий пристрій подає відповідні сигнали на клапани силового блоку, цілком реалізуючи логікові керування краном і перезарядження акумуляторів силового блоку.

Керуючий пристрій може працювати як самостійно, так і під керуванням технолога, що дозволяє дистанційно здійснювати завдання режимів і контроль за процесом регулювання. При цьому керуючий пристрій може працювати в активному режимі - незалежно від ведучого комп'ютера - і в пасивному режимі, відпрацьовуючи, що надходять від комп'ютера команди.

Керуючий пристрій, що вбудовується в технологічне устаткування, повинне мати найвищу надійність, тому за основу були обрані готові компоненти MicroPC фірми Octagon Systems, що задовольняють міжнародному стандарту якості ISO 9001. Усі компоненти мають знижене енергоспоживання, тому не вимагають примусового охолодження, що в сукупності із широким температурним робочим діапазоном елементів забезпечує необхідні технічні характеристики. Четырехточечное кріплення плат підтримує працездатність пристрою при перевантаженні до 5g, при вібрації і 20g при ударі. Блок-схема пристрою керування показана на рис. 1.6.

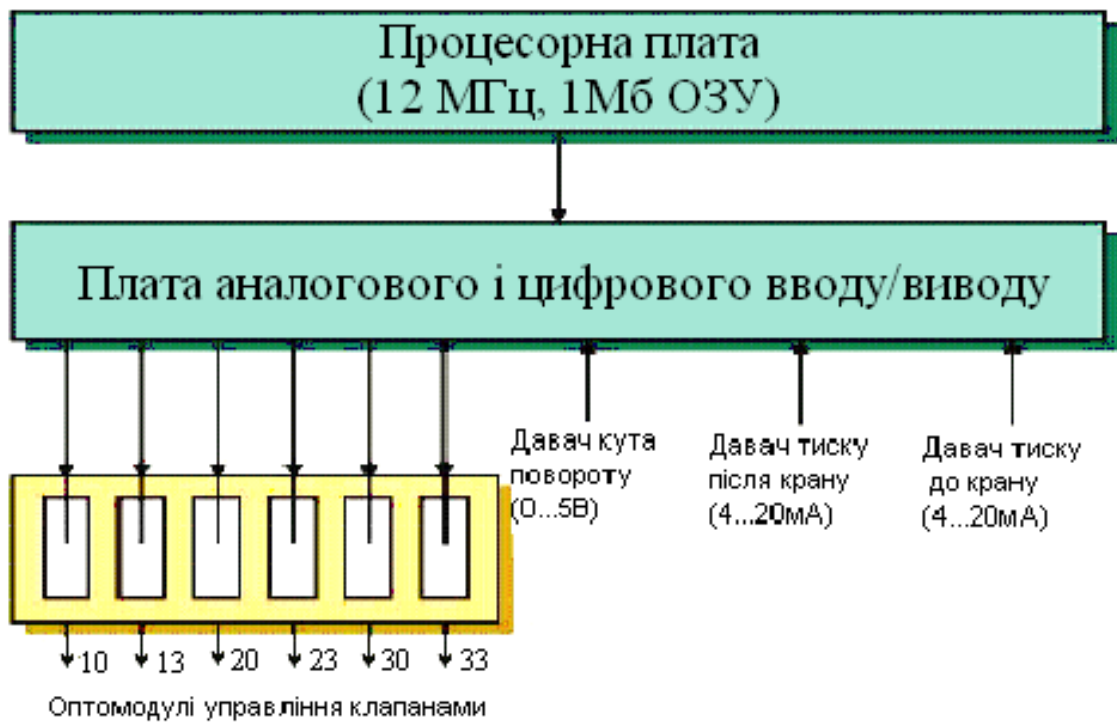


Рисунок 1.6 – Організація процесу управління

Використання компонентів Micro PC дозволяє експлуатувати пристрій керування як на відкритому повітрі, так і в приміщеннях при температурі навколишнього повітря від -45°C до $+60^{\circ}\text{C}$, при відносній вологості до 98% при 35°C .

Конструктивні рішення забезпечують його експлуатацію у вибухонебезпечних зонах відкритих пром-площадок і в приміщеннях класів У-1а, У-1м, де можливе утворення вибухонебезпечних сумішей категорій 11А, 11В груп Е1-Т3 відповідно держстандарту.

Вид вибухозахисту - вибухонепроникна оболонка за ДСТ 22782.6-81. Виходи на рознімання для підключення спеціальних датчиків і інших вибухонебезпечних пристроїв можуть бути виконані іскробезпечними ланцюгами за ДСТ 22782.5-78.

Керуючий пристрій по своїй архітектурі сумісний з IBM PC і має у своєму складі напівпровідниковий диск на базі ППЗП, з якого при включенні живлення відбувається автоматичне завантаження операційної системи, сумісної з MS-DOS. Створення прикладного програмного забезпечення може

здійснюватися на персональному комп'ютері, після чого налагоджені програми завантажуються в пристрій дистанційно через послідовний інтерфейс. Після переносу програм пристрій автоматично перезапускається.

Характерною рисою даної системи є регулювання потоку по витраті, що вимірюється широко розповсюдженим у газовій промисловості обчислювачем Superflo. Дані з обчислювача витрати, що надходять на АРМ технолога, ретранслюються в керуючий пристрій (контролер) і використовуються для здійснення процесу регулювання. Обчислювачі витрати підключаються до ПЕОМ через послідовний інтерфейс RS-232.

В основу побудови загальної схеми системи керування цехом (виробництвом), що складається із сукупності технологічних пристроїв з убудованими контролерами покладена мережна організація.

Контролери утворюють стандартну локальну обчислювальну мережу, до якої підключаються автоматизовані робочі місця (АРМ). Кількість АРМ і контролерів може не збігатися. Параметри мережі відповідають стандартів Ethernet.

У нормальній ситуації контролер є пасивним елементом, що повідомляє поточні значення параметрів процесу і дані про своє налагодження у відповідь на адресні запити з боку АРМ. В аварійній ситуації при виході окремих параметрів контролер здійснює ширококомовну трансляцію інформації, що одержують всі АРМ і контролери, підключені до локальної мережі.

Для роботи на вилучених об'єктах визначені модифікації контролерів мають модеми і передають інформацію по телефонним каналам. При необхідності як до контролерів, так і до АРМ як зовнішній пристрій може підключатися один або більше обчислювачів витрати газу типу Superflo.

Реалізація розподіленої системи на промисловій площадці дозволяє істотно підвищити надійність об'єкта за рахунок ретельного захисту обмеженого числа інформаційних і силових кабелів, забезпечення живучості системи в "особливих" ситуаціях.

Програмне забезпечення.

Програмне забезпечення контролера автоматично загрузається при включенні живлення і реалізує наступні функції:

- збір даних з датчиків
- регулювання в залежності від заданого алгоритму,
- обмін інформацією з АРМ,
- обмін інформацією з обчислювачем витрати газу і модемом,
- збереження ретроспективних значень вимірюваних параметрів,
- ведення журналу подій.

Робота цих підзадач організована у виді циклічної бесперіоритетної черги. При цьому кожна з підзадач виконується по фазах, що виключає затримки в процесі роботи.

Програма регулювання використовує налаштування та інформацію про датчики, що записані в енергонезалежну пам'ять. Обмін даними з іншими вузлами мережі, з Superflo, з вилученими об'єктами через модемний зв'язок здійснюється у фоновому режимі (по перериваннях).

Програмне забезпечення АРМ оператора-технолога працює під керуванням DOS і складається з трьох основних компонентів.

1. Комунікаційна програма реалізована у виді завантажувального модуля, що постійно знаходиться в пам'яті і робота якого синхронізована з перериваннями інтегрального таймера. Програма здійснює взаємодію з керуючим пристроєм (контролером MicroPC), обчислювачем витрати газу Superflo і з вищестоящою системою через модемний зв'язок. Крім того, програма виконує функції менеджера пам'яті і керує обміном даними з іншими компонентами програмного забезпечення.

2. Комплекс програм, що забезпечує взаємодія користувача з апаратурою, реалізований у виді наступних автономних модулів:

- редактор бази аналогових датчиків;
- редактор бази по метрах, що обчислюються пари,;
- редактор бази дискретних датчиків;

- програма перегляду мнемосхем;
- програма перегляду таблиць;
- редактор мнемосхем;
- редактор таблиць;
- програма перегляду ретроспективи в пам'яті;
- програма перегляду ретроспективи на диску;
- програма відображення й керування процесом регулювання;
- програма реєстрації оператора.

Усі програмні модулі інтерфейсу між людиною і машиною об'єднані в єдине інтегроване середовище за допомогою програми-диспетчера, що забезпечує додаткові зручності при роботі із системою.

3. Комплекс сервісних програм містить у собі програму створення файлів збереження ретроспективи і програму створення списку операторів.

На рис. 1.7 представлена відеограма відображення і керування процесом регулювання.

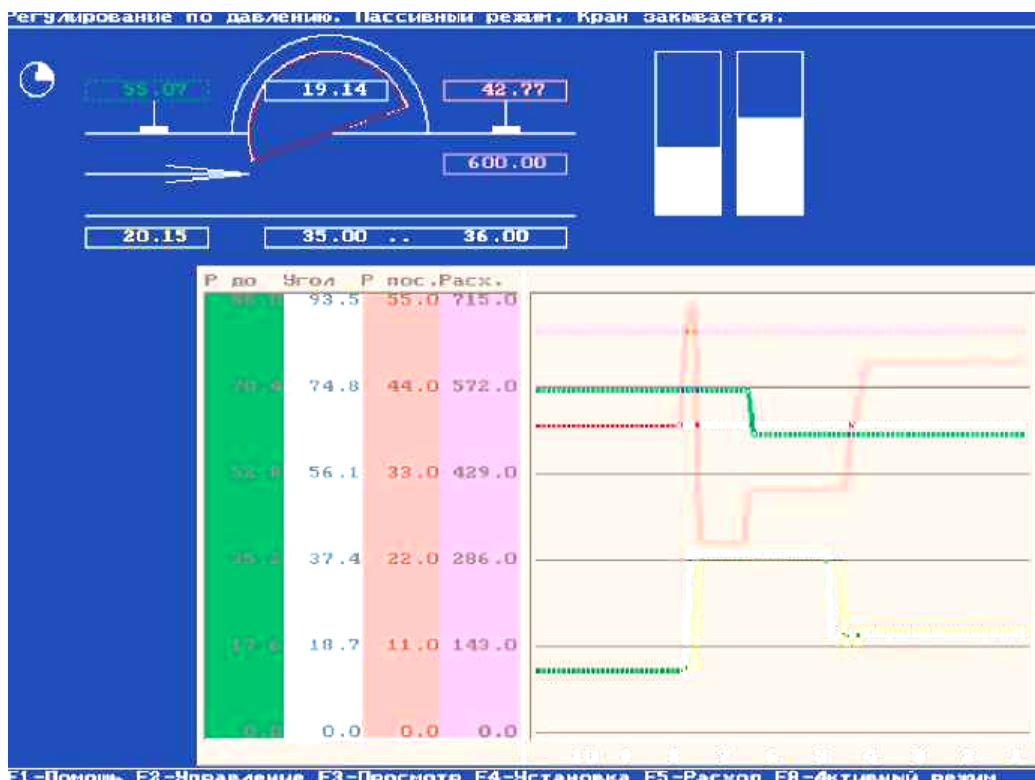


Рисунок 1.7 – Відеограма відображення і управління процесом регулювання

У перспективі як програмне забезпечення АРМ може бути використаний уніфікований пакет Genesis або Трейс Моуд.

В даний час автоматизований технологічний комплекс для керування потоком газу пройшов полігонні випробування і підготовлений до монтажу на Елшанском ПХГ підприємства Південь-трансгаз для проведення відомчих іспитів і роботи в реальній системі керування відбором газу з Тульського об'єкту

Ще одним із рішень даних задач автоматизації являється система «Космотроника». Система «Космотроника» призначена для рішення задач оперативного контролю і керування розподіленими на значній площі технологічними об'єктами.

Система «Космотроника» розроблена в Російському НДІ Космічного приладобудування і знайшла застосування в газовидобувній галузі [В.И. Щуров Технология и техника добычи газа., Недра, 1983, 510с.].

Основою системи є набір мікропроцесорних контролерів, що забезпечують передачу інформації між вимірювальними приладами, що керують ЕОМ і виконавчими механізмами. Контролери мають вихід у спеціалізовану мережу пакетного радіозв'язку, що дає можливість охоплювати станції в радіусі до 50 кілометрів. Для систем, розподілених на відстані до кілометра, використовується локальна мережа на основі інтерфейсу RS-485.

Апаратура системи встановлюється безпосередньо на об'єкті в захищених контейнерах у безпосередній близькості від датчиків і виконавчих механізмів.

Усі зовнішні ланцюги контролерів, включаючи вимірювальні, керуючі, локальну мережу і живлення, мають гальванічну розв'язку.

Контролери системи спеціально призначені для роботи в широкому діапазоні температур, мають малі габарити, мають міцну конструкцію і споживають мало енергії (рис. 1.8).



Рисунок 1.8 – Контролер середнього рівня

Система «Космотроника» пройшла ресурсні іспити у твердих кліматичних умовах і експлуатується протягом більш ніж двох років на десятках об'єктів. Об'єктами автоматизації є лінійні ділянки магістральних газопроводів, насосні станції, підстанції електропостачання 500 кВт, 220/110 кВт, 35/6 кВт і т.д.

Низька споживана потужність дозволяє обходитися без повітряного охолодження і розміщати устаткування в герметичних контейнерах, призначених для роботи в агресивних або сильно забруднених середовищах.

Відсутність необхідності в програмуванні при підготовці контролерів для їх конкретного застосування.

Можливість налаштування контролерів безпосередньо на об'єкті з допомогою спеціалізованого малогабаритного пульта (рис. 1.9).



Рисунок 1.9 – Пульт оператора

Використовувані в системі засоби радіозв'язку дозволяють передавати як цифрову, так і мовну інформацію.



Рисунок 1.10 – Віддалені пристрої спряження з об'єктом

Можливість експлуатації в необслуговуючому режимі для широких діапазонів температур від -40°C до $+60^{\circ}\text{C}$.

Універсальність і сумісність системи, досягнута детальним відлагодженням апаратного і програмного забезпечення.

Система володіє багаторівневою мережною структурою. У залежності від конкретних умов і розв'язуваних задач кожен вузол системи може виконувати наступні функції.

Верхній рівень - це автоматизований диспетчерський пункт з апаратурою зв'язку і спеціалізованим обчислювальним комплексом на базі ПЕОМ типу IBM PC. Пункт призначений для збору і реєстрації поточної і «історичної» інформації про роботу агрегатів і вузлів, у тому числі в аварійних режимах, її аналізу оперативним персоналом для виявлення причин незадовільної роботи і планування профілактичних або ремонтних дій.

Середній рівень - це сукупність малогабаритних промислових контролерів на базі виробів MicroPC фірми Octagon Systems, апаратно і програмно сумісних з PC.

Контролери середнього рівня призначені для керування нижнім рівнем системи - пристроями сполучення з об'єктом автоматизації. Контролери середнього рівня можуть виконувати усі функції об'єкта і використовуватися як засіб зв'язку між верхнім і нижнім рівнями. На середньому рівні виробляється оперативний аналіз стану об'єктів контролю, керування апаратурою нижнього рівня, збір інформації, що надходить з неї, для передачі на верхній рівень системи, забезпечується попередня обробка інформації від контролерів нижнього рівня і зв'язок з верхнім рівнем системи.

Нижній рівень - це інтелектуальні пристрої сполучення з об'єктом. Апаратура нижнього рівня (рис. 1.10) являє собою локальну мережу контролерів, призначену для зняття й обробки інформаційних сигналів з вимірювальних приладів і датчиків сигналізації, а також для видачі керуючих впливів і сигналів. Контролери апаратури нижнього рівня працюють під керуванням консолі, у якості якої служить контролер середнього рівня.

Контролери об'єкта можуть бути розміщені разом з устаткуванням середнього рівня або автономно у виді вилучених об'єктів, зв'язок яких з контролером середнього рівня здійснюється по інтерфейсі RS-485.

Передача інформації між контролерами може бути організована на основі мережі пакетного радіозв'язку. Крім цього, можливо використання високочастотного зв'язку по лініях високовольтної напруги, зв'язку на основі телефонних модемів, а для передачі великих обсягів інформації - обчислювальної мережі Ethernet.

Вихідні канали об'єкта системи забезпечують керування магнітними пускачами, масляними вимикачами, виконавчими механізмами забор-але-регулюючої арматури, локальними системами керування технологічним устаткуванням. Також забезпечується пуск і зупинка насосних агрегатів, включення і відключення живильних і ліній трансформаторних підстанцій, що відходять, і розподільних пристроїв, пуск агрегатів з витримкою, що індивідуально набудовується, за часом, захист за визначеним значенням

параметрів і т.д.

Нижній рівень системи реалізований на спеціалізованих контролерах різних типів, що поєднуються в мережу по інтерфейсі RS-485. ПЗ контролерів заноситься в ПЗП.

Структура програмного забезпечення системи «Космотроника»

Відповідно до того, як розділена апаратна частина, програмне забезпечення також має кілька рівнів.

Програмне забезпечення верхнього рівня реалізується на базі універсальної системи, що є могутнім засобом розробки систем промислової автоматизації, що включає в себе повний набір програмних засобів проектування і запуску в реальному часі прикладний АСУ ТП. Надається можливість розробляти прикладні системи автоматизації винятково в графічних редакторах без програмування на машинних мовах.

Як інструментальний засіб розробки програм, забезпечуючи користувальний інтерфейс сучасного рівня, застосовувалася бібліотека класів графічного інтерфейсу GWM фірми ТокСофт (Москва).

У якості єдиної інформаційної бази збереження інформації використовується система керування базами даних Paradox, що дозволяє створювати бази даних, доступні для обробки як у MS-DOS, так і в Windows.

Як інструментальний засіб розробки програм маніпулювання файлами баз даних застосований програмний продукт Paradox Engine & Frame Work фірми Borland, що забезпечує логічну цілісність збережених у базі даних, а також дозволяє тримати них на диску в зашифрованому виді.

У цілому програмне забезпечення верхнього рівня написано мовою 3++ фірми Borland з використанням бібліотек GWM і Paradox Engine & Frame Work і функціонує як під керуванням MS-DOS, так і Windows 95.

Усе розроблене програмне забезпечення цілком відкрите, тобто дозволяє підтримувати, нарощувати і розвивати вже зроблене без особистої участі розроблювачів.

У процесі експлуатації налаштування базової АСУ ТП на різне

сполучення каналів уведення/висновку кожного об'єкта керування полягає в підготовці текстових файлів з описами необхідної конфігурації.

Програмне забезпечення верхнього рівня дозволяє модернізувати кількість і типи каналів уведення/висновку кожного об'єкта і нарощувати число об'єктів керування.

Програмне забезпечення АСУ ТП надає для візуалізації інформації про процеси, що відбуваються на розподілених об'єктах керування, двадцять різних типів вікон. Кожен тип вікна відображає поточний або попередній стан відповідних параметрів об'єктів або графіки зміни аналогових сигналів у часі.

Програмне забезпечення середнього рівня призначено для попередньої обробки отриманих даних, передачі відповідної інформації на верхній рівень, керування апаратурою нижнього рівня. Процесорна плата контролера містить у своєму ПЗП операційну систему, сумісну з MS-DOS 5.0. ПЗП сприймається як електронний диск, тому завантаження і функціонування системи проходить точно так само, як у будь-якому ПК.

Як приклади далі приведені вікно функціональної схеми об'єкта з дочірнім вікном - графіком аналогового сигналу об'єкта (рис. 1.11).

У процесі експлуатації при конфігуруванні контролерів не потрібно програмування в яких-небудь машинних мовах.

Структура системи «Космотроника» і велика номенклатура контролерів дозволяють автоматизувати як невеликі об'єкти з мінімальним набором датчиків, так і великі об'єкти, що мають кілька тисяч датчиків і вузлів керування.

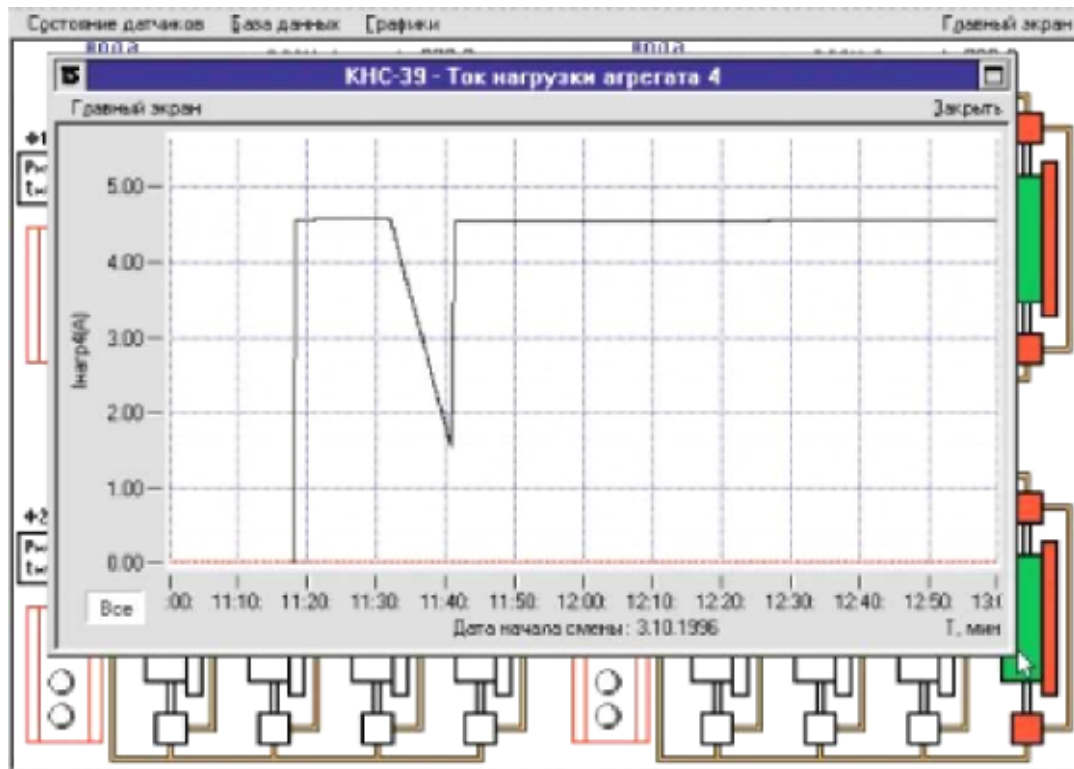


Рисунок 1.11 – Відеограма графіка каналового сигналу об'єкта

Багаторічний досвід створення систем і устаткування для космічних досліджень, тісне співробітництво з підрозділами, відповідальними за експлуатацію об'єктів споживачів, володіння знаннями і ресурсами для надання своїм замовникам ефективної підтримки в пошуку найкращих рішень дозволяє створювати системи керування технологічними об'єктами будь-якої складності.

2 Технологічна частина

2.1 Структура системи

Розвиток газової галузі знаходить своє відображення в нових проектах будівництва магістральних газопроводів з метою подальшого освоєння ринку газу, а також експорту газу в інші країни та регіони.

Стрімкий розвиток технологій передачі й обробки інформації пред'являє до сучасних АСУ ТП транспортування газу нові вимоги, зокрема:

- можливість інтегрування в багаторівневі інформаційні системи;
- подальше скорочення часу на збір і обробку технологічної інформації;
- оперативне виявлення аварійних ситуацій;
- керування технологічними об'єктами (процесами) у реальному масштабі часу, у тому числі в позаштатних ситуаціях;
- розширення обсягу і підвищення вірогідності технологічної інформації.

Реалізація перерахованих вимог багато в чому визначає загальну структуру системи, склад і задачі верхніх і нижнього технологічних рівнів, а також розподіл виконуваних функцій між апаратним і програмним забезпеченням.

Проект безпроводної інформаційно-управляючої системи є якісно новим впровадженням і повинен широко використовуватися на газопроводах. Відмінною рисою комплексу є його дворівнева багатопроцесова розподілена структура з паралельним розподіленням задач збору інформації на нижньому технологічному рівні. Завдяки прийнятому блочно-модульному принципіві побудови апаратних засобів контрольованих пунктів (КП) і відкритій архітектурі, структура комплексу дозволяє максимально оптимізувати такі системно-експлуатаційні характеристики, як нарощуваність, ремонтпридатність і стійкість до мінливих умов зовнішнього

технологічного середовища.

Інформаційно-управляючий комплекс являє собою набір пристроїв, призначених для виконання функцій виміру технологічних параметрів, контролю і керування на об'єктах магістральних газопроводів, таких як пункти виміру газу, лінійні кранові площадки, газорозподільні пункти, вилучені технологічні спорудження компресорних станцій, а також на інших розосереджених об'єктах.

Комплексом виконуються наступні функції:

- вимір, перетворення і нормування поточних миттєвих або інтегральних значень технологічних параметрів як по внутрішньому алгоритмі, так і по командах з пункту керування;
- видача інформації про положення, стан і режими роботи технологічного устаткування і допоміжних об'єктів;
- сигналізація про аварійні ситуації і режими роботи технологічного устаткування і допоміжних об'єктів;
- керування технологічними об'єктами;
- регулювання параметрів технологічного процесу;
- формування і передача на верхній рівень телеметричної інформації про стан каналів зв'язку і пристроїв комплексу, у тому числі про невірність одержуваних даних і про неможливість виконання команд регулювання і керування;
- захист від виконання помилкових команд або передачі помилкової інформації;
- автоматичне переключення пристроїв комплексу з робітників на резервні джерела харчування при зникненні напруги на робочому введеному харчування і зворотне переключення при його відновленні;
- передача інформації і прийом команд із верхнього рівня;
- реєстрація і нагромадження в базі дані інформації про функціонування пристроїв комплексу і змінах технологічних параметрів. Комплекс працездатний як автономно, так і в складі АСУ ТП і має можливість

сполучення з різними системами автоматизованого керування (у тому числі SCADA) за допомогою серверів при використанні в складі комплексу відповідних драйверів і пристроїв сполучення.

Надійність комплексу визначається сукупністю прийнятих при проектуванні мір і рішень, таких як:

- застосування сучасної елементної бази індустріального виконання;
- вибір полегшених режимів функціонування електронних компонентів;
- твердий вихідний контроль готових виробів;
- гальванічна ізоляція функціональних модулів;
- подвійний контроль режиму керування;
- дублювання ланцюгів вторинного харчування;
- застосування в складі кожного функціонального блоку незалежного вторинного джерела живлення;
- застосування захисту від перенапруг на входах зовнішніх ланцюгів сполучення з первинними датчиками.

Комплекс управління ділянкою магістрального газопроводу має наступні рівні збору й обробки інформації (рис. 2.1):

- рівень лінійно-виробничого керування (верхній рівень);
- технологічний рівень (нижній рівень).

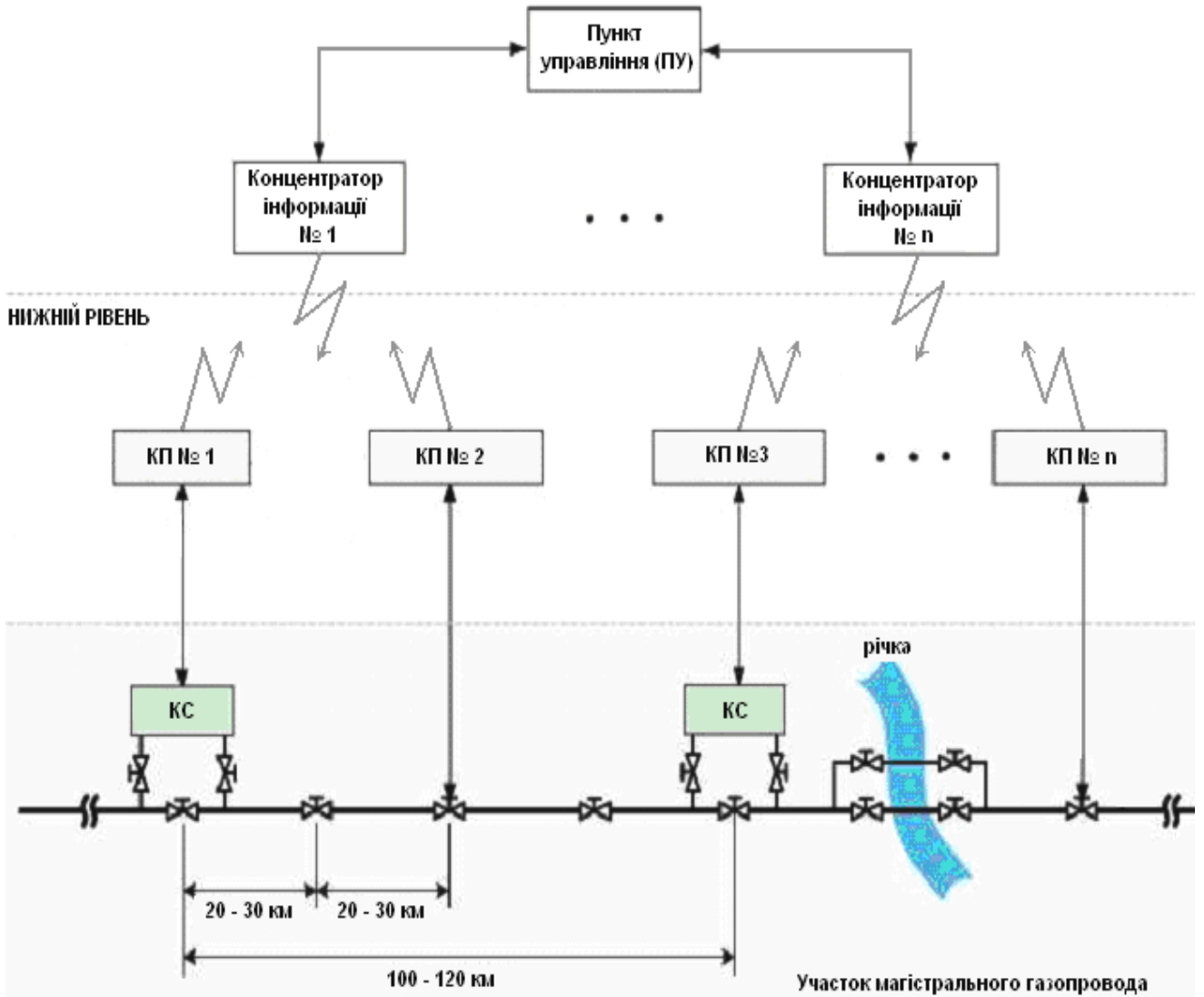
Верхній рівень комплексу включає наступні компоненти (рис. 2.2):

1) автоматизовані робочі місця (АРМ) диспетчерів на базі дубльованих і одиночних персональних комп'ютерів промислового виконання (пункти управління — ПУ);

2) пристрою збору, обробки і збереження технологічної інформації з виділеної групи контрольованих пунктів (КП) зі складу нижнього рівня комплексу (концентратори інформації — КІ).

Нижній рівень комплексу складається з n -ої кількості контрольованих пунктів, територіально розподілених відповідно до розташування технологічних об'єктів (рис. 2.3).

ВЕРХНІЙ РІВЕНЬ



де КС – компресорна станція;

КП – контрольований пункт

Рисунок 2.1 – Структурна схема комплексу управління ділянкою газопроводу

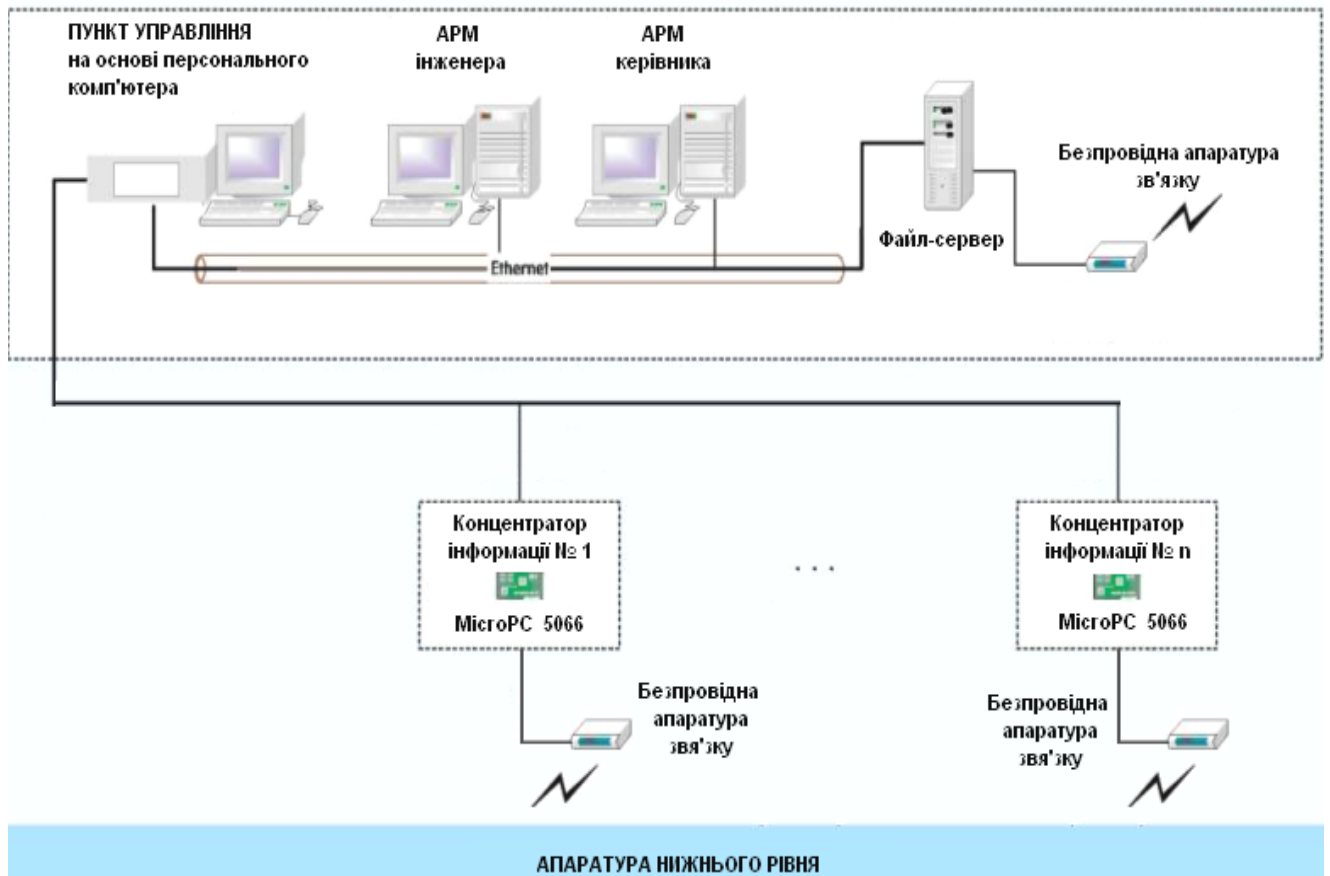


Рисунок 2.2 – Верхній рівень комплексу управління ділянкою магістрального газопроводу

Таблиця 2.1 – Основні технічні характеристики комплексу

Перелік параметрів	Показник
Кількість КІ під керуванням одного ПУ	до 255
Кількість КП під керуванням одного КІ	до 255
Кількість модулів на одному КП	до 255
Максимальна кількість каналів на одному КП: вимірів сигналізації («сухий» контакт)	до 2000 до 2000
керування напругою +27 В або +110 В	до 200
Швидкість передачі даних від КП на ПУ	9600 біт/с
Швидкість передачі даних: між блоками КП між пристроєм зв'язку і керування	57600 біт/с 2400 біт/с
Точність телевимірювань по каналах 4-20 мА	0,15 %

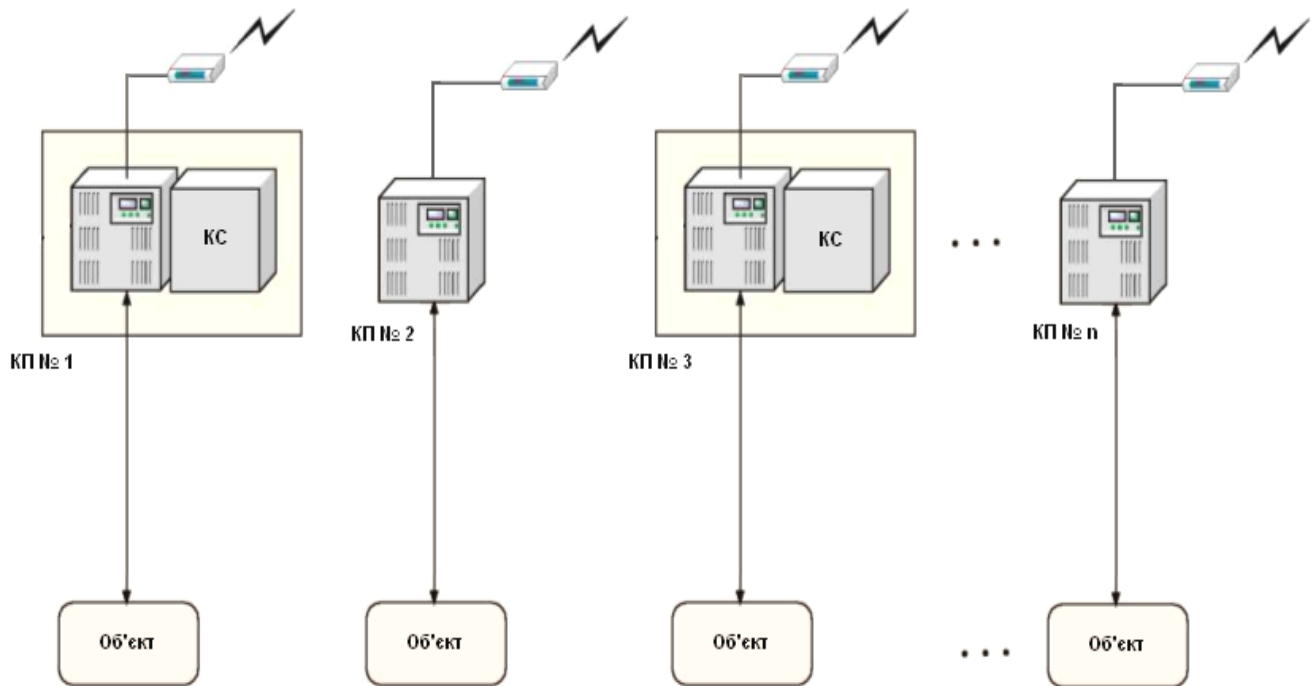


Рисунок 2.3 – Нижній рівень комплексу управління ділянкою магістрального газопроводу

Апаратура пункту керування розташовується в диспетчерській, а концентратор інформації — у вузлі зв'язку. Зв'язок між пунктом керування і концентратором інформації здійснюється з застосуванням стандартних засобів (провідні лінії або оптоволокно).

Концентратори інформації розміщуються в приміщенні зв'язкового обладнання базової радіостанції. Концентратор підтримує на програмному рівні загальну базу даних декількох контрольованих пунктів.

2.2 Опис елементів системи

Опис складових частин верхнього рівня комплексу

Пункт керування (ПУ) являє собою комплекс програмно-технічних засобів, призначених для організації і виконання в автоматичному режимі функцій виміру технологічних параметрів, керування вихідними параметрами станцій катодного захисту, контролю стану і керування лінійними кранами на кранових вузлах магістральних газопроводів.

На базі ПУ організується робоче місце змінного інженера (диспетчера, оператора) лінійно-виробничого керування магістральних газопроводів або компресорної станції (КС).

У базовий склад ПУ входять наступні компоненти:

- персональний комп'ютер промислового виконання;
- монітор 19 дюймів;
- принтер;
- джерело безперебійного живлення;
- комплект програмного забезпечення.

Центральний концентратор інформації

ПУ має засоби для організації людино-машинного інтерфейсу і допускає виконання функцій регулювання і керування.

Концентратор інформації реалізований на базі високонадійних апаратних засобів, що володіють підвищеною стійкістю до температурних і механічних впливів. В якості процесорної плати використана плата MicroPC 5066. КІ не має засобів людино-машинного інтерфейсу й в автоматичному режимі виконує функції збору й обробки технологічної інформації з підлеглих йому КП.

Конструктивно КІ виконаний у пластиковому корпусі з приблизними розмірами 250x160x90 мм, де, крім плати MicroPC 5066, розміщаються джерело живлення і при необхідності плата послідовного інтерфейсу з 4/8 портами. Для фізичного сполучення мультипортової плати з платою 5066 використовується монтажний каркас 5252 (рис. 2.4).



Рисунок 2.4 – Зовнішній вигляд монтажного каркасу 5252

Опис мікропроцесорної плати MicroPC 5066 (рис. 2.5).

Виробник: Octagon Systems.

Процесорна плата з продуктивністю Pentium у форматі MicroPC .

Процесор AMD 5x86/133 МГц .

DOS 6.22 у ПЗУ .

Сумісність з ОС Windows, Windows NT, QNX .

BIOS Phoenix із промисловими розширеннями .

Система зниження споживаної потужності .

Електронний флеш-диск 2 Мб із файловою системою .

ОЗУ: до 33 Мб EDO .

Послідовні порти COM1 і COM2 .

Універсальний паралельний порт із підтримкою режимів EPP і ECP.

Сторожовий таймер .

Програма самодіагностики в ПЗУ .

Оптоізований вхід зовнішнього апаратного переривання .

Електричний захист зовнішніх інтерфейсів до 6 кВ .

Живлення +5 В, струм споживання від 300 мА до 920 мА .

Діапазон робочих температур від —40 до +70°С .

Діапазон температур збереження від —55 до +85°С .

Відносна вологість до 95% без конденсації .

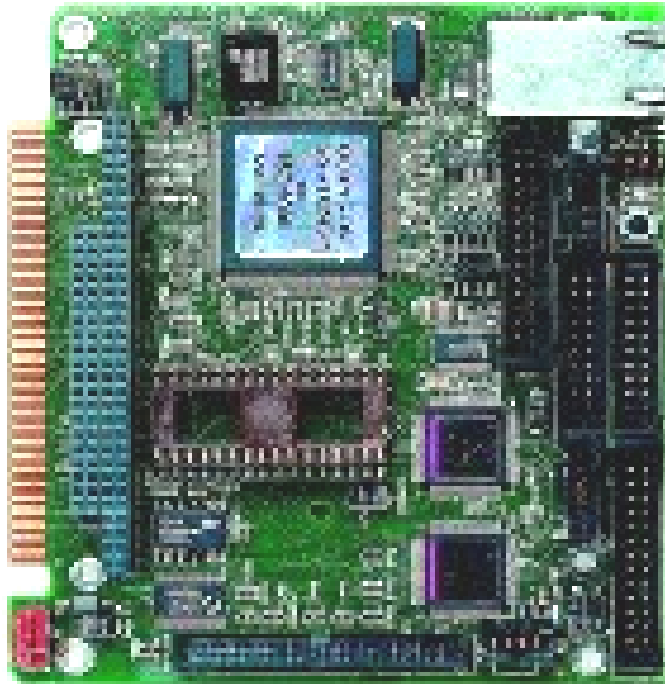


Рисунок 2.5 – Зовнішній вигляд мікропроцесорної плати MicroPC 5066

Аналіз систем телеметрії, експлуатованих у даний час на магістральних газопроводах, виявив можливість їхньої модернізації за допомогою використання IBM PC сумісних контролерів і периферійних пристроїв, виконаних у форматі MicroPC тому, що можливість ця базується на наступних факторах:

- відкритість архітектури й інтерфейсів MicroPC, що спрощує програмування цих пристроїв, перенос уже розробленого програмного забезпечення і його модернізацію;

- широкий діапазон робочих температур, що дозволяє експлуатувати пристрій MicroPC на об'єктах магістрального газопроводу;

- наявність достатня великої номенклатури виробів, виконаних у форматі MicroPC різними фірмами-виготовлювачами, і, що впливає з цього можливість варіювання в широких межах як функціональності, так і характеристик створюваного устаткування; цілком прийнятна вартість цих виробів і рішень на їхній базі, що за інших рівних умов істотно менше, ніж вартість закінчених рішень таких фірм, як ABB, AEG, Foxboro і т.п.

Опис складових частин нижнього рівня комплексу

Контрольований пункт являється основним інформаційно-управляючим елементом для лінійної ділянки магістрального газопроводу.

Апаратура КП формується з пристроїв, здатних функціонувати в жорстких умовах експлуатації (температура навколишнього середовища від -25 до $+40^{\circ}\text{C}$, підвищений рівень вібрації і т.п.), навіть незважаючи на те що, як правило, вона розміщується в опалювальних блоках-боксах. Реалізація даної вимоги колишніми способами звичайно приводить або до неможливості забезпечення максимальної точності вимірів, або до істотного подорожчання рішення.

Крім того, такі системи управління найчастіше укомплектовані великою кількістю унікальних елементів, що випускаються обмеженим колом виробників, що істотно знижує експлуатаційну технологічність подібних систем.

КП виконує наступні функції:

- вимір, перетворення і нормування поточних і інтегральних значень технологічних параметрів;
- видачу інформації про положення, стан і режими роботи технологічного устаткування і допоміжних об'єктів, включаючи аварійну сигналізацію;
- керування технологічними об'єктами;
- регулювання параметрів технологічного процесу.

До складу КП входять наступні пристрої:

- пристрій зв'язку і керування,

- пристрій безперебійного живлення.

Додатково до складу КП можуть входити корпус живлення і блок контролю і захисту з комплектом пристроїв охорони й оповіщення.

Пристрій безперебійного живлення містить у собі мережевий блок з елементами грозозахисту, первинні перетворювачі мережевого живлення змінного струму в напругу постійного струму +27В і +110В, акумуляторні батареї ємністю 80 А·год для мережі +27 В, а також модулі, що оцінюють стан вторинних ланцюгів живлення, що мають здатність розриватися у випадку виявлення короткого замикання. Сумарної ємності батарей досить для підтримки функціонування апаратних засобів контрольованого пункту при відсутності мережевого живлення протягом 3-ох – 10-ох діб (у залежності від обсягу операцій).

Функціональні модулі

Відповідно до розв'язуваних задач керування об'єктами функціональні блоки комплектуються визначеними наборами функціональних модулів.

Функціональні модулі призначені для:

- перетворення вхідних аналогових сигналів, що знімаються з виходів первинних датчиків, до єдиної шкали вимірів;

- виміру температури навколишнього середовища, виміру величини напруги в ланцюгах живлення, аналого-цифрового перетворення вхідних токових сигналів;

- збору і первинної обробки інформації про положення двопозиційних датчиків сигналізації з нормально замкнутими або нормально розімкнутими контактами, виміру параметрів цих сигналів (кількості імпульсів, періоду, частоти), сполучення з первинними датчиками, що мають цифрові частотні вихідні сигнали;

- формування гальванічної розв'язки вихідного сигналу (струм, напруга), використовуваного в ланцюгах керування виконавчими пристроями станції катодного захисту.

До складу модулів входять наступні вузли:

- вузол керування з кварцовим резонатором і схемою запуску,
- інтерфейсний вузол,
- енергонезалежна флеш-пам'ять,
- функціональний вузол (залежить від призначення модуля).

Вузол керування виконаний на мікроконтролері з внутрішньою RISC-архітектурою, особливостями якого є висока швидкодія і низьке енергоспоживання.

Функціональні модулі мають уніфіковану конструкцію у виді друкованої плати розміром 130X70 мм із кріпленнями для установки в монтажну раму функціонального блоку (рис. 2.7).



Рисунок 2.7 – Приклад зовнішнього вигляду функціональних модулів

В даний час номенклатура функціональних модулів, що входять у систему, наблизилася до двох десятків. При цьому з метою рішення задач, що виникають у процесі експлуатації комплексу на об'єктах магістрального транспорту газу, а також розширення його функціональних можливостей, підвищення точності вимірів йде постійна розробка удосконалених модифікацій модулів.

Базова станція складається з контролера базової станції, повнодуплексного трансивера, системи електроживлення, спеціального телефонного терміналу і каналоутворюючого устаткування, необхідного для підключення БР до ЦКС (рис. 2.9).

Якщо між БС і ЦКС є кабель або канал тональної частоти, то в якості каналоутворюючого устаткування можуть використовуватися модеми для виділених каналів або DSL-модеми. Якщо кабелю нема, то можна використовувати радіомодеми або пристрої RadioEthernet. Важливо, щоб вони мали інтерфейс RS-232/422 або Ethernet і забезпечували швидкість передачі даних між БС і ЦКС хоча б на рівні 19,2 кбіт/с. При цьому можливо підключення базових станцій між собою, тобто базова станція виконує функції комутатора, що зручно у випадку лінійно-протяжних об'єктів.

Контролер базової станції реалізований на основі платформи MicroPC з використанням процесорного модуля CPU686 (рис.2.10) виробництва фірми Fastwel. Деякі модулі, зокрема , плата розширення COM-портів (модуль 5554) - виробництва фірми Octagon Systems. Для забезпечення голосового зв'язку до складу контролера включена плата вокодера.

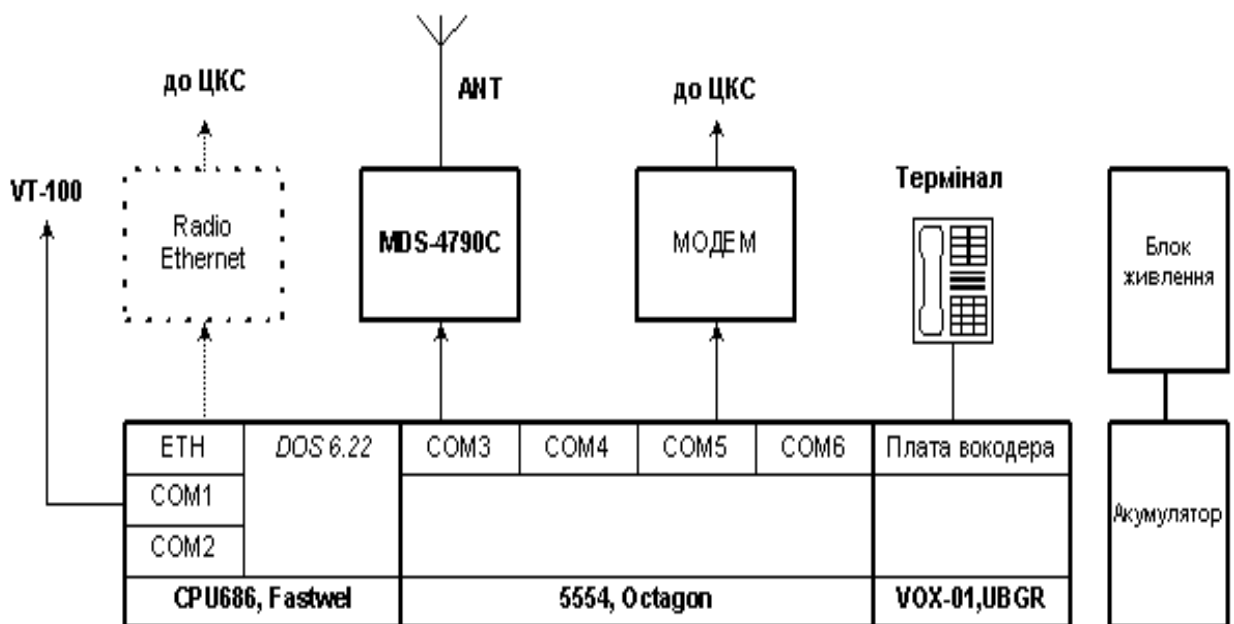


Рисунок 2.9 – Структура апаратних засобів базової радіостанції

Модуль центрального процесора CPU686 спеціально розроблений компанією Fastwel для створення систем на базі платформи MicroPC, від яких потрібна найвища продуктивність. Модуль забезпечує можливість роботи з такими операційними системами, як MS-DOS, Windows 2000/NT/98/95, Windows CE, Sun Java, QNX, Linux.



Рисунок 2.10 – Зовнішній вигляд процесорного модуля CPU686

Наявність вмонтованої підсистеми SVGA і контролера IDE на локальній шині можна використовувати пристрої, що вимагають швидкого обміну даними з екраном і дисковими накопичувачами.

Характеристики:

- процесор Geode™ GXLV/200 МГц;
- сумісність з DOS, Windows/NT/CE (Microsoft), QNX, Linux;
- BIOS у флеш-пам'яті з резервуванням;
- ОЗУ 32 Мбайт (SDRAM);
- флеш-диск 8 Мбайт із можливістю нарощування до 144 Мбайт;
- відеоадаптер SVGA з відеопам'яттю до 4 Мбайт;
- універсальний паралельний порт із підтримкою режимів EPP і ECP;
- послідовні порти COM1 (RS-232) і COM2 (RS-232/RS-422/ RS-485);

- порт клавіатури і миші;
- годинник реального часу;
- сторожовий таймер;
- система зниження споживаної потужності;
- можливість швидкого завантаження (мінімум 1,5 с);
- живлення +5 В, максимальний струм споживання 1,5 А;
- діапазон робочих температур від -40 до +70°C;
- відносна вологість до 95% при 25°C без конденсації;
- середній час безвідмовної роботи 100 тисяч годин.

Послідовні порти дозволяють працювати зі швидкостями до 1,5 Мбіт/с. BIOS забезпечує прискорене завантаження DOS і запуск програм після 1 - 2 секунд після подачі живлення.

Область застосування:

- системи керування об'єктами в умовах реального часу;
- бортові і системи транспортних засобів, що вбудовуються;
- керування рухом;
- системи автоматизації технологічних процесів з великою кількістю каналів вводу-виводу.

У якості трансивера використовується повнодуплексний радіомодем MDS4790C (рис. 2.11) фірми Microwave Data Systems, що забезпечує швидкість передачі даних у радіоканалі до 19,2 кбіт/с і має наступні технічні характеристики:

- діапазон робочих частот 330-512, 800-960 МГц;
- ширина смуги частот 25 кГц;
- рознос частот дуплекса 10 МГц;
- швидкість передачі даних у радіоканалі 19,2 кбіт/с;
- потужність передавача 37 дБм (5 Вт);
- чутливість приймача -105дБм;
- орієнтований радіус покриття 50 км;
- діапазон робочих температур -30...+60°C.

Основною перевагою даного пристрою є швидке повернення інвестицій завдяки простоті безпроводної установки. Ця ліцензована система радіозв'язку забезпечує можливість здійснення зв'язку за допомогою будь-якого асинхронного протоколу без додаткового програмного забезпечення або додаткового програмування

Виняткові конструкційні якості забезпечують чудову роботу в умовах наявності перешкод або поганих шляхів проходження сигналів.



Рисунок 2.11 – Зовнішній вигляд радіомодему MDS4790C

Для найбільш відповідальних випадків «MDS-4790C» може комплектуватися додатковим прийомопередавачем, що знаходиться в "гарячому" резерві й автоматично підключається у випадку ушкодження основного.

Діапазон робочих температур радіомодема більш вузький (від -30 до +60°C), чим в іншого обладнання, але є цілком достатнім для роботи в кліматичних умовах України.

Основні задачі БР - це керування прямим і зворотним радіоканалом (тобто трафіком БР→АС і АС→БР відповідно), маршрутизація пакетів з урахуванням їх пріоритетів по міжбазовим з'єднанням, діагностика радіоканалу і вилучених АС. БР забезпечує одночасно в одному радіоканалі до 2 голосових каналів, і 1 канал завжди залишається для

передачі даних. Якщо голосових каналів менше, то канал передачі даних, зрозуміло, ширше. Для порівняння, базова радіостанція системи TETRA забезпечує 4 канали, один із яких завжди віддається на канал керування, тобто голосових залишається 3.

Центральний комутатор системи реалізований на базі промислового комп'ютера (ПК) (рис. 2.12), що працює під керуванням ОС Windows 2000.

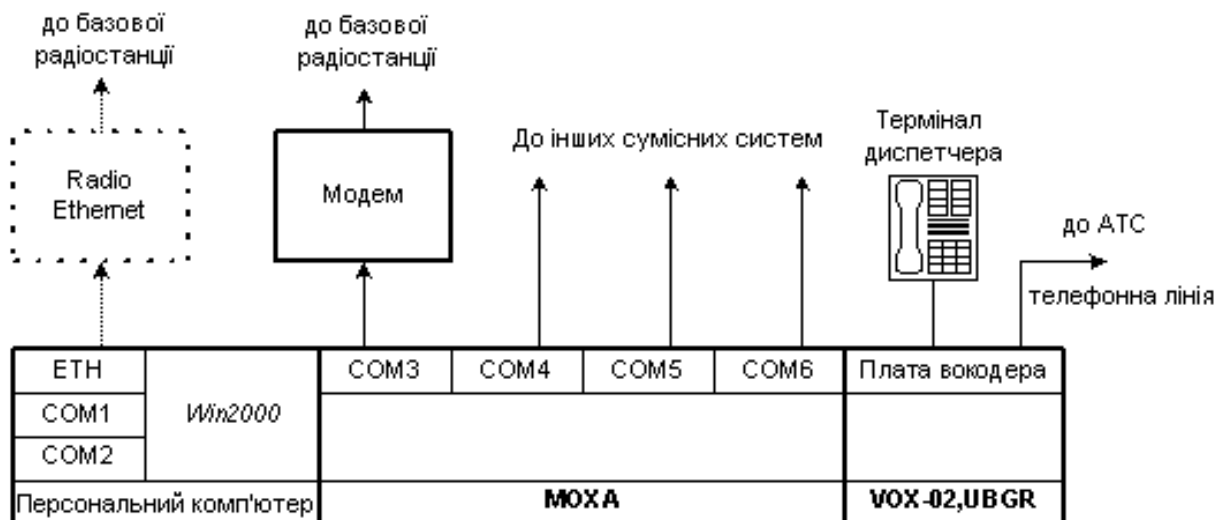


Рисунок 2.12 – Структура апаратних засобів центрального комутатора

Для організації обміну з базовими станціями в ПК встановлена плата розширення COM-портів. Для голосового зв'язку диспетчера компресорної станції з іншими абонентами мережі встановлюється спеціальна голосова плата з вокодером. Для виходу абонентів мережі у загальну телефонну мережу (і навпаки) плата має інтерфейс із телефонною лінією. Для збільшення числа телефонних ліній, що підключаються, може встановлюватися кілька таких плат.

Абонентська станція (рис. 2.16) складається з процесорного модуля, плат розширення COM-портів, плати вокодера, необхідної кількості плат вводу-виводу (аналогових, дискретних). Усі плати встановлені в корпус формату Micro PC. Крім того, є радіомодем, джерело електроживлення і спеціальний телефонний термінал для голосового зв'язку (рис. 2.13).

низькому споживанню і функціональній насиченості, модуль CPU188-5MX являється оптимальним рішенням для широкого діапазону використання.

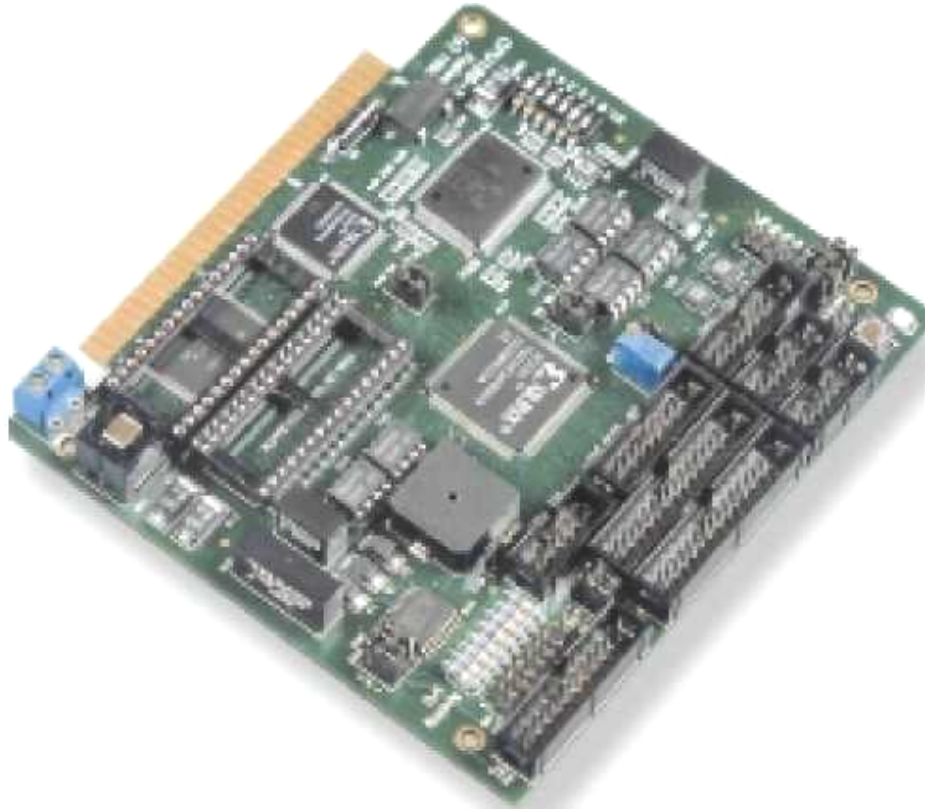


Рисунок 2.14 – Зовнішній вигляд модуля мікроконтролера CPU188-5MX

Основні характеристики:

- процесор Am188ES/40 МГц;
- статична пам'ять (SRAM) до 1024 кбайт;
- флеш-пам'ять до 2048 кбайт;
- 324 контактний роз'єм для установки DiskOnChip;
- таймери: 3 системних, 1 сторожовий;
- 5 ліній переривань;
- 2 канали DMA (до 5 Мбайт/с);
- універсальний порт дискретного вводу-виводу;
- 2 послідовних ізольованих порти COM1 та COM2 (RS-232/485);
- порт рідкокристалічного дисплея;

- порт РС і матричної клавіатури 4x4, 5x4;
- 8 ізольованих 12-розрядних аналогових входів (8АІ);
- 2 ізольованих 12-розрядних аналогових виходів (2АО);
- зумер;
- операційна система сумісна з MS-DOS 6.22;
- діапазон робочих температур від -40 до +85°C;
- середній час напрацювання на відмову - 120 тисяч годин.

Структура модуля мікроконтролера CPU188-5 представлена на рис. 2.15.

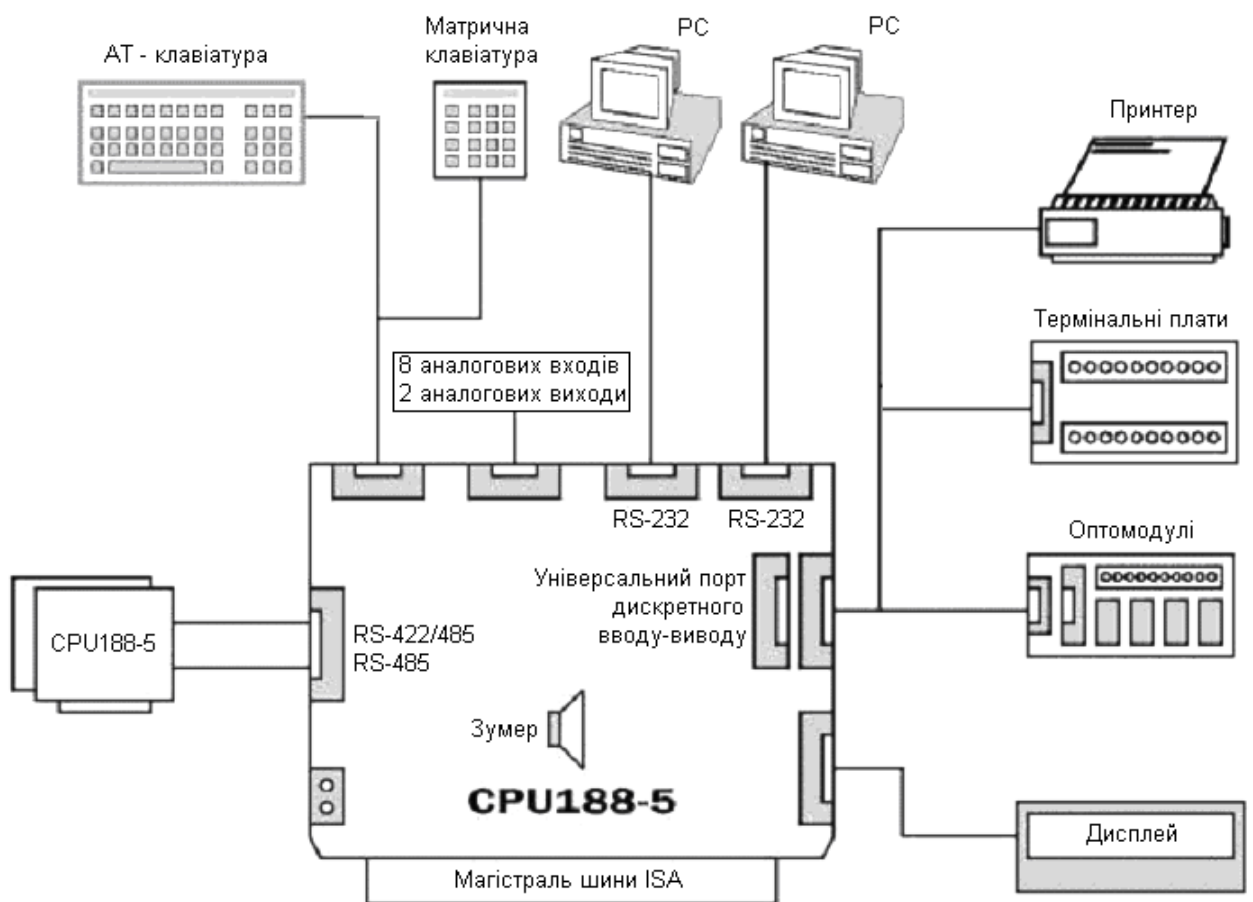


Рисунок 2.15 - Структура модуля мікроконтролера CPU188-5

В модулі присутній сторожовий таймер, який служить для виявлення програмних і апаратних збоїв на платі.

Модуль має статичний оперативний запам'ятовуючий пристрій (SRAM) розміром до 1024 кбайт і флеш-пам'ять розміром до 2 Мбайт із файловою системою. Крім того, у модулі існує місце для встановлення флеш-диска

Diskonchip (2...144 Мбайт).

Модуль має ізолюваний порт аналогового вводу-виводу, тобто 8-канальний АЦП із програмувальним діапазоном напруги по кожному входу (0...5 В; ± 5 В; 0...10 В; ± 10 В), шунтуючі резистори для виміру струму і 2 аналогових виходи з діапазонами 0...5 В; ± 5 В; 0...10 В.

Два послідовних гальванічних ізолюваних порти дозволяють реалізувати інтерфейси RS-232/422/485 зі швидкостями обміну відповідно до 200/2500/ 2500 кбіт/с.

Універсальний порт дискретного вводу-виводу реалізований на матриці FPGA і може використовуватися для підключення принтера, плат з опторазв'язкою або термінальних плат.

До складу модуля входять порт для підключення матричної (4x4, 4x5) або АТ-клавіатури і порт дисплея.

Основні характеристики порівняння конфігурації модуля мікроконтролера CPU188-5 наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Таблиця конфігурацій модуля мікроконтролера CPU188-5

Характеристики	CPU188-5LC	CPU 188-5 BS	CPU188-5MX
SRAM	512 кбайт	1024 кбайт	1024 кбайт
FLASH	1024 кбайт	1024 кбайт	1024 кбайт
COM1	RS-232 (неізолюваний)	RS-232 (неізолюваний)	RS-232 (неізолюваний)
COM2	RS-232 (неізолюваний) RS- 422/485 (ізолюваний)	RS-232 (неізолюваний) RS- 422/485 (ізолюваний)	RS-232 (неізолюваний) RS- 422/485 (ізолюваний)
AI/AO	—	—	8AI/2AO (ізолюваний)

Плата розширення COM-портів (модуль 5554 виробництва фірми Octagon Systems) служить для підключення інтелектуальних ПЗО (пристроїв зв'язку з об'єктом), що мають інтерфейс RS-232 або RS-422/485. Опитування цих ПЗО можна організувати двома способами. Перший - організувати віртуальний канал між COM-портом абонентської станції, до якого підключено ПЗО, і COM-портом на ЦКС. Другий спосіб - опитувати ПЗО, використовуючи засоби програмного забезпечення мікроконтролера MicroPC встановленого на ЦКС.

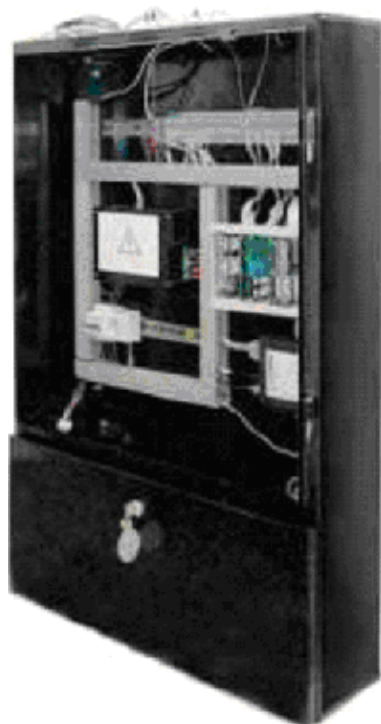


Рисунок 2.16 – Приклад зовнішнього вигляду абонентської станції

Вокодер потрібний для оцифрування голосу, його компресії і взаємодії з відповідними драйверами процесорного модуля. Якість оцифрованого голосу, "стиснутого" вокодером, можна суб'єктивно оцінити як хороше. У всякому разі, воно не гірше, ніж у IP-телефонах.

Радіомодем «MDS-4710C» (рис. 2.17) трохи відрізняється від радіомодему базової станції - він працює в режимі напівдуплексу. Незважаючи на це, голосовий зв'язок являє собою повнодуплексний канал, як у звичайного телефону. Інші характеристики радіомодему такі ж, як у «MDS-

4790С».

Джерело живлення з акумулятором забезпечує всі необхідні для автоматизації значення напруги харчування: 5, 12, 24, 110 В. Через керуючі входи можна одержати інформацію про наявність 220 В и напругу акумулятора. При його критичному розряді можна програмно виключити живлення АС до появи 220 В.

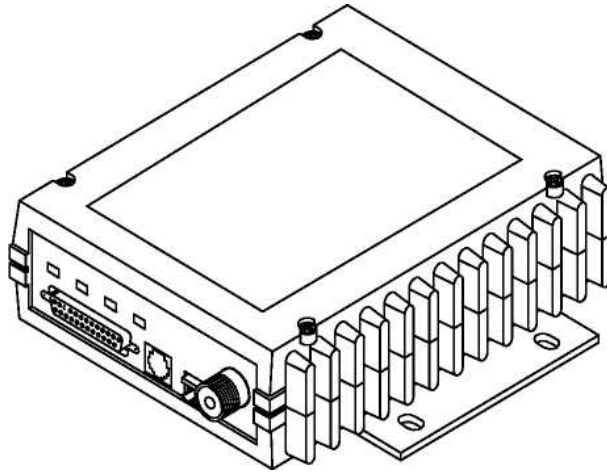


Рисунок 2.17 – Зовнішній вигляд радіомодему «MDS-4710С»

Розглянемо основні функції і можливості, реалізовані в АС, згрупувавши їх по видам.

Можливості по організації голосового зв'язку:

- з абонентської станції можна подзвонити диспетчерові на КС, набравши його номер;
- допускається виклик іншого абонента системи через набір його номера, наприклад 1234#;
- абоненти можуть знаходитися в зоні різних базових станцій;
- можна вийти у загальну телефонну мережу набравши відповідну комбінацію клавіш.

Можливості по передачі даних:

- максимальна швидкість у радіоканалі - 19,2 кбіт/с;
- реальна швидкість у прямому каналі (БР→АС) з урахуванням

накладних витрат складає близько 16 кбіт/с, а в зворотному каналі - близько 12 кбіт/с;

- трафік динамічно перерозподіляється між абонентськими станціями.

- програмне забезпечення АСУ ТП, що встановлене на АС, працює безпосередньо через драйвер протоколу Red і може змінювати пріоритети пакетів і передавати дані з різною швидкістю;

- для підключення інших контролерів, встановлених на технологічному об'єкті, існує механізм організації віртуальних каналів;

- можна встановити пріоритет для віртуального каналу.

2.4 Вибір датчиків та виконавчих механізмів

Датчик Баратрон - це не просто ємнісний датчик тиску, це прилад по своїй надійності і стабільності своїх характеристик не має собі рівних на світовому ринку. Саме це дозволило йому зайняти 90% світового ринку серед подібних датчиків.

Баратрон дозволяє вимірювати абсолютний і диференціальний тиск у діапазоні від 10^{-6} мбар до 35 бар з точністю від 0,25% до 0,05% від показання. Останні моделі дозволяють вимірювати тиск до 200 бар з точністю 1% від показання.

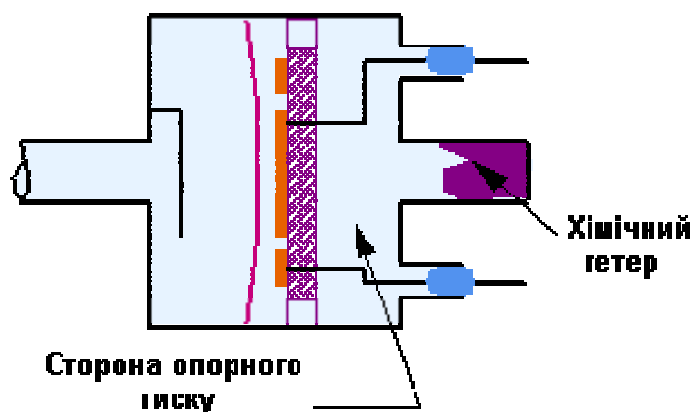


Рисунок 2.18 – Будова датчика Баратрон

Сенсор датчика Баратрон складається (рис. 2.18) з металевого осередку, розділеного на двох частин туго натягнутою плоскою металевою діафрагмою, з однієї сторони якої розташовані електроди. Електроди з діафрагмою утворюють дві перемінні ємності, що включені в плечі вимірювального моста. Коли тиск по обидва боки діафрагми однаковий, міст збалансований. Зміна тиску в одній з камер деформує діафрагму, змінює ємність і розбалансовує міст. Отриманий сигнал дисбалансу підсилюється і демодулюється, утворюючи на виході сигнал постійного струму.

В даний час усі сенсори виготовляються з електродами, розташованими з однієї сторони від діафрагми. Таким чином, газ, тиск якого необхідно вимірити, буде знаходитися в контакті тільки з камерою, виконаної з нержавіючої сталі. Це дозволяє проводити виміри, що не залежать від типу газу, і дозволяє використовувати датчик Баратрон для виміру тиску забруднених, корозійних, агресивних, радіоактивних газів, сумішей газів невідомого складу, а також дуже чистих газів.

Одним з головних переваг датчиків Баратрон є їхня висока точність (від 1% до 0,05% від показання) при широкому діапазоні виміру тисків (від 3 до 5 декад). Наприклад, Баратрон 690 (рисунок 2.19) з повною шкалою 1000 торр і точністю 0,12% від показання забезпечує вимір з зазначеною точністю в діапазоні від 10^{-2} торр до 1000 торр, тобто п'ять декад. Точність датчиків Баратрон є сумою помилок, викликаних нелінійністю, гістерезисом, неповторюваністю і визначається у відсотках від показання.



Рисунок 2.19 – Зовнішній вигляд емсійного датчика тиску Баратрон 690

Погрішність датчиків Баратрон включає також температурні погрішності.

Температурні зміни є зовнішнім чинником, тому що визначаються навколишнім середовищем. Тому температурні помилки приводяться окремо у виді температурних коефіцієнтів.

Для зменшення впливу зміни температури на показання датчика Баратрон компанія "MKS Instruments" розробила і впровадила ряд конструктивних заходів:

- температурну компенсацію (компенсація вихідного сигналу відповідно до змін температури)
- термостатування (підтримка постійної температури всередині сенсора)

У найбільш точних моделях 600-й серії застосовуються обидва методи, що дає можливість одержати температурний коефіцієнт дрейфу нуля краще, ніж 0,0004% ВМ / 1°C.

Перетворювач температури ТП-150 (рис. 2.20) з уніфікованим сигналом 4..20мА.



Рисунок 2.20 – Зовнішній вигляд перетворювача температури ТП-150

Перетворювач призначений для вимірювання температури та перетворення опору терморезистора, що залежить від температури, в уніфікований струмовий сигнал 4-20mA.

При підключенні не обов'язково використовувати мідні дроти.

Полярність підключення не має значення.

Пристрій не потребує попередньої настройки.

Зовнішнє джерело живлення не потрібне.

Діапазон вимірювальних температур від -30 до +50 °С.

Крокові двигуни вже давно й успішно застосовуються в найрізноманітніших пристроях. Їх можна зустріти в різноманітному промисловому і спеціальному устаткуванні. В даний час випускається безліч різних типів крокових двигунів на усі випадки життя. Однак правильно вибрати тип двигуна - це ще пів-справи. Не менш важливо правильно вибрати схему драйвера й алгоритм його роботи, що найчастіше визначається програмою мікроконтролера.

Кроковий двигун - це електромеханічний пристрій, що перетворює електричні імпульси в дискретні механічні переміщення. Так, мабуть, можна дати строге визначення. Напевно, кожний бачив, як виглядає кроковий двигун зовні: він практично нічим не відрізняється від двигунів інших типів.

Однак крокові двигуни володіють деякими унікальними властивостями, що робить часом їхній винятково зручними для застосування чи навіть незамінними в роботі.

Крокові двигуни являють собою багатофазні багатополюсні синхронні двигуни без пускових короткозамкнених обмоток. Управління здійснюється парами фазних обмоток, на які подають прямокутні одно- або різнополярні напруги збудження. Управління кроковим двигуном створюється спеціальним комутатором. За рахунок імпульсного живлення обмоток створюється дискретне кутове переміщення ротора, на зубцях якого розміщують постійні магніти. По конструкції двигуни бувають з кінематичним і електромагнітним зв'язком статора і ротора.

3 Конструкторська частина

3.1 Структурно-функціональна схема контрольного пункту

Структурно-функціональна схема контрольного пункту приведена на рис. 3.1 на прикладі найбільше широко розповсюдженого об'єкта — лінійної кранової площадки магістрального газопроводу.

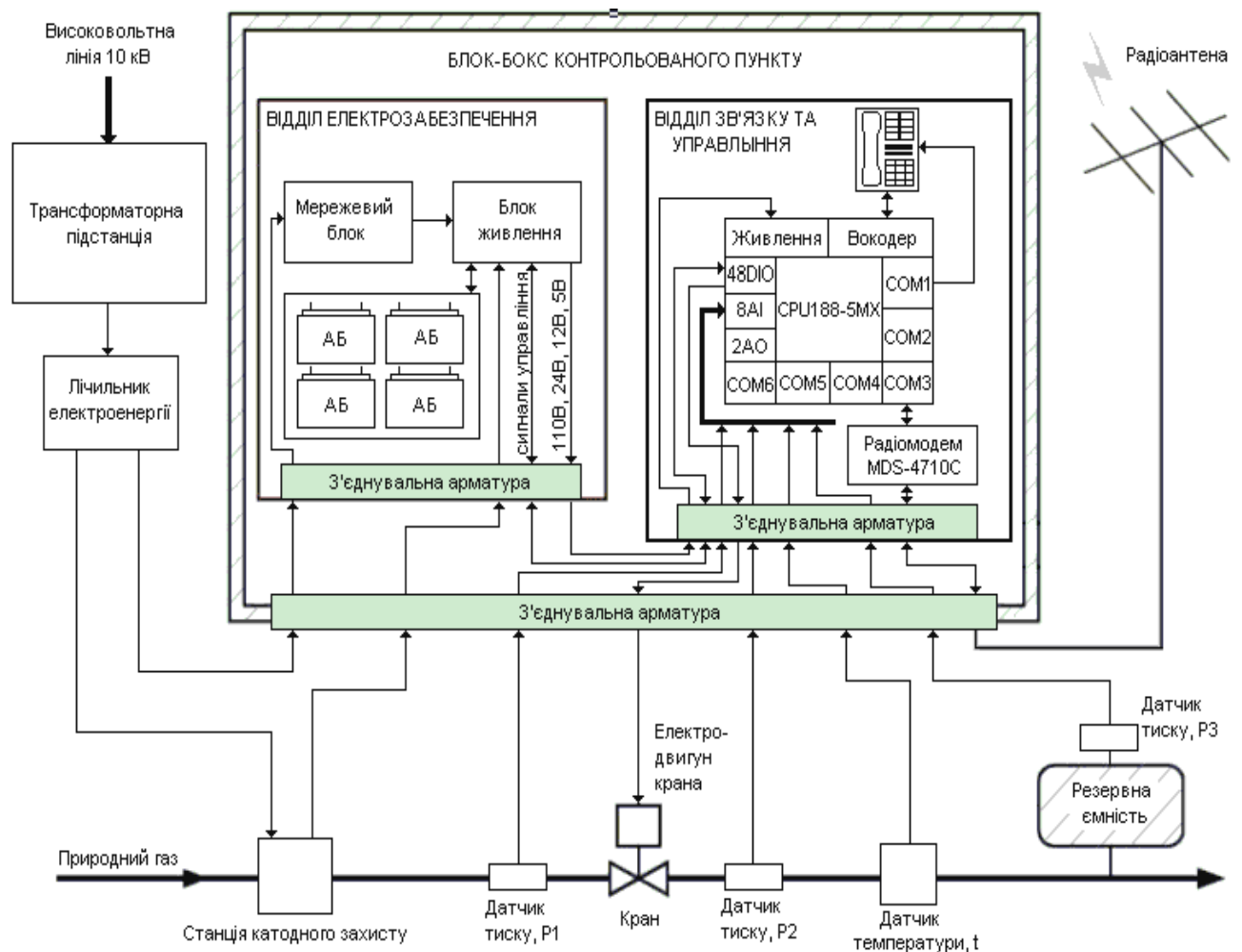


Рисунок 3.1 – Структурно-функціональна схема контрольного пункту.

Контрольований пункт являє собою блок-бокс (рис. 3.2) всередині якого є відділу електрозабезпечення, відділу зв'язку та управління (ВЗУ), датчики та виконавчі механізми та інші об'єкти.

Контрольований пункт виконує функції виміру, сигналізації, керування і регулювання. Крім того, ВЗУ підтримує функції зв'язку з апаратурою передачі даних вищого рівня.



Рисунок 3.2 – Приклади зовнішнього вигляду блок-бокса КП

ВЗУ складається з головного мікроконтролера, радіомодему, голосового терміналу та набору функціональних блоків і пристроїв, що виконують вимірювально-керуючі і комутаційні функції і об'єднані єдиним інтерфейсом. Цей інтерфейс містить у собі шини напруг постійного струму +27 В и +110 В, шини відводу струмів перенапруг на захисний контур заземлення, а також послідовний канал передачі даних, фізичний рівень якого відповідає вимогам інтерфейсу RS-485. До складу ВЗУ можуть входити наступні пристрої:

- головний мікроконтролер CPU188-5MX;
- модуль розширення 5554 фірми Octagon Systems;
- радіомодем «MDS-4710C»;
- голосовий вокодер (апаратний АЦП і ЦАП звуку);

- голосовий термінал VOX-01;
- з'єднувальна арматура (вилки, розетки, штепселі, роз'ємні елементи).

Мікроконтролер CPU188-5MX є головним елементом, що виконує керуючі функції технологічного процесу і являється “мозком” контрольованого пункту. Стосовно функціональних блоків ВЗУ мікроконтролер являється пристроєм, що виконує внутрішній алгоритм опитування станів первинних датчиків.

Радіомодем «MDS-4710C» з'єднується з мікроконтролером через плату розширення 5554 фірми Octagon Systems і забезпечує безпроводний зв'язок з базовою радіостанцією. Він являється безпроводною сполучною ланкою між мікроконтролером і пристроями верхнього рівня.

Голосовий термінал забезпечує зв'язок з компресорною станцією та пунктом управління через плату вокодера, яка вмонтовується в мікроконтролер і являє собою апаратний засіб перетворення звуку в цифрову форму і навпаки.

З'єднувальна арматура являє собою кабельно-провідникові та з'єднувальні елементи (для засобів зв'язку та електроживлення КП) і виконує наступні функції:

- сполучення датчиків з мікроконтролером ВЗУ за допомогою кабелю;
- сполучення ВЗУ та відділу електрозабезпечення за допомогою кабелю через штепселі та вилки;
- сполучення із сервісним пристроєм (сервісний пристрій — комплект устаткування з програмним забезпеченням, призначений для налагодження функціональних модулів).

Відділ електрозабезпечення містить у собі мережевий блок з елементами грозозахисту, первинні перетворювачі мережевого живлення змінного струму в напругу постійного струму +110В, +24В, +12В та +5В, акумуляторні батареї ємністю 80 А·год для мережі +24 В, а також модулі, що оцінюють стан вторинних ланцюгів живлення, що мають здатність

розриватися у випадку виявлення короткого замикання. Сумарної ємності батарей досить для підтримки функціонування апаратних засобів контрольованого пункту при відсутності мережевого живлення протягом 3-ох – 6-ох діб (у залежності від обсягу операцій).

Таблиця 3.1 - Технічні характеристики ВЗУ

Перелік параметрів	Показник
Максимальна кількість каналів вимірів	40
Максимальна кількість каналів керування	34
Максимальна кількість модулів у складі мікроконтролера	3
Максимальна довжина каналу передачі даних від датчиків	1200 м
Максимальна довжина лінії зв'язку між ВЗУ і БР	50 км.
Швидкість обміну інформацією між ВЗУ і БР	до 9600 біт/с
Швидкість обміну між мікроконтролером і вокодером	57600 біт/с
Напруга живлення ВЗУ	27 В, 110В
Тип інтерфейсу мікроконтролера з датчиками	RS,485
Тип інтерфейсу мікроконтролера з пристроєм зв'язку	RS,232

Конструктивно ВЗУ та відділ електрозабезпечення виконані в пластикових корпусах. Блок ВЗУ кріпиться до монтажної панелі на задній стінці захисних шаф. Шафи мають герметичні дверцята з замками і забезпечують високий ступінь захисту для розташованої в них апаратури.

Технічні характеристики ВЗУ представлені в таблиці 3.1.

3.2 Організація протоколу передачі даних

Асинхронний зв'язок – найпоширеніша форма передачі даних. При асинхронній передачі дані передаються послідовним потоком. Кожен символ – буква, число або знак, що розкладається в послідовність бітів. Кожна така послідовність відокремлюється від іншої стартовим і стоповим бітом.

Передавальний і приймаючий пристрої повинні погоджувати послідовність стартових і стопових бітів. Зв'язок цього типу не синхронізується, що передає комп'ютер, то і приймає одержувач без координації взаємодії пристроїв. Потім приймаючий комп'ютер перевіряє отримані дані на наявність помилок і приймає наступний блок інформації. 25% трафіка іде на передачу погоджувальної інформації.

Одним з найбільш перспективних технологій, що швидко розвиваються у галузі зв'язку в даний час є метод високошвидкісної передачі даних з використанням беззупинно наступаючих один за одним елементів фіксованої довжини, який має назву АТМ (Asynchronous Transfer Mode - асинхронний режим передачі). Технологія АТМ розвивається за шляхом використання міжнародних стандартів і дозволяє передавати по магістральній лінії зв'язку з високою швидкістю великі обсяги даних різного типу (мова в реальному масштабі часу, відеозображення, цифрові дані і т.і.). При цьому забезпечується можливість масштабування мережі зв'язку, нарощування її можливостей у міру зростання потреб користувачів в обсягах переданих даних і в переліку послуг.

Технологія АТМ є найбільш перспективним рішенням задачі передачі різномірної інформації у широкосмугових цифрових мережах з інтеграцією служб. Це - специфічний, подібний пакетному, метод передачі інформації, що використовує принцип асинхронного тимчасового мультиплексування.

Метод АТМ є орієнтованим на з'єднання: будь-якій передачі інформації передують організація віртуального з'єднання (комутованого або постійного) між відправником і одержувачем даних, що згодом спрощує процедури маршрутизації. Дані перед їх передаванням по каналах зв'язку поділяються на ділянки довжиною 48 байт. До них додається заголовок (5 байт). Утворюються елементи, що передаються з використанням віртуальних каналів, тобто логічних каналів, що мають ідентифікатор, які організуються між двома пристроями для встановлення зв'язку. В одному фізичному каналі зв'язку, як правило, передаються спільно елементи, що належать множині

різних віртуальних каналів. Елементи, що надходять від різних комплектів устаткування даних, поєднуються в каналі зв'язку, утворюючи груповий сигнал, і комутуються у вузлах мережі.

У порівнянні з комутацією пакетів, де пакети можуть мати різні розміри з різними відстанями між ними, елементи АТМ мають строго фіксовану довжину, кратну байту, і впливають один за одним без перерв. Це полегшує процедури обробки сигналу, що дозволяє підвищити швидкість передачі інформації і надає можливості широкосмугового зв'язку. На відміну від комутації каналів з тимчасовим ущільненням елементи надаються користувачам тільки на час передачі інформації. При відсутності необхідності передачі інформації користувач не займає ресурси мережі зв'язку, що підвищує ефективність їхнього використання. Звідси відбувається назва методу: термін "асинхронний" означає, що елементи, які належать одному з'єднанню, надходять у канал зв'язку нерегулярно, і тимчасові інтервали надаються джерелу повідомлень відповідно до його реальних потреб.

Невелика довжина елемента дозволяє легко перемижувати елементи, використовувані для різних додатків, таких як передача даних, мови і відеозображень. Висока швидкість дає можливість передавати інформацію в реальному масштабі часу.

Контрольні функції, такі як розпізнавання типу повідомлення, підтвердження факту одержання повідомлення приймаючим терміналом, виявлення помилок при передачі інформації, керування повторною передачею і т.і. з метою спрощення процедур обробки елементів проміжними вузлами зв'язку передані протоколам верхніх рівнів.

Загальна композиція протоколів включає фізичний рівень, рівень АТМ, рівень адаптації (AAL - ATM Adaptation Layer), що залежить від виду наданої послуги, і верхні рівні.

Фізичний рівень відповідає традиційному першому рівню еталонної моделі взаємодії відкритих систем і регламентує фізичне середовище

переносу інформації. Крім того він забезпечує функції ідентифікації границь елементів, виявлення і виправлення помилок у заголовках.

Рівень АТМ служить для мультиплексування/демультиплексування елементів, генерації заголовків елементів, виділення інформаційного поля і прозорий його перенос. Ніяка обробка інформаційного поля (наприклад, контроль наявності помилок) рівнем АТМ не виконується. Границя між рівнем АТМ і рівнем адаптації відповідає границі між функціями, що відносяться до заголовка, і функціями, що відносяться до інформаційного поля.

Рівень ААL підтримує функції протоколів верхніх рівнів, забезпечує адаптацію з ними функцій передачі рівня АТМ, а також з'єднання між АТМ і не - АТМ інтерфейсами. Прикладами функцій даного рівня є виявлення інформаційних блоків, що надходять з верхнього рівня, їхня сегментація на передавальному кінці і перетворення вихідного цифрового сигналу в елементи АТМ, відновлення вихідної інформації з елементів АТМ на прийомному кінці, напрямок інформаційних блоків до верхнього рівня, компенсація змінної величини затримки в мережі АТМ для звукових сигналів, обробка частково заповнених елементів, дії при втраті елементів і т.і. Будь-яка специфічна інформація рівня адаптації (наприклад, довжина поля даних, оцінки часу, порядковий номер), що повинна бути передана між взаємодіючими рівнями адаптації, міститься в інформаційному полі елемента АТМ.

Телекомунікаційна мережа, що використовує технологію АТМ, складається з набору комутаторів, зв'язаних між собою. Комутатори АТМ підтримують два види інтерфейсів: інтерфейс "користувач - мережа" (UNI - user-network interface) і інтерфейс "мережа - вузол мережі" (NNI - network-network interface). UNI з'єднує системи АТМ (робітники станції, маршрутизатори й ін.) з комутатором АТМ, тоді як NNI може бути визначений як інтерфейс, що з'єднує два комутатори АТМ.

Мережа АТМ - це набір комутаторів і кінцевих систем (хостів,

маршрутизаторів і т.і.) АТМ, зв'язаних між собою міжточечними каналами зв'язку (point-to-point links), або інтерфейсами UNI чи NNI. Перший тип інтерфейсу (UNI) використовується при з'єднанні кінцевих систем АТМ, другий (NNI) - при з'єднанні комутаторів АТМ.

Задачі комутатора АТМ по суті дуже прості: при відомому значенні ідентифікації віртуального каналу (ВК) чи ідентифікації віртуального шляху (ВШ) одержати деякий елемент по каналу зв'язку, знайти відповідне з'єднання в місцевій таблиці перетворення, щоб тим самим визначити вихідний порт (чи порти), а також нові ВК і ВШ для такого з'єднання на даному каналі зв'язку, після чого даний елемент разом з відповідними ідентифікаторами передається на вихідний канал зв'язку.

Кожній передачі даних передують налаштування місцевих таблиць перетворення, яке здійснюється ззовні. За способом налаштування таких таблиць розрізняють два основних типи АТМ-з'єднань.

Постійне віртуальне з'єднання (Permanent Virtual Connection, PVC). З'єднання PVC встановлюється за допомогою якого-небудь зовнішнього механізму, як правило, за допомогою адміністративного керування мережею. При цьому ряд комутаторів між джерелом і приймачем АТМ програмується визначеним значенням ідентифікації ВК та ідентифікації ВШ.

Віртуальне з'єднання, що комутується, (Switched Virtual Connection, SVC). З'єднання SVC встановлюється автоматично, за допомогою сигнального протоколу. З'єднання SVC не вимагає ручного втручання, необхідного для налаштування PVC, і, тому, воно одержало більш широке поширення. Протоколи високого рівня, що діють у мережах АТМ, як правило, використовують SVC.

Існують, у залежності від типу з'єднання (SVC чи PVC), два основних варіанти з'єднання АТМ.

Міжточкове з'єднання (point-to-point), при якому дві кінцеві АТМ-системи з'єднуються між собою. Таке з'єднання може бути односпрямованим або двохспрямованим.

Точково-багатоточкове з'єднання (point-to-multipoint), при якому одна передавальна кінцева АТМ-система (так званий "кореневий вузол") з'єднується з декількома приймаючими кінцевими системами (їх називають "кінцевими вузлами"). Тиражування елементів у мережі здійснюється за допомогою комутаторів АТМ, у яких з'єднання розходиться на кілька галузей. Таке з'єднання є односпрямованим і дозволяє передавати інформацію з кореня на кінцеві вузли, у той час як кінцеві вузли, у рамках того ж з'єднання, не можуть передавати інформацію кореневі чи один одному.

Необхідно відзначити, що серед перерахованих варіантів АТМ-з'єднань відсутні можливості ширококомовної (broadcasting) чи групової (багатоадресної) передачі (multicasting), характерні для багатьох мереж середнього рівня з загальним середовищем передачі даних, таких як Ethernet і Token Ring. У мережах АТМ аналогом групової (багатоадресної) передачі могло б стати "багатоточково-багатоточкове" з'єднання. Однак таке рішення не реалізоване через те, що в найбільш розповсюдженому 5 варіанті рівня ААL (ААL5), що застосовується для передачі даних у мережах АТМ, не передбачено ніяких засобів для чергування елементів з різних пакетів в одному з'єднанні. Це значить, що всі пакети ААL5, послані по визначеному з'єднанню й у визначеному напрямку, будуть прийняті послідовно, без чергування елементів з різних пакетів, оскільки в протилежному випадку приймач не зможе відновити отримані пакети.

Для рішення задачі групової (багатоадресної) передачі в АТМ можливі три способи, що описані далі.

Групова (багатоадресна) передача по віртуальному шляху. При такому механізмі, усі вузли групи багатоадресної передачі з'єднуються між собою по багатоточково-багатоточковому віртуальному шляху, причому кожному вузлу призначається своє власне, унікальне значення ідентифікації ВК, у рамках даного ВШ. Таким чином, пакети можуть бути розпізнані за унікальним значенням ідентифікації ВК джерела.

Сервер групової (багатоадресної) передачі. При такому механізмі усі вузли, що передають дані в групу багатоадресної передачі, установлюють міжточковий зв'язок із зовнішнім пристроєм, що називається сервером групової (багатоадресної) передачі. За допомогою точково-багатоточкового зв'язку такий сервер, у свою чергу, приєднаний до усіх вузлів, що приймають пакети групової (багатоадресної) передачі. Сервер одержує пакети по міжточковим з'єднанням, а потім передає їх через точково-багатоточкове з'єднання, але тільки після того, як переконається, що пакети організовані в послідовності (тобто наступний пакет пересилається тільки по закінченню пересилання попереднього). Таким чином, запобігається змішування елементів.

Оверлейні точково-багатоточкові з'єднання. При такому механізмі, кожен вузол групи багатоадресної передачі встановлює точково-багатоточкове з'єднання з усіма вузлами групи і, у свою чергу, стає кінцевим вузлом у рівнозначних з'єднаннях всіх інших вузлів. Отже, усі вузли можуть як передавати сигнали на всі інші вузли, так і приймати їх із всіх інших вузлів.

Діючі в мережах АТМ високорівневі протоколи реалізують групову (багатоадресну) передачу двома останніми способами.

Базова модель OSI не враховує концепції оверлейних мереж, де один мережний рівень накладається на інший, хоча пізніше поняття таких мереж було введено в модель OSI як доповнення.

Оверлейна модель АТМ являє собою надбудову і розширення інфраструктури загальноприйнятих на сьогоднішній день протоколів мережного рівня. Тому така модель забезпечує збалансованість встановлених у системі додатків і полегшує їх наступну переносимість.

АТМ стає мережним протоколом завдяки винятковій складності своїх систем адресації і маршрутизації, причому поза залежністю від того факту, що в АТМ діють інші протоколи мережного рівня.

Технологія АТМ має важливі переваги перед існуючими методами

передачі даних у локальних і глобальних мережах, що повинні обумовити її широке поширення в усьому світі . Одне з найважливіших достоїнств АТМ - забезпечення стабільної швидкості передачі інформації.

АТМ усуває розходження між локальними і глобальними мережами, перетворюючи їх у єдину інтегровану мережу. Сполучаючи в собі масштабованість і ефективність апаратної передачі інформації, що властиво телефонним мережам, метод АТМ забезпечує більш дешеве нарощування потужності мережі. Це – технічне рішення здатне задовольнити прийдешні потреби, тому багато користувачів вибирають АТМ часто більше заради її майбутньої, ніж сьогоднішньої значимості.

Стандарти АТМ уніфікують процедури доступу, комутації і передачі інформації різного типу (даних, мови, відеозображень і т.і.) в одній мережі зв'язку з можливістю роботи в реальному масштабі часу. На відміну від ранішніх технологій локальних і глобальних мереж, елементи АТМ можуть передаватися багатьма носіями: від мідного проводу і волоконно-оптичного кабелю до супутникових ліній зв'язку, при будь-яких швидкостях передачі. Технологія АТМ забезпечує можливість одночасного обслуговування споживачів, що пред'являють різні вимоги до пропускну здатності телекомунікаційної системи.

Однак, незважаючи на достоїнства АТМ, його повсюдне впровадження затримується з ряду причин. Для локальних мереж, що зв'язують персональні комп'ютери, поширення технології АТМ гальмується наявністю більш дешевих технологій (наприклад, Ethernet). Усе ще недостатня потреба у передачі інформації різного типу не прагне використовувати розширену смугу пропускання АТМ, ще не відіграє для них важливої ролі. Одним з основних перешкод для росту АТМ на всіх рівнях, а головне, на рівні персональних комп'ютерів - це відсутність адекватних стандартів. Багато хто з них не відповідають один одному, не сумісні зі своїми попередниками і є предметом суперечок різних організацій, що починають зусилля по стандартизації. До дійсного часу повний комплект єдиних готових стандартів

відсутній. До числа стримуючих факторів також варто віднести недостачу АТМ-продуктів на ринку програмного забезпечення і недолік досвіду роботи користувачів.

Зазначені достоїнства АТМ і причини, що затримують його повсюдне впровадження, визначають перспективи його подальшого використання в розвинутих закордонних державах як комерційними, так і військовими організаціями. З часом ростуть потреби користувачів в обсягах переданих даних, що робить технологію АТМ усе більш привабливою.

3.3 Моделювання процесу передачі інформації

Необхідно дослідити яким чином повітря, як середовище через яке поширюються радіохвилі, впливає на процес передачі закодованих цифрових сигналів (модуляція відсутня).

Моделювання цих процесів передавання даних зручно здійснювати в програмному пакеті Matlab (модуль Simulink). На рис. 3.3 подано графічну модель передавання закодованих цифрових сигналів за допомогою бездротового передавача та приймача сигналів (радіо модемні пристрої «MDS-4710C», «MDS-4790C»).

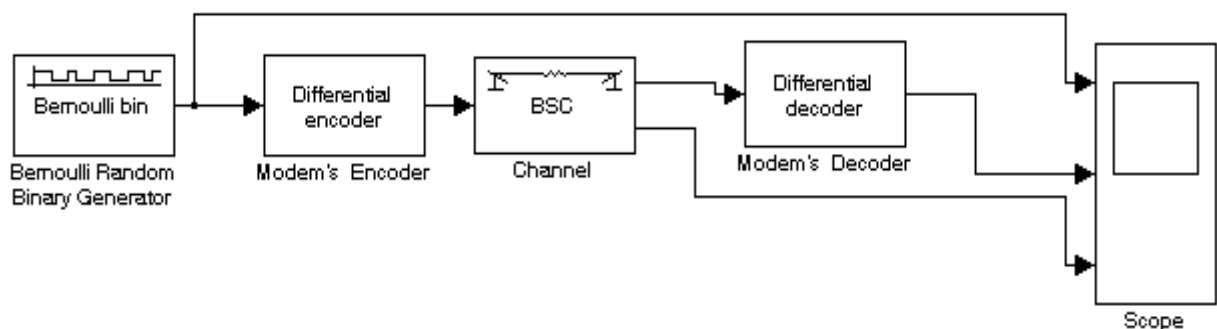


Рисунок 3.3 – Модель передавання закодованих цифрових сигналів

На рисунку зображено генератор випадкових чисел (зліва), який в реальності повинен бути корисним інформаційним джерелом і видавати послідовності двійкових сигналів які міститимуть корисну інформацію (передача файла, інформація про технологічні параметри об'єкта, звукова інформація, тощо). Наступний елемент (другий зліва) – це шифратор передавального радіомодему «MDS-4710C», який зашифрує війкову інформація для забезпечення заводо захищеності при її передачі. Середній елемент являє собою саме середовище передавання інформації, тобто повітря.

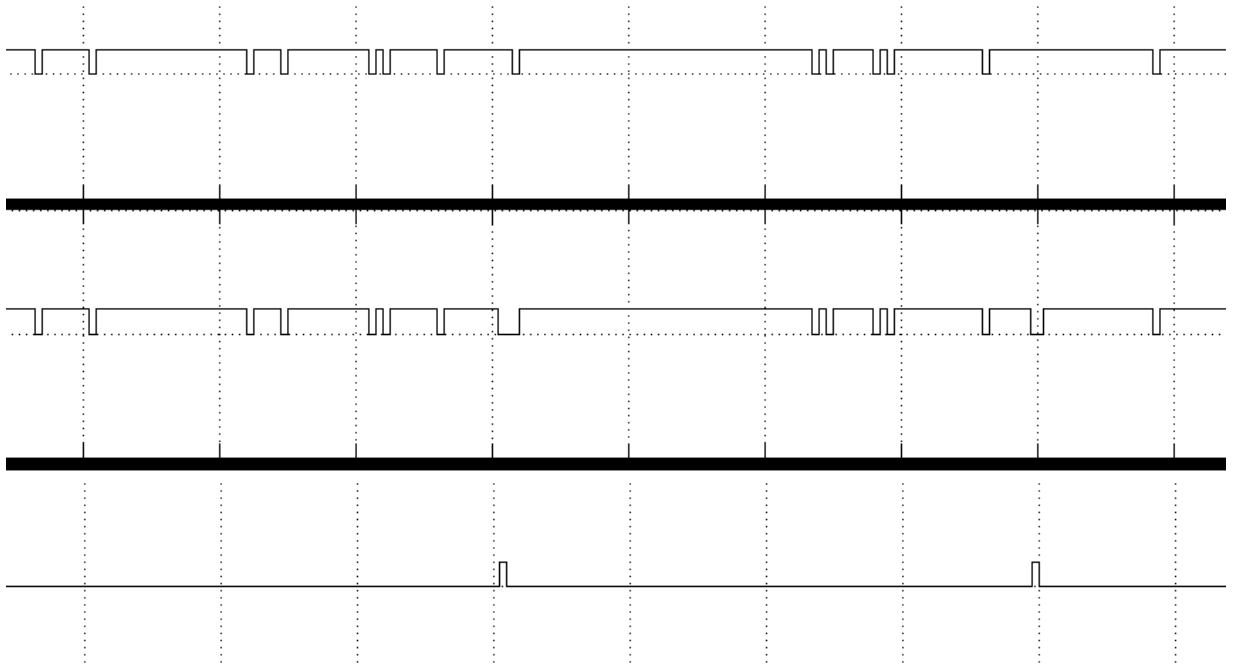


Рисунок 3.4 – Даграма приймання та передавання даних

Наступний елемент (другий справа) – це дешифратор приймального радіомодему «MDS-4790C», який призначений для розшифрування зашифрованого коду. І останній елемент (справа) – це осцилограф, що відображає вхідний і вихідний сигнали, а також показує помилки які виявлені при передачі інформації.

Результатом моделювання є графіки, що показують вхідний і вихідний сигнали та помилки які виявлені при передачі інформації (рис. 3.4).

Тепер розглянемо моделювання модульованих кодів. Для цього використаємо бібліотеку відповідних блоків які містяться в розділі `toolbox\comm\commsim\comedcon.mdl`. Відкривши цей розділ бачимо по два варіанти блоків кодера та декодера, що відповідають скалярному та векторному інтерфейсам. Ці блоки збігаються за своїми можливостями і відповідними утилітами командного режиму. На основі цих блоків, а також елементів інших розділів розроблена модель процесу передачі модульованої інформації безпроводного обладнання.

На рис. 3.5 зображена модель передачі модульованого двійкового сигналу через повітря засобами безпроводного обладнання (передавач - радіомодем «MDS-4710C», приймач - радіомодем «MDS-4790C»).

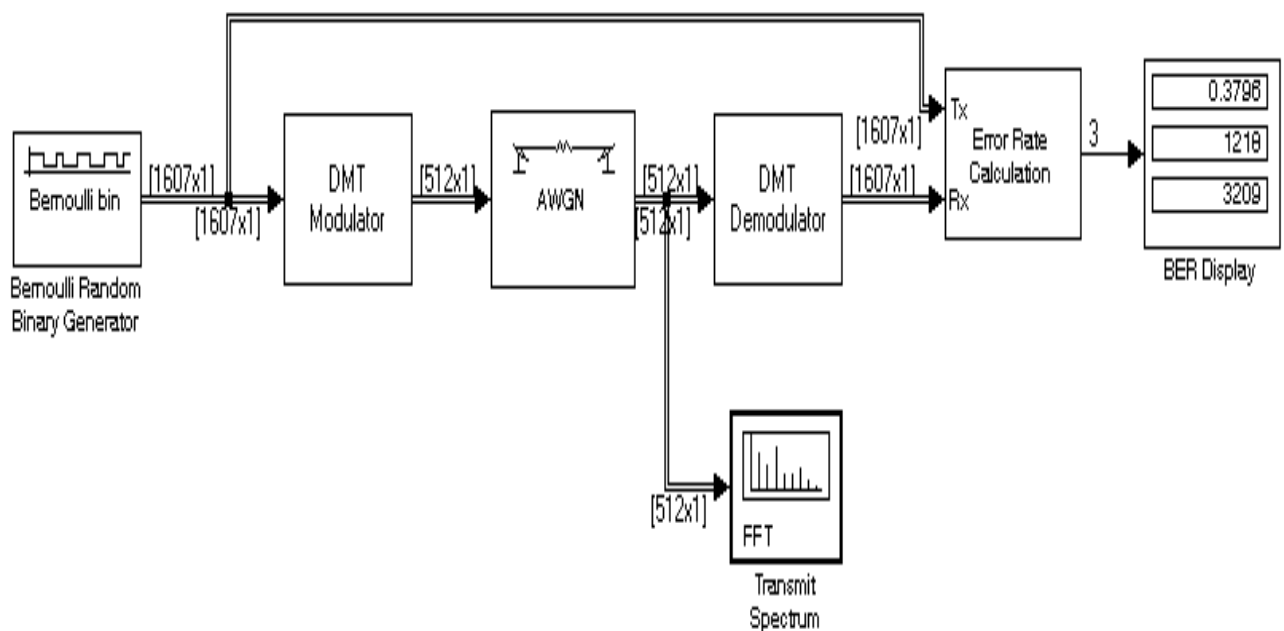


Рисунок 3.5 - Модель передачі модульованого двійкового сигналу

Дана модель складається з уже відомого джерела інформації у вигляді блоку генератора випадкових чисел Бернуллі (зліва), модулятора інформації, який модулює пакети по 16 біт (рис. 3.6), середовища передавання інформації (AWGN) в якому задається рівень завад, демодулятора інформації (рис. 3.7), блоку підрахунків помилок (Error Rate Calculation), який порівнює вхідну та вихідну бітові послідовності та оцінює середню бітову похибку. Запускають підрахунок помилок із деякою затримкою на перехідні процеси в системі. Результати оцінювання помилок відображає блок Display. При цьому виводяться три параметри:

- загальна кількість переданих бітів після запуску (найнижче віконце);
- кількість помилок при прийомі (середнє віконце);
- частота бітових помилок.

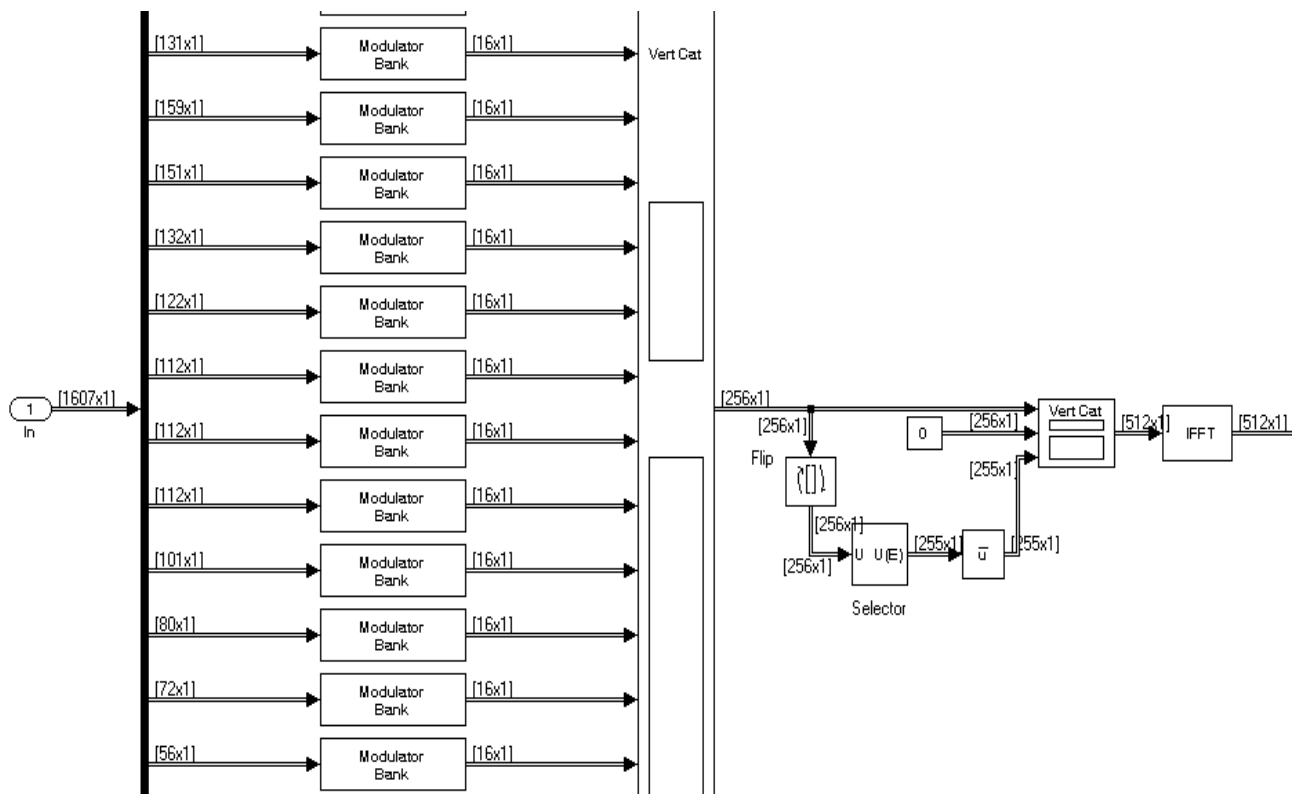


Рисунок 3.6 – Частина схеми модулятора двійкової інформації

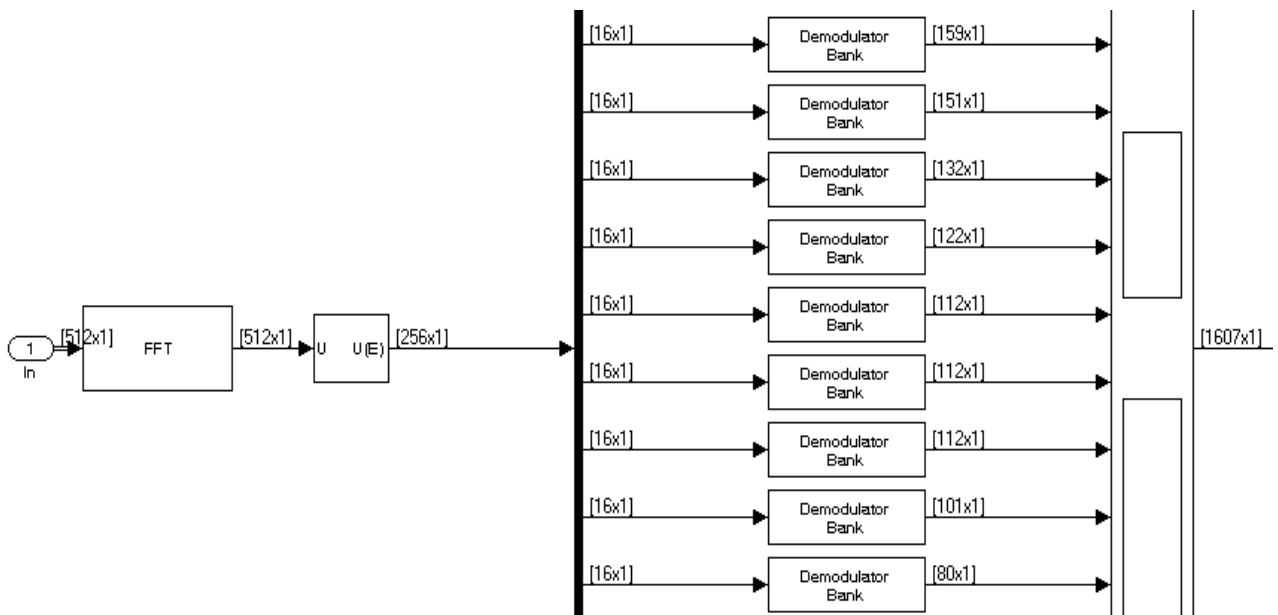


Рисунок 3.7 – Частина схеми демодулятора двійкової інформації

Модель також містить елемент відображення спектральної характеристики (амплітудно-частотна характеристика) передачі сигналу (FFT). За допомогою цього елемента відображається спектральна характеристика пропускання сигналу в реальному часі. На рис. 3.8 зображена спектральна характеристика модульованого сигналу.

Як видно з рис. 3.8 найкраща частота для передавання модульованого сигналу в нашому випадку приблизно рівна 850 МГц, що ідеально вписується в діапазон робочих частот пристроїв прийомо-передачі (радіомодем «MDS-4710C», радіомодем «MDS-4790C»), які лежать в межах від 800 МГц до 960 МГц.

Отже, обґрунтувавши всі характеристики передачі інформації прийнято рішення про впровадження радіомодемів «MDS-4710C» та «MDS-4790C», як базових для даного проекту, що підходять по всім характеристикам.

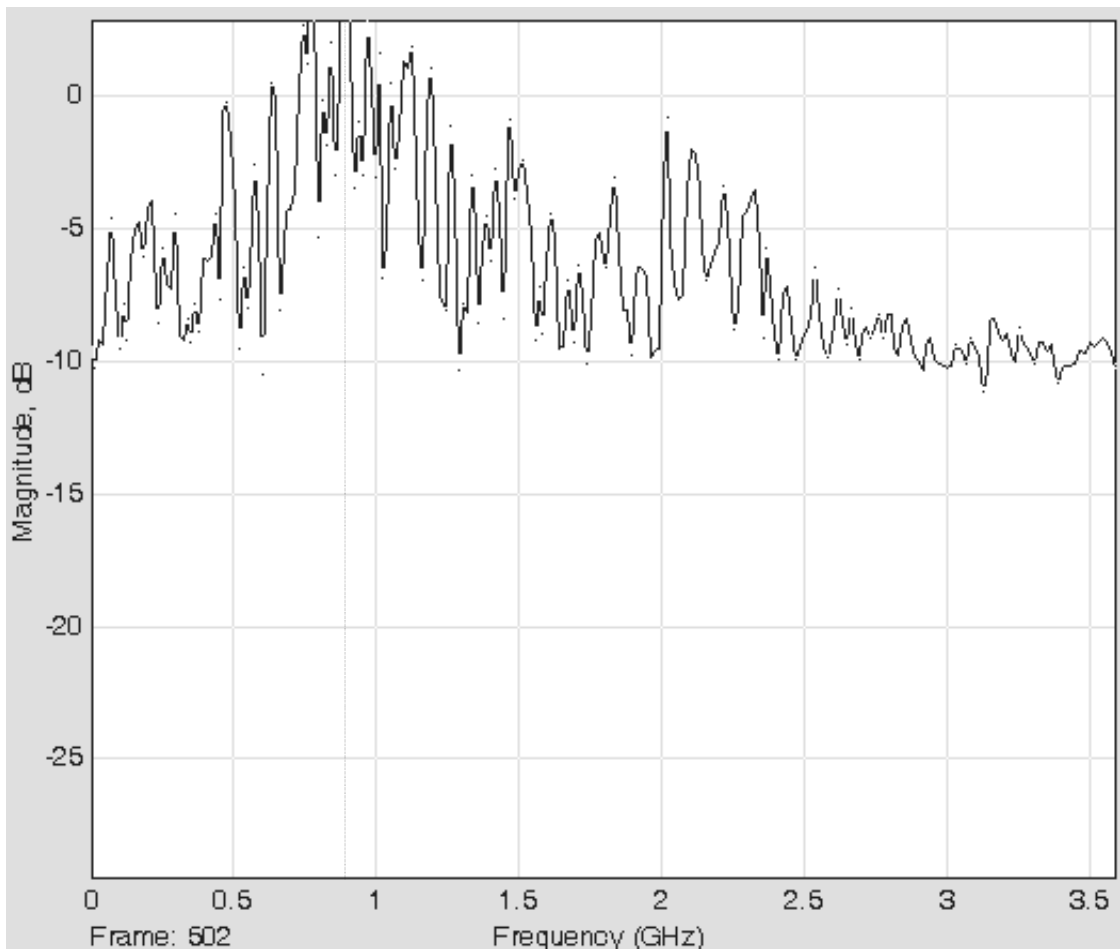


Рисунок 3.8 – Спектральна характеристика модульованого сигналу

3.4 Розрахунок основних показників каналу зв'язку

Розрахунок ширини спектру модульованого сигналу передачі інформації
 Сигнал імпульсно-кової модуляції подається на модулятор за допомогою якого здійснюється частотна маніпуляція.

Ширина спектра вихідного модульованого аналогового сигналу обмежена частотою F_v . Кожна вибірка може приймати одне з дозволених значень F_v , які називаються рівнями квантування. У свою чергу рівні квантування замінюються при кодуванні комбінацією з двійкових імпульсів. Отже, тривалість кожного імпульсу не може бути більше ніж :

$$\tau_i = \Delta t / n = \Delta t / \log_2 = \log_2 256 / 2 = 4.$$

Сигнал буде займати смугу частот ΔF , яка буде рівна:

$$\Delta F = 4 \cdot F_B \cdot \log 8 = 4 \cdot 100073 \cdot 8 = 3202,336 \text{ [кГц]}$$

Порівнюючи ΔF з F_B ми бачимо, що $\Delta F > F_B$ на величину $4 \log 8$, а тому що чим більше L , тим вища завадозахищеність. Тобто при передачі сигналів ми виграємо в завадозахищеності але програємо в смузі пропускання, точніше відбувається "обмін" потужності сигналу на смугу пропускання.

Визначення пропускної здатності каналу зв'язку [Розрахунки та оптимізація характеристик систем електрозв'язку : методичний посібник / відп. редактор В.Л. Банкет. –Одеса 1995, стр. 33]. Відомі початкові умови:

- дискретний канал є симетричним каналом без пам'яті ;
- число переданих кодових символів рівне числу рівнів квантування $m=L$;

- інтервал дискретизації $\Delta t = 1/F_B = 1/100073 = 9,9 \cdot 10^{-6} \text{ с}$

- імовірність помилки $p = 10^{-6}$.

Під пропускною здатністю дискретного каналу зв'язку розуміють максимальна кількість переданої інформації. Пропускна здатність дискретного каналу зв'язку визначається по наступній формулі:

$$C = \max V [H(B) - H(B/A)],$$

де $V = \frac{1}{\Delta t}$ - число символів, що надходять на вхід каналу в одиницю часу;

$H(B)$ - ентропія на виході дискретного каналу зв'язку;

$H(B/A)$ - умовна ентропія, що визначає інформацію, що утримується вихідними символами B при відомій послідовності вхідних символів A .

Число символів, що надходять на вхід дискретного каналу в одиницю часу рівне:

$$V = \frac{1}{\Delta t} = 100073$$

Ентропія $H(B)$ буде максимальна, якщо всі символи рівно ймовірні, тобто

$$\max H(B) = \log m;$$

$$\max H(B) = \log 256 = 8 \text{ біт/відлік.}$$

Величина $H(B/A)$ обумовлена перешкодами, тому надалі будемо називати $H(B/A)$ ентропією шуму. Вона визначається наступною формулою:

$$H(B/A) = -\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m P(a_i) \cdot P(b_j/a_i) \cdot \log P(b_j/a_i)$$

Ймовірність помилки P - це ймовірність того, що при передачі фіксованого символу a_i буде прийнятий будь-який символ, крім b_i . Усього може відбутися $(m-1)$ помилкових переходів, при фіксації символу a_i на передачі. Оскільки канал симетричний, то ймовірність прийому фіксованого символу b_i при передачі символу a_i буде дорівнює 10^{-6} , як і задано в умові.

Для двійкового симетричного каналу без пам'яті вираз для пропускної здатності прийме вигляд:

$$C = V[1 + p \cdot \log p + (1-p) \cdot \log(1-p)]$$

Обчисливши, отримаємо:

$$C = 100073[1 + 10^{-6} \log 10^{-6} + (1-10^{-6}) \log(1-10^{-6})] = 100,055 \text{ [кбіт/с].}$$

Обчислення продуктивності каналу зв'язку.

Продуктивність каналу зв'язку $R_u = H_\epsilon(B)$, яку називають епселон-продуктивністю, обчислюють за умови, що відліки беруться через інтервал Котельникова, по формулі:

$$H_\epsilon(B) = 2 * F_c * H_\epsilon(B),$$

де F_c - максимальна частота спектра первинного сигналу F_{\max} ,

$$F_c = F_{\max} = 3202.336 \text{ кГц.}$$

$$H_\epsilon(B) = 2 * 3202,336 * 8 = 51237,4 \text{ біт/с}$$

$$R_\epsilon = H_\epsilon(B) = 51237,4 \text{ біт/с.}$$

Отримавши продуктивність каналу зв'язку меншу ніж пропускна здатність каналу зв'язку, можемо судити про надлишковість інформації при передачі даних.

Під надлишковістю розуміють щось лишнє. Надлишковими в каналі

вважаються ті повідомлення, які переносять малу, а іноді і нульову кількість інформації. Час на їхню передачу затрачається, а інформації передається мало.

Присутність надлишковості означає, що частину повідомлень можна і не передавати по каналу зв'язку, а відловити на передачі по відомим статистичним зв'язкам.

4 Науково-дослідна частина

4.1 Розрахунок завадостійкості системи зв'язку з кодуванням

Для підвищення завадостійкості системи зв'язку використовуємо коректуючі коди, які дозволяють зменшити необхідне відношення сигнал-шум на вході демодулятора для заданої ймовірності помилки прийнятих сигналів.

Величина, що показує в скільки разів (на скільки децибел) зменшується необхідне відношення сигнал-шум на вході демодулятора завдяки використанню кодування, називається енергетичним виграшем кодування (ЕВК).

В системі зв'язку безпроводна апаратура використовує циклічні коди. За параметрами вони близькі до досконалих кодів. У цих кодів основні параметри пов'язані співвідношеннями :

$$k = n - m \cdot q_{\hat{a}} \quad , \quad (4.1)$$

де k - число інформаційних символів, а m - найменше ціле, за якого задовольняється співвідношення

$$m \geq \log_2(n + 1) \quad , \quad (4.2)$$

В безпроводній апаратурі використовується коректуючий код з довжиною $n=108$ та кратністю помилок що виправляються $q_{\hat{a}} = 4$. Знаючи ці параметри розрахуємо k та n :

$$m \geq \log_2(108 + 1) \quad ,$$

$$m \geq \log_2(109) \quad ,$$

$$m \geq 6.77 \quad ,$$

$$m = 7 \quad ,$$

$$k = 108 - 7 * 4 = 80 \quad .$$

Якщо в каналі зв'язку без кодування для забезпечення заданої

ймовірності помилки необхідне відношення сигнал-шум $h_{\delta_1}^2$, а в каналі зв'язку з кодуванням - $h_{\delta_2}^2$, то енергетичний вигравш кодування буде визначатися:

$$\Delta = \frac{h_{\delta_1}^2}{h_{\delta_2}^2} \quad \text{або} \quad \Delta[\text{дБ}] = h_{\delta_1}^2[\text{дБ}] - h_{\delta_2}^2[\text{дБ}]. \quad (4.3)$$

Піддекодування з виправленням помилок ймовірності помилкового декодування кодових комбінацій $P_{n.о.}$ визначається за умови, що число помилок у кодовій комбінації на вході декодера q перевищує кратність помилок, що виправляються q_e :

$$P_{n.о.} = \sum_{q=q_e+1}^n p(q), \quad (4.4)$$

де $p(q) = C_n^q \cdot p^q \cdot (1-p)^{n-q}$ - ймовірність помилки кратності q ; (4.5)

$$C_n^q = \frac{n!}{q!(n-q)!} \quad \text{число сполучень із } n \text{ по } q, \quad (4.6)$$

p - ймовірність помилки двійкового символу на вході декодера.

Для переходу від ймовірності $P_{n.о.}$ до ймовірності двійкового символу на виході декодера (P_o) достатньо врахувати принцип виправлення помилок декодером – декодер заборонену кодову комбінацію замінює найближчою дозволеною. Тому, якщо число помилок у комбінації $q > q_{\hat{a}}$, але $q \leq d_{\min}$, то в результаті декодування комбінація буде містити d_{\min} помилок (d_{\min} - кодова віддаль). Оскільки помилки більш високої кратності менш імовірні, то остаточно можна вважати, що в помилково декодованій комбінації є d_{\min} помилкових символів. У коректуючих кодів кодова віддаль $d_{\min} \geq 2 \cdot q_{\hat{a}} + 1$. Знайдемо її для даного випадку:

$$d_{\min} \geq 2 \cdot 4 + 1;$$

$$d_{\min} \geq 9;$$

$$d_{\min} = 10.$$

Оскільки при помилковому декодуванні кодової комбінації $2 \cdot d_{\dot{a}} + 1$ символів із n помилкові, то перехід від $P_{n.d.}$ до P_{δ} виконується за формулою:

$$P_{\dot{a}} \approx P_{i.\dot{a}} \cdot \frac{(2 \cdot q_{\dot{a}} + 1)}{i}, \quad (4.7)$$

Розрахувавши ймовірність помилки заносимо результати в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1 – Ймовірність помилки при передачі

$h^2, \text{дБ}$	Без коду P_{δ}	З кодом P_{δ}
2	0,0389	0,0139
3	0,0235	0,0056
4	0,0127	0,000825
5	0,0059	0,000033
6	0,0024	0,00000572
7	0,00076	0,000000002
8	0,00019	0,00000000002277
9	0,000034	-
10	0,0000039	-

Тоді $h_{\delta_2}^2 \approx 5.6 \text{ дБ} \approx 3.63 \text{ дБ}$ та $\Delta = h_{\delta_1}^2 - h_{\delta_2}^2 = 9.2 - 5.6 = 3.6 \text{ дБ} \approx 2.29 \text{ дБ}$

Тривалість імпульсу з кодуванням буде визначатися:

$$T_c = T_{\delta} \cdot k/n,$$

тоді підставимо значення

$$T_c = 20.825 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{80}{108} \approx 15.425 \cdot 10^{-6} \text{ с.}$$

Відношення сигнал-шум (завадостійкість) системи буде рівна:

$$\left(\frac{P_s}{N_0} \right) = \frac{h_{\delta_2}^2}{T_c} = \frac{3.63}{15.425 \cdot 10^{-6}} \approx 235332.2528 \text{ с}^{-1}.$$

Отже, безпроводні пристрої передачі інформації мають хорошу завадостійкість по кодуванню (шифруванню) передаючої інформації.

4.2 Надійність протоколу передачі даних

Надійність передачі даних в АТМ мережах багато в чому залежить від методів і правил передачі даних, а в основному від протоколу передачі даних.

Завадозахищеність – це показник надійності роботи безпроводних засобів в умовах впливу на них перешкод будь-якого роду.

Безумовний інтерес представляє інформація про фактичні характеристики завадозахищеності застосовуваного протоколу. Для виявлення цих властивостей варто було б застосовувати відповідні імітатори, здатні інструментально відтворювати характеристики безпроводних ліній, імітувати відводи і перешкоди від різних джерел. Такі прилади, на жаль, досить дорогі і, ймовірно, з цієї причини не відомі випадки їхнього застосування в країнах СНД. Тому потрібно експериментальним способом визначати вплив перешкод на безпроводний зв'язок абонентських станцій, визначаючи ступінь затухання сигналів відносно діючих перешкод, або відношенням кількості правильно прийнятих бітів інформації на приймачі до всієї кількості відправлених бітів на передавачі з врахуванням коефіцієнту

завад.

$$\text{Завадозахищеність} = \frac{n}{N} \cdot K_z \cdot 100\% , \quad (4.8)$$

де N – вся кількості відправлених бітів передавача;

n – кількість вірно прийнятих бітів інформації на приймачі;

K_z – коефіцієнту завад ($0 < K_z < 1$).

Керування трафіком також є ключовим компонентом стабільної роботи АТМ-мереж. В загальному випадку є два типи керування: превентивний та адаптивний.

Превентивний контроль базується на дотриманні трафік-контракту. Джерело трафіка повинно відповідати заздалегідь визначеним рамкам якості обслуговування за допомогою, наприклад, широковідомих механізмів контролю Leaky Bucket та Virtual Scheduling. Превентивний контроль застосовується в основному для CBR (сервіс класу А) та VBR (сервіс класу В), в яких характеристики трафіку відомі або піддаються прогнозуванню.

Адаптивний контроль заснований на використанні вільної смуги пропуску. Звичайно він реалізується для ABR (сервіс класу С) та UBR (сервіс класу D), які не мають жорстких вимог до якості обслуговування. Адаптивний контроль здійснюється за допомогою зворотнього зв'язку між джерелом та комутатором АТМ, який може бути явним (для передачі інформації про перевантаження використовуються спеціальні пакети, як в ABR) або прихованим (поведінка джерела трафіка змінюється у відповідності до змін поведінки мережі).

Алгоритм Red в мережах АТМ використовує прихований зворотній зв'язок для повідомлення про перевантаження шляхом вибіркового знищення пакетів користувача. Замість того, щоб чекати перевантаження і переповнення буферу, наслідком чого стане знищення всіх даних, що надходять, Red знищує частину пакетів. Їх кількість і частота знищення визначаються параметром, що має назву ймовірність знищення. Цей параметр розраховується кожен раз у відповідності до поточного стану

ресурсів АТМ-комутатора, тобто фактично визначається довжиною черги на обслуговування трафіка в АТМ-мережі.

Середня довжина черги (QueueLength) визначається так:

$$\text{QueueLength} = \left(1 - \frac{1}{2 \cdot n}\right) \cdot \text{PreviousQueueLength} + \text{CurrentQueueLength} \cdot \frac{1}{2 \cdot n},$$

(4.9)

де PreviousQueueLength – довжина черги на попередньому підрахунку;

CurrentQueueLength – поточна довжина черги;

n – ваговий коефіцієнт ($n \geq 1$), який визначає адміністратор мережі з наступних міркувань. Якщо n має мале значення, середня довжина черги QueueLength фактично визначається поточною довжиною черги CurrentQueueLength. Тоді алгоритм Red чітко і швидко реагує на будь-які зміни поточної довжини черги, що дозволяє АТМ-комутатору практично миттєво позбавитись від зайвих пакетів при найменшій загрозі перевантаження. Проте при дуже малих значеннях n протокол почне необґрунтовано скидувати пакети навіть при невеликих часових збільшеннях черг, які не є небезпечними і можуть бути оброблені без втрат.

Якщо коефіцієнт n має велике значення, середня довжина черги QueueLength стає функцією від попередньої довжини черги PreviousQueueLength. Алгоритм Red досить повільно реагує на зміни довжини черги, що дозволяє АТМ-комутаторам неначе згладжувати “піки” та “провалля” трафіка без знищення пакетів. Але при дуже великих значеннях n протокол може стати настільки повільним, що буде продовжувати знищення пакетів, навіть коли довжина черги стане менше за мінімальний поріг спрацювання цього алгоритму.

Роботу алгоритму Red можна описати так.

Якщо середня довжина черги QueueLength менше або дорівнює мінімально допустимому значенню порога спрацювання MinThreshold алгоритму Red ($\text{QueueLength} < \text{MinThreshold}$), то пакет, що надходить, буде обслуговуватися АТМ-комутатором. Якщо середня довжина черги

QueueLength знаходиться в межах деякого діапазону ($\text{MinThreshold} < \text{QueueLength} < \text{MaxThreshold}$), то Red почне знищувати деяку частину пакетів. Доля пакетів, що будуть знищуватись, визначається значенням ймовірності знищення, яке розраховується у відповідності з станом ресурсів комутатора. Перерахування ймовірності знищення та сам процес знищення пакетів буде відбуватися до тих пір, поки значення середньої довжини черги QueueLength не буде нижчим за мінімальний поріг MinThreshold.

Ймовірність знищення пакетів (ймовірність виявлення помилки) підраховується так:

$$P_a = \frac{P_b}{(1 - \text{Count} \cdot P_b)} \quad (4.10)$$

$$P_b = P_{\text{max}} \cdot \frac{\text{QueueLength} - \text{MinThreshold}}{(\text{MaxThreshold} - \text{MinThreshold})} \cdot \frac{\text{PacketSize}}{\text{MaxPacketSize}} \quad (4.11)$$

де P_{max} – максимальна ймовірність знищення пакетів;

Count – кількість пакетів, що є в черзі на момент останнього знищення;

PacketSize – довжина пакету протоколу, інкапсульованого в ATM;

MaxPacketSize – максимальна довжина пакету, інкапсульованого в ATM.

Якщо середня довжина черги QueueLength більше або рівна максимально допустимому значенню MaxThreshold ($\text{QueueLength} \geq \text{MaxThreshold}$), то пакет, що надійшов на вхід комутатора обов'язково буде знищений.

Як видно з формул, ймовірність знищення пакетів залежить від довжини інкапсульованих пакетів. Відповідно, великі пакети (наприклад, при перекачуванні файлів по FTP) будуть знищуватись частіше, ніж маленькі (наприклад, ті, що передаються по Telnet).

В мережах ATM використовуються дві модифікації алгоритму Red: C-Red (Cell Red) працює з кожним пакетом, P-Red (Packet Red) – з групою пакетів, що утворюють AAL5 PDU.

Алгоритм C-Red враховує кожний окремий пакет i , таким чином, має повну картину стану мережі в кожний поточний момент. Недолік даного алгоритму – складність його реалізації при роботі на великих швидкостях. У високошвидкісних мережах АТМ процедура перерахування середньої довжини черги QueueLength при появі кожного нового пакету може стати достатньо складною і дорогою, тому в них звичайно використовується P-Red.

Алгоритм P-Red працює з групою пакетів, які утворюють один пакет, інкапсульований в АТМ (наприклад, IP-пакет). Перерахування середньої довжини черги здійснюється для всіх пакетів лише один раз – в момент надходження першого пакету. P-Red не є таким гнучким, як C-Red, проте він може бути реалізований на найшвидших каналах.

Серед недоліків алгоритму Red при роботі в мережі АТМ слід відзначити такий. Red відкидає лише один або декілька пакетів з тих, які утворюють вихідний пакет. Передача по мережі інших пакетів (неповного пакету) продовжується, вони будуть знищені лише в приймачі на рівні адаптації AAL5. Цю проблему дозволяє вирішити алгоритм Partial Packet Discard PPD, який забезпечує видалення неповних пакетів.

В алгоритмі Red ймовірність знищення пакету є функцією від його довжини. Розміри пакетів, що передаються, визначаються динамічно в процесі передачі через АТМ-комутатор. В AAL5 границі пакетів визначаються полями PTI в заголовку пакету, що відмічає останній пакет основного пакету. Оскільки визначити розмір ще не прийнятого пакету не можна, то його вважають рівним розміру останнього пакету, що був прийнятий по даному віртуальному каналу. Таким чином, можна використовувати залежність знищення пакету від кількості пакетів, що утворюють вихідний пакет AAL5 PDU, тобто від розміру пакету (що не має місце в алгоритмі EPD).

У випадку широкого діапазону коливання навантаження алгоритм Red може не відреагувати на переповнення буферу, тому він звичайно застосовується з алгоритмом EPD. Алгоритм EPD здійснює не вибіркоче

знищення одного пакету, а відкидає цілий пакет, що дозволяє різко знизити навантаження на АТМ-комутатор.

При появі першого пакету АТМ-комутатор аналізує (використовуючи поле РТІ заголовку), чи є він першим пакетом основного пакету AAL5 PDU. Якщо пакет є початком основного пакету, АТМ-комутатор перераховує середню довжину черги QueueLength (перерахування здійснюється лише для першого пакету основного пакету). Якщо довжина черги менше або дорівнює порогу спрацювання алгоритму Red ($\text{QueueLength} \leq \text{MinThreshold}$), то цей і всі наступні пакети, що належать цьому пакету, будуть по мірі надходження обслуговуватися АТМ-комутатором. Якщо середня довжина черги QueueLength знаходиться в межах $\text{MinThreshold} < \text{QueueLength} < \text{MaxThreshold}$, то підраховується ймовірність знищення пакету, система переходить до стану знищення пакетів з частотою, визначеною ймовірністю знищення.

Може виникнути слушне питання: навіщо використовувати алгоритм Red, який підраховує ймовірність знищення пакетів в основному пакеті, коли алгоритм PPD, що починає працювати слідом, знищує всі залишки пакету, не зважаючи на будь-які зміни ймовірності знищення. Основним плюсом алгоритму Red є можливість підрахування для кожного віртуального з'єднання ймовірності знищення пакетів в залежності від розміру пакету (AAL5), що передається по даному віртуальному з'єднанню. Чим більші пакети, тим вища ймовірність їх знищення. Це дозволяє справедливо розподілити смугу пропуску між потоками даних різних користувачів, що не можна зробити, використовуючи алгоритми EPD/PPD самостійно.

Нарешті, якщо довжина черги перевищує допустиме значення MaxThreshold ($\text{QueueLength} > \text{MaxThreshold}$), то в роботу відразу включається алгоритм EPD, який дозволяє швидко і ефективно зняти перевантаження шляхом одночасного знищення великої кількості пакетів.

Ефективне використання пропускну здатності існуючої мережі АТМ є одним з основних питань. В зв'язку з цим існує великий інтерес до різних методів підвищення пропускну здатності. Алгоритм Red рекомендований до

застосування в Internet; на сьогодні він став практично стандартною функцією маршрутизаторів TCP/IP і комутаторів ATM.

5 Спеціальна частина. Використання засобів САПР

Використання пакету КОМПАС-ГРАФІК

Система КОМПАС-ГРАФІК призначена для автоматизації проектно-конструкторських робіт у різних галузях діяльності. Вона може успішно використовуватися в машинобудуванні і приладобудуванні, архітектурі і будівництві, складанні планів і схем - скрізь, де необхідно розробляти і випускати креслярську і текстово-графічну документацію.

КОМПАС-ГРАФІК розроблений спеціально для операційного середовища MS Windows і повною мірою використовує всі її можливості і переваги для надання користувачеві максимальної ефективності і зручності в роботі.

Загальна характеристика

1. Панель селекування переведена в розряд звичайних панелей (включається по натисканню відповідної кнопки на Панелі переключення).
2. Реалізовано режим запуску допомоги на діалозі по натисканню F1.
3. У діалозі настроювання визначеного тексту (Настроювання системи - Текстовий редактор - Визначений текст) з'явилася можливість вибрати шрифт, яким текст буде відображатися в діалозі вибору визначеного тексту.
4. З'явилася можливість настроювання відображення імені документа в заголовку вікна - Повне ім'я (зі шляхом) або Скорочене ім'я (без шляху).

Якщо ім'я документа має стандартне розширення КОМПАС-ГРАФІК, то при скороченні імені розширення не показується. Зазначене настроювання знаходиться в розділі Екран - Ім'я в заголовку вікна діалогу настроювання системи.

5. Вставка фрагмента підкоряється команді Операції - Зруйнувати із системного меню.

6. У режимі Без команди при натисканні правої кнопки миші на селекторній вставці фрагмента видається контекстне меню, що містить крім звичайних ще і команди Редагувати джерело і Зруйнувати.

7. З'явився новий об'єкт - Позначення центра. Його можна поставити на окружність, дугу окружності, еліпс, дугу еліпса, прямокутник і багатокутник, а також окремо від яких-небудь об'єктів. Позначення центра має три форми: дві осі, одна вісь і умовна позначка («хрестик»).

Можливі два способи простановки позначення центра:

а) включити кнопку З осями при введенні/редагуванні кривих (у тих командах, де ця кнопка є);

б) викликати нову команду Позначення центра на Інструментальній панелі розмірів і технологічних позначень. Якщо під час запиту кривій активізувати параметр-центр або кут (або ввести в них значення), то відбудеться перехід у режим проставлення позначення центра без базової кривої.

Параметричні можливості

1. Додалася можливість параметризації операції дзеркальної симетрії. Вона набувається в тому ж діалозі, що й інші можливості параметричного режиму (торкання, паралельність, перпендикулярність, прив'язки). Параметризація виробляється тільки в тому випадку, якщо вісь симетрії задана шляхом явної вказівки відрізка (але не прямій і не двох крапок, через які проходить вісь). При видаленні відрізка, що був віссю симетрії, параметричний зв'язок зникає.

2. На Інструментальній панелі параметризації з'явилася команда

Симетрія крапок, за допомогою якої можна встановити симетрію характерних крапок об'єктів щодо відрізка.

3. Вилучено рядок Параметризація з меню Операції. Команди, список яких вона викликала, розподілилися в такий спосіб.

Керування рішеннями. Діалог настроювання параметричного режиму в поточному документі, що викликала ця команда, тепер знаходиться в настроюваннях параметрів поточного документа (Параметризація).

Параметризувати об'єкти. Цю команду викликаються кнопкою на інструментальній панелі параметризації.

4. З'явилася можливість настроювання параметричного режиму для знову створюваних документів (Настроювання нових документів - Графічний документ - Параметризація).

5. Змінився зовнішній вигляд діалогу настроювання параметричного режиму. У ньому замість окремих опцій зроблено два списки - які об'єкти робити є асоційованими, а які побудови автоматично параметризувати.

6. Позначення центра може бути асоціативним. При зміні параметрів базової кривої відбувається автоматичне перебудування асоціативних осей таким чином, щоб вони проходили через центр кривої і виступали за базову криву на 2 мм. Включити асоціативність осей, що проставляються, можна в тому ж діалозі, де набудовується простановка інших асоціативних об'єктів (розмірів, позначень шорсткості і баз і т.д.)

7. З'явилася можливість привласнити асоціативному розміру ім'я змінної. Ім'я вводиться в діалозі зміни значення розміру.

8. З'явилася можливість задати аналітичні залежності (рівняння і нерівності) між змінними документа. Для виклику діалогу роботи з рівняннями і нерівностями служить кнопка Рівняння і нерівності на інструментальній панелі параметризації. Синтаксис припустимих виражень описаний у Допомозі до діалогу роботи з рівняннями і нерівностями.

9. Можна переглянути імена і значення існуючих у поточному документі змінних, ввести коментар до кожної з них. Для виклику діалогу перегляду служить кнопка **Перемінні** на Інструментальній панелі параметризації.

10. З'явилася можливість вставки параметричного фрагмента в інший документ КОМПАС-ГРАФІК. Якщо у фрагменті є перемінні (зв'язані з розмірами або виниклі в результаті введення рівнянь і нерівностей), будь-які з них можна зробити зовнішніми. Тоді при вставці цього фрагмента в інший документ КОМПАС-ГРАФІК буде виданий діалог, у якому можна змінити значення зовнішніх перемінних. Об'єкти вставленого фрагмента переходять відповідно до нових значень зовнішніх перемінних. Якщо фрагмент вставлений посиланням, то зберігається можливість надалі по подвійному клацанні на ньому знову викликати діалог редагування значень зовнішніх змінних. Таким чином, зовнішні змінні є механізмом керування параметрами вставленого фрагмента без редагування його "зсередини".

11. У командах Інструментальної панелі параметризації з'явилися кнопки **Запам'ятати стан** і **Вказати заново**. Порядок їхнього застосування - такий же, як в інших командах.

Специфікація

1. З'явився новий тип документа КОМПАС-ГРАФІК - специфікація (розширення файлу - *.spw).

2. Оформлення двох типів специфікацій, що поставляються в складі системи - простого і групового і правила їхнього заповнення (склад бланка, нумерація позицій і сортування рядків, назви розділів і т.д.) відповідають ДСТ 2.108-68 і ДСТ 2.113-75.

3. Можливе створення користувальницького типу специфікації. Така специфікація є довільною таблицею з заголовками, що задаються

користувачем, колонок, назвами розділів, правилами заповнення і сортування записів. Принципи формування і призначення такої таблиці аналогічні принципам формування і призначенню стандартної специфікації. Її зручно використовувати для створення відповідним галузевим або відомчим стандартам специфікацій, а також різних переліків і відомостей.

4. Передбачено режим ручного і напівавтоматичного заповнення специфікації. У ручному режимі усі граfi специфікації заповнюються з клавіатури. У напівавтоматичному режимі ряд граф заповнюється завдяки вказівці джерела даних (наприклад, користувач може вказати, що в стовпчик Позначення вводиться текст із граfi Позначення штампа креслення відповідної деталі.).

5. Специфікація може створюватися незалежно від складального креслення (наприклад, паралельно кресленню зборки).

Прив'язки

1. Реалізовано команду Заборонити/дозволити дію глобальних прив'язок. Кнопка-перемикач для її швидкого виклику розміщується в Рядку поточного стану. Акселератор - <Ctrl> + d.

2. Замість прив'язки Ортогональність введена Кутова прив'язка з можливістю настроювання кроку від 0,1 до 180 градусів. При включеному в діалозі настроюванні глобальних прив'язок динамічному відображенні тексту поруч з курсором у момент спрацьовування кутової прив'язки з'являється числове значення величини кута.

3. У зв'язку з зазначеними в пп. 1 і 2 удосконаленнями змінився зовнішній вигляд діалогу настроювання глобальних прив'язок, викликаного кнопкою Прив'язки в Рядку поточного стану. У ньому з'явилася опція, що дублює кнопку-перемикач у Рядку поточного стану, і поле редагування кроку кутової прив'язки.

4. Змінено роботу клавіатурних сполучень <Ctrl> + стрілки (у тому числі на цифровій клавіатурі). Тепер вони позиціонують курсор не на найближчу криву, а на першу криву, що зустрілася в заданому напрямку, (у межах видимості на екрані). При цьому не враховуються об'єкти оформлення.

5. Додано обробку клавіш <Ctrl>+<1>, <Ctrl>+<7>, <Ctrl>+<9>, <Ctrl>+<3> цифрові клавіатури (NumLock включена). Тепер ці комбінації викликають прив'язку в локальній СК по кутах, рівних 45гр.

6. Прив'язка Найближча крапка враховує кутові крапки таблиці основного напису.

7. Прив'язка Середина враховує середини сторін внутрішньої рамки.

Друк і перегляд документів

1. У діалозі настроювання системи з'явився розділ Графічний редактор - Фільтри висновку на друк, у якому можна включити фільтри відображення (вибрати типи об'єктів і стилі ліній, що потрібно виводити на друк і показувати в режимі попереднього перегляду КОМПАС-ГРАФІК). Цей же діалог виводиться на екран по команді Фільтри висновку на друк в режимі попереднього перегляду.

2. При висновку на векторний пристрій документів, що містять True Type шрифти, видається повідомлення про те, у яких саме типах об'єктів утримуються ці шрифти.

3. З'явилася можливість виводити документи на печатку з КОМПАС Viewer.

4. КОМПАС Viewer тепер має власний діалог настроювання. У ньому можна керувати фільтрами висновку на друк, системними лініями і системними символами. Ці настроювання записуються у власний файл конфігурації k5view.cfg.

END - кінець розділу

' - із символу ' починається коментар

Порядок формування імені в рядку меню:

"name_1|name_2" де name_1: рядок, що з'явиться в меню.

Може містити & - символ, що впливає за ним підкреслюється і буде працювати як акселератор \t - частина рядка, що впливає за ним, буде розташовуватися в правій частині меню

name_2: рядок, що буде вставлений в текст

Може містити @num - замість нього в текст буде вставлений спецсимвол номера num (див. Graphic.sss)

Якщо ім'я складається з однієї підстроки (не розділеної символом |), то ця підстрока з'явиться в меню і буде замінена в тексті.

Припустимі прапори для MENUITEM

SEPARATOR - Малюється горизонтальна лінія. Будь-які прапори ігноруються.

MENUBREAK - Елемент меню міститься в новому стовпчику. Стовпчики не розділяються лініями.

MENUBARBREAK - Ті ж самі, що і MENUBREAK, але стовпчики розділяються вертикальними лініями.

CHECKED - Елемент меню маркірований.

DISABLED - Елемент меню недоступний для виконання.

GRAYED - Елемент меню недоступний для виконання і відображається сірим кольором.

Допускається комбінація прапорів, розділених пробелами або комами.

Для прив'язки кожного (існуючого або створеного користувачем) рорир-меню до осередку штампа необхідно в діалозі "Розширений стиль осередку" додати (через роздільник "|") номер цього рорир-меню до рядка-

підказки.

Припустимі номери для користувальницьких рорир-меню (інтервал, що рекомендується,): 1000..4000.

2. Додано діалог редагування параметрів осередку таблиці при настроюванні штампа. При створенні штампа всі осередки доступні для редагування. При заповненні штампа доступні для заповнення тільки ті осередки, у які при створенні штампа не був внесений текст.

3. Команда "Авторозміщення ТТ" додана в контекстне меню, викликуване над ТТ.

4. Додано діалог настроювання визначеного тексту "Настроювання системи/Текстовий редактор/Визначений текст". Текст, введений при заповненні штампа, попадає у відповідний розділ файлу визначеного тексту.

5. Змінено діалог "Розширений формат осередку". Тип осередку "унікальний" перейменований "Для таблиці специфікації" (з урахуванням номера рядка в таблиці специфікації). Додано можливість автоматичного створення ідентифікаторів стовпця таблиці специфікації за зразком.

Режим попереднього перегляду для друку

1. Реалізовано контекстне меню по правій кнопці миші.

2. З'явилася можливість прив'язки кутів документів до вузлових крапок аркушів пристрою висновку.

3. У діалозі настроювання параметрів висновку з'явилися додаткові керуючі елементи для настроювання прив'язки документів до аркушів пристрою висновку.

4. З'явилася можливість приписування масштабу документа для його розміщення на заданій кількості аркушів.

Імпорт і експорт

1. При читанні з DXF розмірів їхня обробка ведеться за наступними правилами: якщо розміри читаються в поточний вигляд, і стиль тексту відрізняється від тексту по замовчуванню, то створюється користувальницький стиль тексту, і розміри пишуться цим текстом.

Якщо читання ведеться в нове креслення, і стиль тексту відрізняється від тексту по замовчуванню, то змінюється системний стиль розмірних написів. Необхідно підкреслити, що регулювання розмірів з користувальницьким стилем буде здійснюватися зміною параметрів цього користувальницького стилю.

Настроювання системи

1. У настроюваннях нових графічних або текстових документів, а також у настроюваннях поточного вікна з'явилися настроювання автоскролювання.

2. Додано настроювання довжини лінії розрізу.

3. У настроюванні нових розмірів доданий тип стрілки "Зовні" і поле "Довжина виносних ліній для лінійних розмірів".

4. В усіх діалогах параметрів розмірів доданий перемикач "Використовувати по замовчуванню". Їм перекриваються глобальні настроювання нових розмірів, але включені тут (у "локальних настроюваннях") значення будуть діяти тільки на НАСТУПНИЙ розмір. Локальні настроювання запам'ятовуються на наступні сімейства розмірів:

- лінійні
- діаметральні
- радіальні (крім зламу - у нього немає керування параметрами)
- кутові

На розміри висоти дані настроювання не діють.

5. Реалізовано режим "Великі кнопки". Керування знаходиться в діалозі "Настроювання системи"- "Екран"- "Розміщення". Змінюються розміри кнопок тільки на керуючих панелях - Панелі керування й Інструментальної панелі.

6. У діалозі настроювання прив'язок реалізована установка "З урахуванням фонових шарів".

7. Додано настроювання "Настроювання систем-графічний редактор-пошук об'єкта" для керування динамічним пошуком об'єктів у процесах побудов.

8. Вилучено настроювання заборони читання файлів.

9. Вилучено настроювання часу відображення ярликів-підказок.

10. Реалізовано настроювання глобальних прив'язок для нового документа.

11. Реалізовано діалог настроювання запису конфігурації системи: "Настроювання системи - Файли - Збереження конфігурації".

12. Введено настроювання складу панелі керування для режиму "Створення основного напису". Режим "Основний напис" перейменований у "Заповнення основного напису".

13. Реалізовано діалог настроювання параметризації по замовчувані: "Настроювання системи - Графічний редактор - Параметризація". Знову створювані документи, що відкриваються, використовують це настроювання. При подальшій роботі настроювання може бути змінено через команду "Операції" - "Параметризація" - "Керування рішеннями".

14. Реалізовано настроювання автоматичного вивантаження бібліотек, підключених до системи в "сліпому" режимі (наприклад, бібліотек експорту/імпорту, редагування створених бібліотеками об'єктів і т.п.), після завершення їхньої роботи.

Таке вивантаження може знадобитися, наприклад, для автоматичного

звільнення ліцензії даної бібліотеки при роботі з мережним ключем апаратного захисту. Діалог настроювання - "Настроювання-Настроювання систем-прикладні бібліотеки".

6 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

6.1 Аналіз потенційних небезпечних та шкідливих умов праці

Дослідження, проведені фахівцями Всесвітньої організації охорони здоров'я показали, що у професійних операторів та канцелярських службовців, які у своїй діяльності використовують ПЕОМ, частіше зустрічаються порушення органів зору, опорно-рухового апарату центральної нервової, серцево-судинної, імунної та статеві систем, захворювання шкіри.

Дослідження медиків-гігієністів, психологів, світлотехніків та фахівців з охорони праці та ергономіки показали, що сучасна професія користувача ПЕОМ належить до розумової праці, яка характеризується: високою напруженістю зорових функцій; одноманітною позою; великою кількістю стереотипних висококоординованих рухів, що виконуються лише м'язами кистей рух на фоні малої загальної рухової активності; значним нервово-емоційним компонентом, особливо в умовах дефіциту часу; роботою з великими масивами інформації, що викликає активізацію уваги та інших вищих психічних функцій. Крім того, при роботі з дисплеями на електронно-променевих трубках виникає вплив на користувача цілої низки факторів фізичної природи — електростатичні поля, радіочастотне та рентгенівське випромінювання тощо.

Встановлено, що стан організму користувача значно залежить від типу роботи з ПЕОМ та умов її виконання.

Основним потенційним джерелом небезпеки для людини в технічній лабораторії є електричні установки, до яких відноситься практично все обладнання ПЕОМ, так як в процесі експлуатації або проведенні профілактичних робіт людина може торкатись частин установок, що знаходяться під напругою. Специфічна небезпека електроустановок в технічній лабораторії: провідники під струмом, корпуси стійок ПЕОМ та

іншого обладнання, що знаходиться під напругою в результаті пошкодження (пробою) ізоляції не подають ніяких сигналів, що попереджають людину про небезпеку. Реакція людини на електричний струм виникає лише при протіканні його через тіло людини.

В приміщеннях з підвищеною небезпекою електроінструменти, переносні світильники повинні бути виконані з подвійною ізоляцією або їх напруга живлення не повинна перевищувати 42 В. В технічній лабораторії до таких приміщень можуть бути віднесені приміщення машинного залу, приміщення для розміщення сервісної і периферійної апаратури. В особливо небезпечних приміщеннях напруга живлення переносних світильників не повинна перевищувати 12 В, а робота з електротранспортуючою напругою не вище 42 В дозволяється тільки із застосуванням засобів індивідуального захисту (діелектричних рукавиць, ковриків і т.п.).

Роботи без зняття напруги на струмоведучих частинах і поблизу них, роботи, що проводяться безпосередньо в цих частинах або при наближенні до них на відстань менше встановленого. До цих робіт можна віднести роботи по наладці окремих вузлів, блоків. При виконанні такого роду робіт в електроустановках до 1000 В необхідно застосування визначених технічних і організаційних заходів, таких як: загородження, розташовані поблизу робочого місця та інших струмоведучих частин, до яких можливе випадкове доторкання; робота в діелектричних рукавицях або стоячи на діелектричному коврику; застосування інструменту з ізолюючими ручками, при відсутності такого інструменту потрібно користуватися діелектричними рукавицями. Роботи цього виду повинні виконуватись не менше ніж двома робітниками.

Таблиця 6.1 - Потенційно небезпечні виробничі фактори

Небезпечний фактор (технологічна операція)	Діапазон	Фактичні значення	Наслідки
1. МАГІСТРАЛЬНИЙ ГАЗОПРОВІД			
- посудини та лінії під тиском	$0 < P < 20$ МПа	$P = 5$ МПа	можливість травмування
- електричний струм	$12 \leq U \leq 220$ $0.1 \leq I \leq 5$ $f = 50$ Гц	$U = 110$ В; $I = 3$ А; $f = 50$ Гц	$U \leq 42$ В; $I = 0,1$ А; $f = 50$ Гц. Можливість ураж. ел.струмом
- роботи на висоті	$1 \leq h \leq 25$	$h \geq 1$ м	Можливість травмування
2. РОБОТА З ЕОМ			
- рентгенівське випромін.	Понад 1,2 КеВ	14 мкР/г	потемніння в очах
- ультрафіолетове випромінювання	220 - 280 нм 280 - 320 нм	0 Вт/м ² $0,015$ Вт/м ²	часткова сліпота
- видимий діапазон	320 - 400 нм 400 - 700 нм	$1,7$ Вт/м ² $3,5 - 6,0$ Вт/м ²	-----
- інфрачервоне випромінювання	700 нм - 1 мм	$4,5$ Вт/м ²	подразнення сітківки ока
- яскравість		83 кД/м ²	втома очей
Електростатичне поле	0 Гц	18 кВ/м	головний біль

Одним з найсуттєвіших факторів впливу на людину є випромінювання моніторів комп'ютерів. Види електромагнітних випромінювань електронно-променевих трубок, що використовуються в моніторах ЕОМ, середні дані замірів, нормовані значення та їх діапазон наведені в таблиці 6.1.

Рентгенівське випромінювання шкідливо впливає на кісткові тканини і кровотворні функції кісткового мозку. Інфрачервоне випромінювання шкідливо впливає на зір, втомлюючи очі, при тривалій дії порушує нормальне кольоросприйняття ока.

Наступним за ступенем впливу на людський організм є фактор освітлення. Недостатнє або надто сильне освітлення впливає на органи зору,

призводить до втоми очей, їх напруження що, в свою чергу, викликає загальну втому працівників. Можна стверджувати, що цей фактор є основним при аналізі зорової роботи, до якої відноситься робота за комп'ютером. Велику роль також: відіграє розміщення робочих місць по відношенню до джерел природного освітлення - вікон. Приміщення з ЕОМ слід розміщувати з вікнами на північ або захід, а самі відеотермінали так, щоби не створювати бліків на моніторах, які впливають на ступінь розрізнення текстово-графічної інформації. Отже, наведені вище фактори є основними при роботі в технічній лабораторії, і саме їх впливом можна пояснити причини виникнення скарг користувачів ПЕОМ (табл. 6.2) і професійних захворювань.

Таблиця 6.2 — Характеристика скарг користувачів ПЕОМ, порівняно з контрольною групою

Симптоми	Відсотки від кількості досліджуваних	
	Інженери – Програмісти	Оператори
Загальна втома	47,4	42,1
Млявість	52,4	46,9
Сонливість	54,8	43,1
Головний біль	44,8	54,3
Важкість у голові	51,1	48,9
Втома м'язів рук	38,3	61,7
Різь в очах	47,3	52,2
Розпливчатість меж	35,3	22,2
Сумарно-очні симптоми	94,1	92,6

Третім фактором є виробничий шум. В умовах навчального закладу при відсутності роботи машин і механізмів, що є джерелами шуму, зазвичай рівень шуму і вібрацій є в нормі.

Останнім часом у світі широко розповсюджені професійні

захворювання, пов'язані з комп'ютерною технікою. Так, у США 66% всіх професійних захворювань припадає саме на цей вид захворювань. Переважно всі вони є наслідком неправильного та тривалого перебування перед екраном монітора (неправильна осанка, довгий погляд на екран, непровітрене приміщення, прямі сонячні промені (чи відбиті) на екрані монітора).

На даний час найбільш розповсюдженим професійним захворюванням в світі є синдром «хронічного розтягнення сухожиль», результатом якого внаслідок постійного напруження м'язів кисті руки є болі від кисті до шиї, затікання та параліч. Також дуже часто спостерігається синдром Сікка (зменшення частоти моргання вік при роботі за дисплеєм - висихання і викривлення роговиці очей, погіршення зору) та синдром тунелю Карпаля (неправильне положення рук при вводі даних з клавіатури - втрата чутливості, затікання рук, болі). Всі дані проблеми частково вирішуються за допомогою придбання нової ергономічної апаратури, спеціальних вправ та перерв в роботі.

Наступним фактором, який приводить до профзахворювань, слід вважати неправильне положення тіла на стільці, в результаті чого пошкоджуються диски хребта, порушується осанка, з'являються судоми м'язів ніг.

6.2 Забезпечення нормальних умов праці

Пропонується 7 умов для того, щоб діяльність на робочому місці, оснащеному дисплеєм, здійснювалася без скарг і без втоми.

1. Правильна установка робочого столу:

- при фіксованій висоті - краща висота - 72 см;

- повинен забезпечуватися необхідний простір для рук по висоті і ширині;

- в області сидіння не повинно бути шухляд столу.

2. Правильна установка робочого стільця:

- висота повинна регулюватися:

- конструкція повинна бути обертовою;

- правильна висота сидіння: площа сидіння на 3 см нижче, ніж підколінна впадина.

3. Правильна установка приладів: необхідно так установити яскравість знаків і яскравість фону дисплея, щоб не існувало занадто великого розходження в порівнянні з яскравістю навколишнього оточення, але щоб знаки чітко розпізнавалися на відстані читання.

Не допускати:

- занадто велику яскравість (викликає мерехтіння);

- надто слабку яскравість (сильне навантаження на очі);

- занадто чорну фонову яскравість дисплея.

4. Правильне виконання робіт:

- положення тулуба пряме, ненапружене;

- положення голови пряме, вільне, зручне;

- положення рук - зігнуті трохи більше, ніж під прямим кутом;

- положення ніг - зігнуті трохи більше, ніж під прямим кутом;

- правильна відстань для зору, клавіатура і дисплей приблизно на однаковій відстані для зору: при постійних роботах - близько 50 см, при випадкових роботах - до 70 см.

5. Правильне освітлення:

- освітлення по можливості з боку, ліворуч;

- по можливості - рівномірне освітлення усього робочого простору;

- прилади по можливості встановлювати в місцях, віддалених від вікон;

- вибирати непряме освітлення приміщення чи вкривати корпуса світильників;

- світло, що надходить через вікна, пом'якшувати за допомогою штор;

- так організувати робоче місце, щоб напрямок погляду йшов по

можливості паралельно фронту вікон.

6. Правильне застосування допоміжних засобів:

- підлокітники використовувати, якщо клавіатура вище 1.5 см.

7. Правильний метод роботи:

- передбачати по можливості зміну задач і навантажень;
- дотримуватись перерв у роботі: 5 хвилин через 1 годину роботи;
- на дисплеї чи 10 хвилин після 2-х годин робіт на дисплеї.

У створенні сприятливих умов для підвищення роботоздатності і зменшення напруги значну роль грають фактори, що характеризують стан навколишнього середовища: мікроклімат приміщення, рівень шуму і освітлення.

Приміщення для роботи з ПЕОМ повинні відповідати СНІП 2.09.02-85 "Виробничі споруди", СНІП 2.01.02-85 "Протипожежні норми" та низці інших нормативних документів.

В обчислювальних центрах, як правило, застосовується бокове природне освітлення. Робітничі кімнати і кабінети повинні мати природне освітлення. В інших приміщеннях допускається штучне освітлення. В тих випадках, коли одного природного освітлення не вистачає, встановлюється суміщене освітлення. При цьому додаткове штучне освітлення застосовується не тільки в темний, але і в світлий час доби.

Штучне освітлення за характером задач, що виконуються, ділиться на робітниче, аварійне, евакуаційне. Раціональне кольорове оформлення приміщення направлено на покращення санітарно-гігієнічних умов праці, підвищення її продуктивності і безпеки. Колір стін та стелі приміщень технічній лабораторії впливає на нервову систему людини, його настрої і в кінцевій мірі на продуктивність праці.

Враховуючи специфіку зорової роботи з ПЕОМ найбільш придатними є приміщення з одностороннім розташуванням вікон, причому бажано, щоб площа заскління не перевищувала 25—50%. Найкраще, коли вікна зорієнтовані на північ чи північний схід. Це дасть змогу усунути небажану

засліплюючу дію сонячних променів. Вікна необхідно обладнати регульованими пристроями (жалюзі, завіски, зовнішні позирки). Щоб виключити попадання відбитих відблисків в очі користувачів поверхні в приміщенні повинні мати матову чи напівматову фактуру. Коефіцієнт відбиття має становити: для стелі 0,7 – 0,8; стін 0,5 – 0,6; підлоги 0,3 – 0,5; інших поверхонь 0,4 – 0,5.

Вимоги стосовно виробничих приміщень, в яких встановлені ПЕОМ відображені в ДНАОП 0.00-1.31-99. Відповідно до цих нормативних документів є неприпустимим розташування приміщень, призначених для роботи з ПЕОМ у підвалах та цокольних поверхах.

Поверхня підлоги має бути рівною, неслизькою, зручною для очищення та вологого прибирання, мати антистатичні властивості. У приміщеннях з ПЕОМ найкращим вважається покриття підлоги антистатичним лінолеумом. Наявність останнього полегшує також проведення обов'язкового щоденного вологого прибирання.

Внутрішнє оздоблення приміщень з ПЕОМ здійснюється матеріалами, які не виділяють у повітря шкідливих хімічних речовин і дозволені органами та установами державної санітарно-епідеміологічної служби.

Для забезпечення нормованих значень мікроклімату, вмісту шкідливих речовин, іонного складу повітря приміщення для роботи з ПЕОМ мають бути обладнані системами опалення, кондиціонування повітря або припливно-витяжною вентиляцією. Визначити об'єм повітря, що необхідно подати в приміщення з ПЕОМ, можна за наступними співвідношеннями:

- при об'ємі приміщення до 20 м³ на одного працюючого, на кожного працівника необхідно подавати не менше 30 м³/год;
- при об'ємі приміщення до 20 - 40 м³ на одного працюючого – не менше 20 м³/год;
- при об'ємі приміщення більше 40 м³ на одного працюючого, наявності вікон і відсутності виділення шкідливих речовин допускається природна вентиляція приміщення.

6.3 Забезпечення безпеки користувача ПЕОМ

Вимоги до організації робочого місця з обслуговування, ремонту та налагодження роботи комп'ютера:

- площа робочого місця з обслуговування, ремонту та налагодження ПЕОМ має бути не меншою 10 кв. м, робочі місця повинні бути відокремлені одне від одного перегородками;

- робоче місце з обслуговування, ремонту та налагодження ПЕОМ повинно перебувати на відстані не менше 1 м від приладів опалення;

- настили (кришки) робочих столів або стендів мають бути вкриті струмоізолюючими матеріалами;

- робоче місце з обслуговування, ремонту та налагодження ПЕОМ має бути обладнане пристроєм, що забезпечує зберігання та розміщення інструменту та матеріалів, потрібних для виконання робіт, а також збирання відходів виробництва;

- робочі місця з обслуговування, ремонту та налагодження ПЕОМ, на яких може проводитися паяння, зачищення ізоляції проводів обпалюванням, крім того, повинні відповідати вимогам СП 952-72, або ж робота на них має виконуватися з використанням електроінструменту (паяльника) з обладнаним відсмоктувачем;

- за недостатнього загального освітлення робоче місце з обслуговуванням, ремонту та налагодження ПЕОМ повинно бути обладнане місцевим освітленням (стаціонарним або переносним);

- на робочому місці з обслуговування, ремонту та налагодження ПЕОМ мають бути передбачені штепсельні гнізда та електророзетки для підключення електроінструменту на напругу 12 В і 36 В, підставки для паяльника з лотком, який запобігав би попаданню припою, флюсу та нагару на поверхню столу;

- для підключення ПЕОМ, устаткування для обслуговування, ремонту та

налагодження ПЕОМ до електромережі на робочому столі або стенді має бути вмонтований в зручному та безпечному місці, що закривається, електрощит із електроізоляційного матеріалу;

- над гніздами електрощита має бути чітко вказана номінальна напруга, а також зроблені написи, що відповідають включеному та відключеному положенню комутаційних пристроїв та клемі “земля”;

- захисні засоби (діелектричні рукавиці, ізолювальні підставки, інструмент з ізольованими ручками тощо) мають бути наявними на підприємстві в достатній кількості згідно з чинними;

- ізолювальні засоби захисту необхідно зберігати в спеціально відведеному місці та періодично проводити їх випробування в установленні терміни згідно з чинними правилами користування захисту, що застосовуються в електроустановках.

Інструкція з охорони праці при роботі на персональному комп'ютері:

- екран відеомонітора персонального комп'ютера повинен знаходитись від очей користувача на відстані 600-700 мм. Користувач ПК повинен мати гостроту зору на відстані 600 мм;

- клавіатура повинна бути розташована так, щоб на ній було зручно працювати двома руками. Клавіатуру треба розмішувати на поверхні стола або спеціальній підставці на відстані 100-300 мм від краю, який повернутий до користувача. Кут нахилу до панелі клавіатури повинен бути в межах від 10 до 15 градусів;

- принтер повинен бути розташований в зручному для користувача місці таким чином, щоб максимальна відстань від користувача до клавіш керування принтером не перевищувала довжини витягнутої руки користувача;

- штучне освітлення повинне забезпечувати на робочих місцях з ПК освітленість не нижче 400-500 люкс;

- комп'ютер повинен бути обладнаний захисними екранами у тому випадку, якщо на екрані відсутній заводський захист;

- в період роботи за дисплеєм необхідно передбачити через кожну годину 5 хв. перерви для відпочинку, а через 2 години - на 15 хв. при 8-годинному робочому дні;

- середня сумарна тривалість роботи за дисплеєм протягом дня не повинна перевищувати 4 години, а за тиждень - 20 годин;

- при використанні захисних екранів час роботи за дисплеєм може бути збільшений;

- для підтримки загального тону м'язів, а також профілактики кістково-м'язових порушень під час перерв рекомендується проводити гімнастичні вправи;

- користувач ПК повинен бережливо ставитись до ПК, на якому працює;

- при несправності ПК користувач повинен повідомити свого керівника відділу;

- користувачу ПК забороняється самому проводити технічне обслуговування та ремонт ПК підключати периферійні прилади до ПК, тощо;

- ремонтні роботи виконують спеціалісти з обслуговування ПК, які мають на це відповідний допуск.

Джерелами небезпеки можуть бути:

- напруга живлення апаратури ПК - 220В;

- дисплей, електронно-променева трубка якого використовує високу напругу і є джерелом електромагнітного випромінювання;

- неправильне поводження з дисплеєм та іншою електронною апаратурою, що може призвести до тяжких уражень електричним струмом, спричинити загоряння апаратури.

Суворо забороняється:

- торкатися до екрана і тильного боку дисплея, проводів живлення і пристроїв заземлення, з'єднувальних кабелів;

- порушувати порядок ввімкнення й вимкнення апаратурних блоків, намагатися самостійно усунути виявлену несправність в роботі апаратури;

- класти на апаратуру сторонні предмети;

- працювати на комп'ютері у вологій одежі і з вологими руками.

В разі появи запаху горілого, незвичайних звуків або самовільного вимкнення апаратури треба негайно вимкнути комп'ютер і повідомити про це старшому.

Робота на комп'ютері потребує постійної уваги, чітких дій і самоконтролю. Через це на комп'ютері не можна працювати при недостатньому освітленні та високому рівні шуму.

6.2 Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях. Вимоги до системи газопостачання на випадок виникнення надзвичайних ситуацій, заходи щодо забезпечення безпеки персоналу і стійкості об'єктів газоперекачувальної станції.

Стихійні лиха, промислові аварії і катастрофи на транспорті, екологічні наслідки антропогенного впливу на біосферу, застосування супротивником у випадку воєнних дій різних видів зброї, створюють ситуації, небезпечні для життя і здоров'я населення.

Проблема захисту в надзвичайних ситуаціях містить у собі багато аспектів, які необхідно враховувати при розробці заходів щодо забезпечення безпеки населення, стійкості об'єктів народного господарства й охороні біосфери від антропогенного впливу.

Стихійні дії сил природи, поки ще не підвладні людині, наносять економіці держави і населенню величезний збиток.

Найбільш небезпечні природні явища – землетруси, повені, урагани, бурі, шторми, смерчі, селі, зсуви, снігові замети, лавини, пожежі. Стихійні лиха виникають раптово і носять надзвичайний характер. Вони можуть руйнувати будинки і споруди, порушувати процеси виробництва, викликати загибель людей.

Землетрус – це природне явище, що супроводжується підземними

поштовхами і коливаннями земної поверхні, появою тріщин, зсувів у ґрунті, грязьових потоків, і т.д. При сильних землетрусах порушується цілісність ґрунту, руйнуються будинки і споруди, виводяться з ладу комунально-енергетичні мережі.

Споруди газоперекачувальних станцій та їх газові комунікації повинні проектуватися і будуватися в відповідності до сейсмічних вимог даного регіону. Всі споруди зводяться одноповерхові. Приміщення з газорегулюючим, перемикаючим, одоризаційним та іншим обладнанням виготовляються металічні, блочного типу, з використанням матеріалів, які не можуть завдати значної шкоди обладнанню при землетрусі. Трубопроводи прокладаються на невеликій глибині і засипаються пухким ґрунтом для запобігання розривів при зміщенні ґрунту.

Повінь – це значне затоплення місцевості в результаті підйому рівня води в ріці, озері, водоймищі, викликаного припливом води в період сніготанення, злив, вітрових нагонів води, при заторах льоду на ріках, прориві гребель і дамб, завалах рік при землетрусах, гірських обвалах.

Майданчики для спорудження ГПС та під'їзні дороги до них по можливості повинні проектуватися в місцях, недосяжних для водяних потоків під час повеней. Всі технологічні блоки та обладнання повинні бути встановлені на залізобетонних фундаментах та надійно до них закріплені. З'єднання електричних комунікацій по всьому обладнанню виконується в герметичних муфтах та боксах з використанням спеціальних кабелів з подвійною ізоляцією. Для міжблочних підземних комунікацій використовуються броньовані кабелі.

Немале значення на випадок повені має надійність загорожі навколо ГПС, яка повинна мати можливість стримувати громіздкі плавучі предмети, які могли б нанести шкоду обладнанню.

Урагани, тайфуни, шторми, бурі, смерчі - це надзвичайно швидкі переміщення повітряних мас, що часто мають катастрофічні наслідки.

Для зменшення ризику аварій під час таких стихійних впливів, при

проектуванні і спорудженні ГПС враховуються наступні фактори: захисні металічні бокси на обладнанні проектуються мінімальних розмірів (для зменшення площі впливу вітру) та надійно кріпляться до фундаменту; покрівлі капітальних приміщень виконуються без використання шиферу, черепиці та інших матеріалів, які можуть бути зірвані вітром, найчастіше виготовляється бетонна покрівля, суміщена з перекриттям.

Заметілі, бурани, хуртовина, снігові замети. Ці явища характеризуються переміщенням великих мас снігу з великою швидкістю (50-100 км/ч) протягом тривалого часу. Для запобігання накопичення на території ГПС великих мас снігу, майданчик для неї і під'їзні шляхи зводяться на деякому підвищенні відносно навколишнього рельєфу. Розміщення споруд та технологічних блоків проектується так, щоб не утворювати "кишень" для накопичення снігу. Не дозволяється насаджувати на території дерев, кущів, які б сприяли затримці снігу. Обслуговуючий персонал повинен бути оснащений інструментом для прибирання снігу (снігові лопати, носилки) та засобами пересування (лижами, снігоступами) утримувати їх в постійній готовності.

Пожежі. Ландшафтні пожежі виникають через необережне поводження з вогнем, порушення правил пожежної безпеки, удари блискавок, а також samozаймання торфу і сухої рослинності.

Газоперекачувальні станції є об'єктами підвищеної пожежонебезпеки, тому дані стихійні лиха є для них особливо страшними. Для зменшення ризику завдання пожежею збитків чи виникнення аварії повинен прийматися ряд запобіжних заходів. Все газове обладнання під тиском повинно бути справне на предмет витоків газу, так як під час стихійних пожеж є велика ймовірність попадання на територію ГПС іскр та горючих предметів. Забороняється зберігати у відкритій тарі і під відкритим небом ємностей з легкозаймистими матеріалами (кранова набивка, масла, фарби). Трава на території ГПС повинна бути вчасно скошена і прибрана, зберігання на території сіна, сміття, та інших легкозаймистих матеріалів заборонено.

Бажано, щоб ґрунт охоронної зони навколо ГПС був переораний. Обов'язковими в наявності повинні бути такі засоби пожежогасіння, як справний (непрострочений) вогнегасник, лопата, відра.

Надзвичайні ситуації воєнного часу.

Найбільш небезпечна ситуація може скластися при застосуванні зброї масового враження, до якого можна віднести ядерну, хімічну і бактеріологічну (біологічну) зброю. На випадок початку військових дій з персоналом, що обслуговує ГПС необхідно провести додаткові навчання для вивчення дій в випадку використання сучасної зброї. Для підвищення надійності обслуговування призначаються особи для ведення цілодобового чергування.

На території ГПС, або недалеко за її межами обладнується схованка на випадок використання супротивником зброї масового враження, укомплектована справними засобами індивідуального захисту.

З технічної точки зору потрібно позачергово перевірити справність кранів та легкість їх відкривання-закривання, справність резервної лінії редукування газу. Не слід повністю заповнювати одорантом витратну місткість для запобігання розливу великої його кількості в результаті її руйнування. Заправку витратної місткості слід проводити з розрахунку на 2-3 дні роботи.

В наявності повинні бути всі необхідні запасні деталі, матеріали та інструменти для ліквідації незначних зовнішніх поломок. Так як в разі використання сучасної зброї є велика ймовірність руйнування газових комунікацій, що може спричинити нові джерела пожеж та вибухів, то персонал, що обслуговує ГПС повинен бути готовий в будь-який момент припинити подачу газу і звільнити від нього трубопроводи.

Ядерна зброя. Це сукупність ядерних боєприпасів, засобів їхньої доставки до мети і засобів керування. При ядерному вибуху в атмосфері

виникають наступні вражаючі фактори:

1) повітряна ударна хвиля – це область різкого стиску повітря, що поширюється в усі сторони від центра вибуху з надзвуковою швидкістю. Заходи попередження руйнувань споруд ГПС від ударної хвилі ті самі, що і при ураганах. Додатково заклеюються спеціальною плівкою вікна, можуть демонтуватись елементи, що створюють значну парусність, такі

2) як попереджуючі плакати на огорожі, дифлектори на вентиляційних коминах.

3) світлове випромінювання являє собою потік променевої енергії, що включає ультрафіолетову, видиму й інфрачервону області спектру. Для запобігання перегріву та займань, викликаних даним фактором, всі комунікації ГПС фарбуються в світлий колір (переважно в сріблястий колір з використанням в якості основи високотемпературний лак). Покрівля приміщень виконується з незаймистого матеріалу.

4) проникаюча радіація - це гама-випромінювання і потік нейтронів, що випускаються з зони ядерного вибуху. Проникаюча радіація може викликати зміни в матеріалах, елементах радіотехнічної, оптичної й іншої апаратури за рахунок порушення кристалічних ґраток речовини, а також у результаті різних фізико-хімічних процесів під впливом іонізуючих випромінювань.

5) електромагнітний імпульс – це надпотужний викид електромагнітної енергії різних частот під час протікання ядерної реакції. Він може спричинити вихід з ладу різних електричних пристроїв, засобів автоматики, приладів.

Для зменшення впливу двох останніх факторів, всі електричні силові та сигнальні кабелі прокладаються в заземлених металічних трубах, прилади автоматики та зв'язку монтуються в заземлених металічних шафах. На випадок виходу електронних пристроїв з ладу, передбачаються методи ручного керування та контролю, періодично перевіряється можливість ручного закривання дистанційних кранів.

При руйнуванні газових мереж газ може стати причиною вибуху, пожежі. Для більш надійного постачання газ повинний подаватися в місто і на промислові об'єкти по двох незалежних газопроводах.

Газоперекачувальні станції необхідно розташовувати за межами міста з різних сторін. Газові мережі за кільцюються і прокладаються під землею на глибині 0,6...1,7 м. На газовій мережі повинні бути встановлені автоматичні відключаючі пристрої, спрацьовуючі від надлишкового тиску ударної хвилі.

Крім того, на газопроводах варто встановлювати запірну арматуру з дистанційним керуванням і крани, що автоматично перекривають подачу газу при розриві труб, що дозволяє відключати газові мережі визначених ділянок і районів міста.

Виконання вимог норм проектування інженерно-технічних заходів Цивільної оборони сприяє рішення не тільки оборонних задач, але і безпечному функціонуванню об'єктів, поліпшенню умов роботи і проживання в містах населення в мирний час.

Вирішальним кроком у забезпеченні безпеки та захисту населення в Україні, об'єктів економіки і національного надбання держави від негативних наслідків надзвичайних ситуацій є прийняття Закону України "Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру" від 8 червня 2000 року, що визначає стратегічні напрями та засоби вирішення проблеми захисту населення, реальне створення територіальних і функціональних підсистем Єдиної державної системи (ЄДС) запобігання надзвичайним ситуаціям (НС) техногенного і природного характеру та реагування на них. [8]

Висновки

Основною задачею, що ставилася була задача створення сучасної безпроводної інформаційно-управляючої системи, яка б могла застосовуватися в великомасштабних проектах побудови нових магістральних газопроводів. Основна економічна вимога до системи — оптимальне співвідношення між використовуваними в системі покупними виробами і виробами власної розробки за критерієм «надійність — ефективність — ціна».

Для реалізації оперативного контролю і керування технологічним процесом на лінійній ділянці магістрального газопроводу розроблено безпроводну інформаційно-управляючу систему. Дана система має дворівневу топологію (верхній та нижній рівні), включаючи в себе при цьому кілька підсистем. Верхній рівень займає система керування, що складається з пункту управління та концентраторів інформації. На нижньому рівні розташовуються функціональні системи, до яких відносяться компресорні станції та контрольовані пункти. У число основних задач системи управління лінійної частини входять наступні:

- збір інформації про поточні значення параметрів технологічного процесу (тиск, температура і т. д.);
- збір інформації про стан технологічних об'єктів;
- доставка зібраної інформації споживачам на всіх рівнях системи;
- прийом керуючих сигналів із усіх рівнів системи і формування керуючих впливів для запірної арматури й інших технологічних об'єктів.

Отримана в результаті структура поєднує технічні засоби верхнього рівня, що існують з покупних виробів, і технічні засоби нижнього рівня, що складаються в основному з виробів власної розробки.

На основі отриманого досвіду експлуатації реальних систем можна зробити наступні висновки: системи керування, побудовані з використанням розробленого комплексу, у багато разів дешевше імпортних систем при

однаковому обсязі виконуваних функцій; відсутність розриву в ланцюзі «ідея— досвідчений зразок — виробничі іспити — серійне виробництво» дозволяє оперативно вирішувати питання адаптації системи, що виникають при роботі зі службами експлуатації на місцях.

Перелік посилань

1. Посохин С.В., Перминов В.Б. К решению задачи повышения точности измерительных средств инерциальных навигационных систем /Математические методы в метрологии: Межвузовский сборник научных трудов/ Под ред. Назарова Н.Г. — М.: МИП, 1989.
2. В. Дудников, М. Газизов, Д. Набиев, Т. Нугманов. Управление объектами нефтяного месторождения с использованием комбинированных каналов связи. — «СТА». — 2000. - № 2.
3. Теорія передачі сигналів : Підручник для вузів / А.Г. Зюко та др. – М.: Радіо та зв'язок ,1986.
4. Панфілов І.П., Дирда В.Ю. Теорія електричного зв'язку : Підручник для технікумів, - М. : Радіо та зв'язок , 1991
5. Розрахунки та оптимізація характеристик систем електрозв'язку : методичний посібник / відп. редактор В.Л. Банкет. –Одеса 1995
6. Перминов В.Б., Балахнов Д.А., Лихачев В.Н., Норицин А.Д. Динамические методы измерения крутящих моментов /Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика./ — 2002. — № 12.
7. В.И. Щуров Технология и техника добычи газа. Учебник для вузов.М., Недра, 1983, 510с.
8. Влияние различных факторов на отворот штанг в скважинах, оборудованных УСШН. А.А. Сабиров, С.В. Фролов, В.Р. Драчук, Д.Ю. Ренев, А.А. Дорофеев. Нефтепромысловое дело 12/2004. ст. 30-33.
9. А.С. Вирновский Теория и практика глубиннонасосной добычи нефти. М.: "Недра", ВНИИ, вып.LVII,1971.